

La presente contribución presenta una descripción actualizada de las formaciones geológicas de la provincia de Corrientes, considerándose aspectos de relevancia para el conocimiento de la estratigrafía y la litología conforme a los antecedentes disponibles y al levantamiento subregional realizado por los autores. Se buscó, principalmente, reunir información sobre distribución, profundidad, espesores y edad de distintas unidades geológicas identificadas tanto en superficie como en subsuelo, realizando un control de campo para verificación y consolidación de los conocimientos previos en base a datos propios.

Esta última actividad incluyó muestreos y estudios tanto de laboratorio como de gabinete a fin de superar grandes vacíos de información para alcanzar los objetivos propuestos. Lo dicho comprendió análisis petrográficos y mineralógicos en laboratorios especializados de alta complejidad, practicados sobre muestras correspondientes a diversas Formaciones geológicas que resultaron claves para la comprensión del cuadro estratigráfico regional.

En base a lo antedicho se conformó un panorama actualizado geológico-estructural de la provincia de Corrientes que incluye en forma complementaria una síntesis de los suelos y del conocimiento paleontológico local, adjuntando en todos los casos la bibliografía publicada hasta la fecha.



CORRIENTES



IICA Instituto Correntino del Agua y del Ambiente



GEOLOGIA DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES - ARGENTINA - Y CUENCAS GEOTECTÓNICAS RELACIONADAS Santa Cruz - Orfeo - Gulisano



GEOLOGIA DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES - ARGENTINA - Y CUENCAS GEOTECTÓNICAS RELACIONADAS

Dr. Jorge Néstor Santa Cruz

Dr. Oscar Orfeo

Lic. Francisco Gulisano



CORRIENTES

IICA Instituto Correntino del Agua y del Ambiente



**GEOLOGÍA DE LA
PROVINCIA DE CORRIENTES
-ARGENTINA-
Y CUENCAS GEOTECTÓNICAS
RELACIONADAS**



Editado por los Autores
Derechos reservados
Prohibida su reproducción total o parcial.
Impreso en **Moglia S.R.L.** – La Rioja 755
3400 Corrientes, Argentina
mogliabros@hotmail.com
www.mogliaediciones.com
Febrero de 2019

**GEOLOGÍA DE LA
PROVINCIA DE CORRIENTES
-ARGENTINA-
Y CUENCAS GEOTECTÓNICAS
RELACIONADAS**

Dr. Jorge Néstor Santa Cruz

Dr. Oscar Orfeo

Lic. Francisco Gulisano

PROLOGO

El Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (ICAA) es un organismo autárquico del Estado Provincial, única autoridad de aplicación provincial en los temas concernientes a Recursos Hídricos, Gestión Ambiental, Tierras e Islas Fiscales y Minería.

Las acciones promueven el aprovechamiento y la gestión de los recursos suelo y agua como unidades de manejo conjuntas, con la participación de los usuarios. Todo ello en el marco de una adecuada gestión ambiental.

En esa dirección, se lleva adelante, con el apoyo de la UNNE-FACENA, la realización de estudios enmarcados dentro del establecimiento de la Línea de Base Ambiental de la provincia atendiendo al estado y situación de la geología, suelo, agua y biomasa vegetal entre otros.

Como inicio de esta importante actividad de investigación aplicada se presenta en este Libro de Geología de Corrientes los aspectos relevantes de la estratigrafía, litología, tectónica y otros importantes temas relacionados. En cuanto a la geología del subsuelo se consideran estudios geofísicos de las cuencas geológicas realizados en el ámbito provincial y regional, relevamiento y análisis de la información de diversas fuentes y estudios propios de laboratorio.

Fue ejecutado por reconocidos investigadores de nuestro medio y con amplia experiencia en la problemática geológica local y regional, contándose además con la participación de dos prestigiosos laboratorios especializados del ámbito científico, que realizaron análisis petrográficos y mineralógicos inéditos en la provincia.

Ing. Mario Rubén Rujana
Administrador General del ICAA

PRÓLOGO FACENA

A través de un Acuerdo entre la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE y el Instituto Correntino del Agua y el Ambiente surgió un compromiso para elaborar una Línea de Base destinada al cuidado ambiental del subsuelo de la provincia de Corrientes, en el marco de las políticas recomendadas para el manejo de las posibles áreas de explotación de hidrocarburos, previstas y reguladas por la Ley Nacional 24.145 y la Ley Provincial 6.062.

Para concretar dicho propósito, el ICAA dispuso los recursos económicos necesarios para su ejecución y la FACENA llevó a cabo los estudios pertinentes mediante la experimentada intervención de prestigiosos especialistas, investigadores de la UNNE, UBA y CONICET, reconocidos por su trayectoria en la disciplina geológica.

Uno de los aspectos relevantes del mencionado Acuerdo de cooperación fue el compromiso asumido por las partes intervinientes, de difundir los estudios realizados en forma conjunta. Ello pone de manifiesto la vocación de ambas instituciones por brindar a la comunidad los resultados de las investigaciones geológicas que aquí se presentan, con la convicción de que deben ser del conocimiento público.

Esta obra reúne todos los antecedentes conocidos de la geología superficial de la provincia de Corrientes, los cuales fueron convenientemente ampliados en temas puntuales para resolver aspectos controversiales del conocimiento previo. En tales casos se realizaron investigaciones y estudios específicos en laboratorios especializados de alta tecnología, lo cual permitió dilucidar dudas y vacíos de información que aún permanecían sobre aspectos claves del conocimiento geológico de la superficie provincial. Asimismo se presenta en este trabajo una puesta al día sobre las características geológicas del subsuelo, escasamente conocidas aún entre los especialistas en el tema.

En forma complementaria se ofrece información general sobre aspectos climáticos, geográficos, fisiográficos, edafológicos y paleontológicos, como también un extensivo repertorio bibliográfico que puede ser de utilidad entre los potenciales interesados para futuras búsquedas de información.

Mgter. María Viviana Godoy Guglielmonne

Decana
FACENA – UNNE

PRESENTACIÓN

La presente contribución se llevó a cabo en el marco de la Ley Nacional N°24145 y Provincial N°6062, en base al acuerdo de fecha 20 de octubre de 2014 entre la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, perteneciente a la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), y el Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (ICAA), organismo autárquico del Estado Provincial. A través de dicho instrumento se comprometió la implementación de un estudio científico-técnico para proveer al mejor cuidado ambiental del subsuelo de la provincia de Corrientes, abordándose un análisis integrador de la Geología de todo el territorio provincial.

Se presenta una descripción actualizada de las formaciones geológicas de la provincia de Corrientes, considerándose aspectos de relevancia para el conocimiento de la estratigrafía y la litología conforme a los valiosos antecedentes disponibles y al levantamiento subregional realizado por los autores. Se buscó, principalmente, reunir información sobre distribución, profundidad, espesores y edad de distintas unidades geológicas identificadas tanto en superficie como en subsuelo, realizando un control de campo para verificación y consolidación de los conocimientos previos en base a datos propios.

Esta última actividad incluyó muestreos y estudios tanto de laboratorio como de gabinete a fin de superar grandes vacíos de información para alcanzar los objetivos propuestos. Lo dicho comprendió análisis petrográficos y mineralógicos en laboratorios especializados de alta complejidad, practicados sobre muestras correspondientes a diversas formaciones geológicas que resultaron claves para la comprensión del cuadro estratigráfico regional.

Dentro de la geología del subsuelo correntino se presentan las cuencas Chacoparanaense y Paraná, con el objeto de ofrecer información para un futuro diagnóstico del potencial impacto ambiental a consecuencia de eventuales actividades extractivas. Para tales estudios se analizó la información geofísica existente, esto es, sísmica de reflexión de la meseta de Mercedes, relevamientos de MT y AMT y modelos gravimétricos basados en anomalías de Bouguer del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní, así como también relevamientos geológicos y geoelectricos del Macrosistema Iberá llevados a cabo en la década del '70.

En ese contexto se integró información de subsuelo basada en perforaciones profundas y estudios geofísicos de provincias y regiones vecinas, con la estratigrafía y estructuras locales. Se prepararon dos secciones de correlación que muestran las relaciones estructurales de las unidades de subsuelo de Corrientes y un plano estructural e isopáquico de los basaltos de la Formación Serra Geral, ofreciéndose una síntesis de las cuencas geotectónicas regionales.

En base a lo antedicho se conformó un panorama actualizado geológico-estructural de la provincia de Corrientes que incluye en forma complementaria una síntesis de los suelos y del conocimiento paleontológico local, adjuntando en todos los casos la bibliografía publicada hasta la fecha.

Los Autores

1. AUTORES

Dr. Jorge Néstor Santa Cruz

Ex Profesor Titular de Hidrología en la Universidad de Buenos Aires. Ex Investigador del Instituto Nacional del Agua.

Ex Coordinador Técnico del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní.

Ex Coordinador del Plan Nacional Federal de Agua Subterránea de Argentina.

Consultor y profesor de Hidrogeología en la Maestría de Gestión del Agua de la UBA.-Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua.

Dr. Oscar Orfeo

Profesor Titular de Geología en la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Director del Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL – CONICET – UNNE)

Miembro de la Asociación Geológica Argentina (AGA) y de la Asociación Argentina de Sedimentología (AAS)

Lic. Francisco Gulisano

Doctorando en Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires.

Ex Profesor Adjunto de Hidrología. (UNPSJB)

Consultor de Organismos Gubernamentales

2. INTRODUCCIÓN

La provincia de Corrientes está inserta en el territorio argentino denominado Mesopotamia, modelado en superficie por la acción de grandes ríos en ambiente tropical a subtropical (sabanas, selvas y humedales). La fisiografía de Corrientes se caracteriza por múltiples sistemas de esteros, bañados y lagunas, que no ofrece cubiertas selváticas espesas ni continuas o extensas, aunque se destacan montes y bosques bajos en galería a lo largo de algunos cauces fluviales, varios de estos labrados en coladas básicas (Pereyra, 2003).

Tales bosques en galería suelen presentar zonación de las variedades vegetales transversal a los cursos de agua, de acuerdo con el grado de demanda hídrica de las especies.

Al centro-sur del territorio correntino (Mercedes, Curuzú Cuatiá) se localiza la meseta de Mercedes, un sector suavemente más elevado que sus adyacencias, el cual muestra afloramientos y sub-afloramientos del Grupo Solari-Serra Geral. Representa un rasgo distintivo del relieve de Corrientes, y asimismo constituye una divisoria de aguas. En el nordeste correntino afloran conspicuos mantos basálticos que son la continuación de las coladas de la provincia de Misiones.

La mayor elevación de la provincia corresponde a una serranía baja de rumbo este-oeste que corresponde a los afloramientos de areniscas de la zona de Tres Cerros, en el Departamento de San Martín, cercano a la localidad de La Cruz (179 m.s.n.m.). Siguiendo una clasificación del territorio argentino en regiones naturales (también denominadas eco-regiones), en la provincia de Corrientes se distinguen las siguientes: 1) Altiplanicies y serranías misioneras; 2) Planicies y terrazas fluviales del río Paraná; 3) Antiguo sistema fluvial del alto Paraná; 4) Esteros del Iberá; 5) Planicies poligenéticas correntinas y 6) Planicies y terrazas fluviales del río Uruguay (Pereyra, 2003).

La superficie de las cuencas Chacoparanaense y Paraná comprende en conjunto un área que supera el millón de kilómetros cuadrados. Se trata de una amplia zona de sedimentación que actualmente ocupa la región sur/sureste del continente sudamericano, y constituyó el sector suroeste del paleo continente Pangea denominado Gondwana Occidental.

En particular la Cuenca Chacoparanaense se ubica en el sector suroeste y noroeste de la provincia de Corrientes, con escasos afloramientos rocosos por lo que su estudio se basa fundamentalmente en información de su subsuelo. La Cuenca Paranense se sitúa en la zona más nororiental de la provincia, presentando buenos afloramientos y una mayor cantidad de estudios realizados sobre ella.

3. REGIONES NATURALES

Una clasificación reciente de regiones naturales de Argentina (Pereyra, 2003), permite reconocer en la provincia de Corrientes las unidades que se detallan a continuación.

ALTIPLANICIES Y SERRANÍAS MISIONERAS

Las altiplanicies y serranías misioneras prácticamente están restringidas a dicho territorio, aunque ingresan transicionalmente en el noreste de la provincia de Corrientes, donde finalmente pierden registro superficial. En Misiones se caracterizan por presentar elevaciones bajas de cumbres planas o suavemente convexas.

El principal proceso morfogenético es el fluvial, y, en menor medida, la acción eólica y la remoción en masa. El primero tiene un fuerte control estructural de tipo pasivo. Las condiciones bioclimáticas de selva subtropical originaron una profunda meteorización química, la cual es determinante como proceso generador de la cobertura detrítica regolítica de color rojo característico. La profundidad de la meteorización puede alcanzar decenas de metros en algunos sectores, formándose ferricretes.

El sector nororiental de la provincia de Corrientes presenta afloramientos de rocas pre-neógenas de origen volcánico. Dichas lavas fueron extruidas durante la apertura de Océano Atlántico y consiguiente separación de Sudamérica y África. Si bien en Misiones dichas coladas alcanzan varios cientos de metros de espesor, en Corrientes el espesor es mucho más discreto. En Argentina la denominación formal es Formación Serra Geral. Los principales suelos de esta región pertenecen a los órdenes Alfisoles, Molisoles, Ultisoles y Oxisoles. Estos últimos se asocian a las condiciones de extrema humedad y altas temperaturas que caracterizan a este sector del país.

PLANICIES Y TERRAZAS FLUVIALES DEL RÍO PARANÁ

Las planicies y terrazas fluviales del río Paraná constituyen una franja relativamente angosta paralela a dicho río, de origen esencialmente fluvial y bajo relieve (<100 msnm).

El río Paraná integra una cuenca de aproximadamente 2,6 millones de km² de superficie, la mayor parte de la cual se distribuye entre Brasil y Argentina. El canal de escurrimiento principal tiene una longitud de unos 4.000 km y un caudal medio anual frente a la ciudad de Corrientes del orden de 17.000 m³ s⁻¹ que permite exportar aproximadamente 150 millones de toneladas de sedimentos por año (Orfeo y Stevaux, 2002).

Por ello el Paraná se encuentra entre los tres ríos más importantes de Sudamérica y entre los seis más destacados del mundo. La época de crecidas corresponde al verano y la bajante se inicia a fines del otoño, pudiendo prolongarse hasta el mes de diciembre (Parsons *et al.*, 2008).

El caudal medio diario de mayor magnitud superó los 60.000 m³ s⁻¹ y el mínimo se acercó a 5.000 m³ s⁻¹. El ancho del río oscila entre 1 km y 9 km con valor medio igual a 3,5 km (Orfeo *et al.*, 2009).

Alrededor de la ciudad de Corrientes, en secciones transversales con islas el ancho medio es de 4,7 km, y en aquellas que no poseen islas el ancho medio es igual a 1,9 km. La profundidad del canal varía normalmente entre 5 y 12 m (Parsons *et al.*, 2004; 2005) con una pendiente igual a 0,085 m/km. El diseño de escurrimiento en el tramo correntino es de tipo entrelazado, es decir, multicanalizado de baja sinuosidad (Orfeo y Stevaux, 2002).

El tramo de rumbo norte-sur del río Paraná en la provincia de Corrientes presenta dos tipos de planicie de inundación: proximal y distal, con desarrollo asimétrico en relación al eje de escurrimiento (Orfeo, 1995), ubicada sobre la margen derecha del río, es decir, en territorio chaqueño.

La planicie de inundación proximal presenta un ancho medio de 2 km. Aguas abajo de la confluencia Paraná-Paraguay esta subunidad tiene forma irregular superando los 20 km de ancho. Las áreas deprimidas de la planicie de inundación proximal se comportan como zonas de expansión hídrica, ocupando depresiones dilatadas y someras que corresponden a las regiones de mayor ancho. Las zonas más elevadas son estrechas y se comportan como barrera para las crecientes ordinarias.

La evacuación de las aguas de desborde en la planicie aluvial es retardada cuando se demora la bajante del Paraná, generando un efecto de contención hidráulica (adicional a la topográfica) que puede permanecer varios meses. La planicie de inundación distal se presenta exclusivamente sobre margen derecha, con ancho medio de 12 km (Orfeo *et al.*, 2010).

En el cauce principal del río Paraná se acepta básicamente la existencia de dos geoformas principales: negativas (canales) y positivas (barras). Dentro de estas últimas se reconocen islas y bancos, cuya segregación se realiza considerando la emergencia sobre el rango hidrométrico más frecuente (hasta 6 metros en el hidrómetro de Puerto Corrientes). Las barras que permanecen emergidas hasta el mencionado nivel hidrométrico son consideradas islas, en caso contrario se las define como bancos. La superficie de las barras en el segmento correntino del Paraná varía entre 0,03 km² y 35 km² (Orfeo, 1995). Al comienzo de su formación las barras son muy estrechas y elongadas por predominio de acreción vertical y progradación en el sentido de la corriente (Sambrook Smith *et al.*, 2009; Reesink *et al.*, 2014). A medida que evoluciona su desarrollo aumenta la superficie por acreción lateral.

Los sedimentos de fondo corresponden a la fracción arena (mediana a fina). Los sedimentos suspendidos del Paraná muestran marcado incremento de concentración a partir de la confluencia con el río Paraguay (Bonetto y Orfeo, 1984). Este último transporta importantes cantidades de sólidos suspendidos después de recibir al río Bermejo (Pedrozo y Orfeo, 1986). Las diferencias de concentración de sólidos suspendidos generan marcada asimetría (transversal al escurrimiento) en la calidad de aguas del Paraná, que se va atenuando aguas abajo por mezcla progresiva.

Los depósitos aflorantes más antiguos de esta sub-región corresponden a la Formación Ituzaingó (de edad plio-pleistocena). Están parcialmente cubiertos por depósitos cuaternarios de origen fluvial, palustre y lacustre (todos de grano fino), superpuestos en algunos sectores por sedimentos de origen eólico.

Los suelos de esta unidad en general presentan escaso desarrollo pedogenético y régimen ácuico (saturación permanente o casi permanente del perfil con agua). Los

principales suelos son: Psamacuentes humacuepticos y spódicos, Udipsamentos acuicos y alficos, Udifluventes acuicos, todos pertenecientes al Orden Entisoles.

ANTIGUO SISTEMA FLUVIAL DEL ALTO PARANÁ

El antiguo sistema fluvial del alto Paraná ocupa la zona noroccidental de la provincia de Corrientes, limitando con el propio río Paraná y con los Esteros del Iberá. Posee un origen fluvial y relieve bajo (menor a 100 msnm). En esta unidad son frecuentes numerosas lagunas y esteros en los cauces abandonados. Al ingresar a la llanura correntina, el río Paraná se expandió conformando un extenso abanico aluvial con ápice en la localidad de Ituzaingó aproximadamente. Este abanico también se extiende en territorio paraguayo.

Tales paleocauces, erosionaron cortando la antigua planicie arenosa de la Fm. Ituzaingó y, una vez desvinculados del cauce actual, evolucionaron hacia un ambiente esencialmente palustre (Fm. Toropí-Yupoí)

En esta unidad se observan actualmente planicies aluviales, terrazas, albardones y barras con orientación dominante noreste-sudoeste. Durante los períodos secos, en los sectores más elevados se observan dunas actualmente vegetadas. Los afloramientos más antiguos pertenecen a las areniscas fluviales de la Formación Ituzaingó, cubiertos por sedimentos cuaternarios de grano fino. Los suelos más ampliamente distribuidos pertenecen al orden de los Alfisoles y en menor proporción se encuentran Entisoles, Molisoles e Inceptisoles. Los Alfisoles se caracterizan por presentar un horizonte superficial pobre en materia orgánica y un potente horizonte subsuperficial de acumulación de arcillas.

Por el contrario, los Molisoles presentan un horizonte superficial rico en materia orgánica (generalmente oscuro y potente), mientras que los Entisoles poseen muy bajo grado de desarrollo edáfico.

Los Inceptisoles se encuentran en un punto intermedio entre ambos órdenes en lo que se refiere al grado de desarrollo edáfico.

ESTEROS DEL IBERÁ

Los esteros del Iberá son un extenso sistema de esteros, bañados, lagos someros y cursos de distinto orden interconectados, con particularidades que lo convierten en un macrohumedal de características excepcionales en América del Sur.

Tiene 12.300 km² de extensión en el noreste y centro de la provincia de Corrientes donde viven más de 1.500 especies vegetales; totalizando más de 4.000 especies de organismos vivos. Por su origen está asociado a los esteros de Ñeembucú en la República de Paraguay. Ambos sistemas hídricos comprenden un complejo de ecosistemas con predominio de áreas palustres denominado Región del Iberá-Ñeembucú, que en conjunto posee una superficie de unos 45.000 km². La génesis de esta unidad se relaciona a la formación de un antiguo abanico aluvial de grandes dimensiones desarrollado por la migración lateral del río Paraná al abandonar la meseta misionera e ingresar a la llanura correntina (Orfeo, 2016).

Aquí se observan antiguas geofomas de origen fluvial notablemente conservadas. Los únicos afloramientos reconocidos en superficie corresponden a las areniscas fluviales de la Formación Ituzaingó. Los mismos están cubiertos por materiales palustres cuaternarios. En general los suelos de esta unidad presentan escaso desarrollo pedogenético debido a las condiciones geomorfológicas y a la existencia de un régimen

ácuico de humedad de los suelos. Los principales suelos son: Psamacuentes, Udipsamientos y Udifluventes, todos pertenecientes al orden Entisoles.

PLANICIES POLIGENÉTICAS CORRENTINAS

Las planicies poligenéticas correntinas ocupan el sector oriental de la provincia de Corrientes. Se caracterizan por un relieve suavemente ondulado debido fundamentalmente al modelado fluvial, que está disectado por numerosos cursos que atraviesan los sedimentos arenosos subyacentes. La planicie se encuentra por debajo de los 150 msnm y el relieve ocasionalmente supera las pocas decenas de metros en relación a las planicies aluviales de los cursos y las divisorias. Hacia el sur aumenta el relieve relativo y el grado de disección fluvial adquiriendo la típica configuración de “cuchillas” que caracteriza a la provincia de Entre Ríos.

El alto estructural configurado por los afloramientos de rocas antiguas coincide aproximadamente con la divisoria de aguas entre los ríos Uruguay y Paraná. En algunos sitios la red de drenaje no se encuentra totalmente estructurada, presentando un diseño endorreico. En tales sectores son frecuentes las lagunas y esteros parcialmente colmatados por materiales finos y orgánicos.

Los terrenos aflorantes son básicamente de edades cuaternarias aunque asoman basaltos (de la Formación Serra Geral) y areniscas (de la Formación Solari) de edad Cretácico inferior. Estos basaltos se hallan asociados al desmembramiento del supercontinente de Gondwana y la consiguiente apertura del Océano Atlántico que originó el derrame de lavas sobre el territorio continental. Tales afloramientos se encuentran en la parte central de esta unidad, al sur de la provincia de Corrientes. También se aprecian pequeños asomos de sedimentitas epiclásticas continentales y calizas del Cretácico superior. En el extremo sudoeste afloran sobre las barrancas del río Paraná, las areniscas fluviales plio-pleistocenas de la Formación Ituzaingó y otras Formaciones Cuaternarias.

Los suelos de esta unidad pertenecen a los órdenes Alfisoles, Molisoles, Ultisoles y Entisoles. En líneas generales presentan buen desarrollo acorde con un régimen údico y materiales francos, si bien también son frecuentes los suelos de régimen ácuico.

PLANICIES Y TERRAZAS FLUVIALES DEL RÍO URUGUAY

Esta unidad se extiende como una faja angosta de pocos kilómetros de ancho ocupando el sector contiguo a la margen derecha del río Uruguay.. Este río posee un marcado control estructural con baja sinuosidad aunque en los sectores más septentrionales se observan numerosos meandros encajados.

Transporta material arenoso y presenta numerosas barras longitudinales. La planicie aluvial es en general poco amplia. Las terrazas fluviales se encuentran a alturas variables. En los sectores donde el río está “encajonado” son frecuentes los procesos de remoción en masa de los laterales del cauce debido al socavamiento basal por acción lateral. Los afloramientos de rocas antiguas, principalmente basaltos de la Formación Serra Geral, producen quiebres en el perfil longitudinal del río que se denominan “saltos”, como por ejemplo el lugar donde se localiza la represa de Salto Grande.

Los suelos más ampliamente distribuidos pertenecen a los Órdenes Alfisoles y Entisoles, y en menor proporción se encuentran Molisoles e Inceptisoles con características semejantes a las mencionadas anteriormente para la región “Antiguo sistema fluvial del alto Paraná”.

4. ESTUDIOS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES

La Argentina presenta una gran extensión latitudinal que se suma a un marcado gradiente altitudinal vinculado a la aparición y desarrollo de la cordillera andina. La región oriental del territorio argentino se encuentra básicamente asociada a la apertura del océano Atlántico.

La suave morfología de las llanuras pampeana y chaqueña, oculta una compleja historia geológica y geomorfológica que las fluctuaciones climáticas cuaternarias sellaron con la configuración actual del paisaje (Pereyra, 2003).

Para los lectores no especializados cabe aclarar que el avance del conocimiento geológico en Argentina ha tenido diferentes protagonistas y focos de atención, que lógicamente han variado con el transcurso del tiempo. En dicho contexto, las áreas de llanura como las que predominan en el noreste de nuestro país, tuvieron inicialmente poco interés para los investigadores, seguramente desalentados por la escasez de afloramientos y otros aspectos clásicamente atractivos para la comunidad geológica.

En la provincia de Corrientes en particular, la dificultad anterior se profundiza por el clima que a la par de ser riguroso para las exploraciones, genera una profusa vegetación y abundancia de recursos hídricos en superficie, que enmascaran aún más las características pobremente visibles de la geología regional. Por ello no sorprende que la llanura argentina fuera calificada reiteradamente como monótona por la mayoría de los especialistas pioneros, acostumbrados a las zonas de fuerte relieve y potentes exposiciones de rocas.

Las consecuencias de lo antedicho se reflejan en un desarrollo del conocimiento geológico provincial comparativamente menor que el de otras regiones del país, que concentraron mayores esfuerzos y recursos, tanto humanos como económicos. Ello explica que la expansión masiva de las investigaciones geológicas contemporáneas en nuestra región tuviera inicio en décadas recientes por diversos motivos.

Entre los más importantes se destaca un cambio conceptual en la interpretación de los accidentes naturales reconocidos en las planicies, que llevó a redimensionar los procesos, básicamente a través de un cambio en la escala de trabajo. Otro factor concurrente lo constituyó el fuerte desarrollo tecnológico, el cual permitió incorporar en las tareas de campo instrumental para mediciones indirectas, ya sean subterráneas o sub-ácueas (radar de penetración terrestre, ecosonda de haces múltiples, etc.)

En otro sentido, al igual que en todas las ramas de las ciencias, con el avance del conocimiento proliferaron las especialidades o subdisciplinas dentro de la Geología. Es así como se produjo un lento pero continuo proceso de mutación profesional, desde los geólogos pioneros que describían con maestría todos los atributos del paisaje bajo una perspectiva holística que los convertía claramente en naturalistas, hasta el profesional actual básicamente ligado a una ineludible concepción cuali-cuantitativa de sus interpretaciones.

Lo anterior tuvo como lógica consecuencia una atomización en la comunicación de los resultados de las investigaciones actuales.

Desde las primeras publicaciones propiciadas por instituciones oficiales (Direcciones de Minería, Museos, Universidades, etc.) y los Congresos Geológicos nacionales como foros prácticamente únicos para el encuentro y la discusión entre colegas, hoy en día se desarrolla un abultado y creciente número de encuentros científicos especializados de índole muy diversa, que nutren una gran cantidad de artículos de todo tipo dentro y fuera del país. Ello abre un abanico sumamente grande de fuentes de información cuya búsqueda requiere cuidadosos exámenes de contenidos para rescatar y ensamblar las consultas realizadas.

Otro de los aspectos peculiares que debe tenerse presente para comprender los criterios de la selección bibliográfica que se presenta en esta contribución, son los límites de espacio y de tiempo que se manejan en Geología.

Si bien son utilizadas las mismas unidades temporales que se emplean en la vida diaria, su magnitud es completamente diferente y requiere cierta preparación para asimilar las escalas empleadas en esta disciplina.

Es así como hablar de centenares de miles o millones de años es algo corriente en Geología y su comprensión cabal requiere un esfuerzo particular para poner en contexto la verdadera significación de las edades que se manejan.

Por otra parte es importante señalar que la segregación de espacios territoriales desde un punto de vista geológico no responde a límites políticos, sean éstos nacionales o internacionales.

Si bien el reconocimiento de unidades físicas naturales tiene raíces subjetivas, la comunidad geológica ha intentado respetar el uso histórico de aquellas, prefiriendo redefinir o reagrupar unidades antes que acuñar neologismos (Ramos, 1999).

Para sistematizar el reconocimiento de las unidades geológicas en nuestro país, actualmente se acude al concepto de provincia geológica definida como una región que se caracteriza por una determinada sucesión estratigráfica, un estilo estructural propio y rasgos geomorfológicos peculiares, siendo el conjunto la expresión de una particular historia geológica (Rolleri, 1976). De hecho, los límites entre provincias geológicas vecinas pueden ser transicionales (Ramos, 1999). En la provincia de Corrientes también se acude a los avances producidos en el conocimiento de las dos grandes cuencas geológicas que la integran: Chacoparanaense y Paraná.

Ello significa que la información geológica de interés para la provincia de Corrientes, no necesariamente queda circunscripta a dicho espacio político sino que comprende territorios circundantes que comparten la misma historia geológica ya sea dentro del país como en países vecinos. Por ello en el repertorio bibliográfico seleccionado se han incorporado algunas citas ajenas al espacio provincial que ayudan a esclarecer la historia evolutiva a escala regional y a explicar particularidades encontradas en la provincia de Corrientes.

Resulta necesario aclarar, además, la relación temática de la información aquí presentada con otras disciplinas afines. Cabe consignar que las contribuciones científicas escogidas que están referidas a la paleontología, edafología y climatología, fueron incluidas como herramientas básicas complementarias a la interpretación de las investigaciones geológicas. Un relevamiento exhaustivo de tales disciplinas queda fuera de los alcances de esta selección.

En forma esquemática y desde un punto de vista histórico, se puede dividir el progreso en el conocimiento geológico de la provincia de Corrientes en tres grandes etapas. La primera se extiende desde los estudios de Alcides D´Orbigny en las primeras décadas del siglo XIX hasta unos cien años después, con la publicación del “Mapa Geoagrológico y minero de la provincia de Corrientes” publicado por Bonarelli y Longobardi (1929).

La segunda etapa se desarrolla desde allí hasta la publicación del trabajo de Herbst (1971), con la solución de la estratigrafía provincial para dicha fecha. Desde allí en adelante se desarrolla la tercera etapa o etapa actual, cuyo hito de mayor envergadura fue la publicación del mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes (Herbst y Santa Cruz, 1985) y el mapa Geológico de la Provincia de Corrientes a escala 1:500.000 (Herbst y Santa Cruz, 1995).

Los primeros datos descriptivos más o menos detallados de la geología local pertenecen a D´Orbigny y fueron logrados durante su larga estadía en Corrientes en 1827. El volumen de su vasta obra dedicada a Sudamérica fue publicado en 1846 y contiene una descripción pormenorizada de las “barrancas correntinas” con un buen esquema estratigráfico, que conecta con el de las barrancas de Entre Ríos y compara con la estratigrafía de la Patagonia. Algunos autores posteriores como De Moussy, Doering, Ameghino, entre otros, citan y utilizan el esquema de D´Orbigny.

Recién 67 años después de dicha obra clásica se publica un breve escrito de Bonarelli y Nágera (1913) quienes investigaron expeditivamente la geología de Entre Ríos y Corrientes, presentando como conclusión un “esquema estratigráfico” ligeramente distinto al anterior, pero respetando la misma nomenclatura general. En este mismo primer período se publican las contribuciones paleontológicas de Podestá (1899), Gez (1915, 1919) y un breve trabajo de Frengüelli (1924). Todos ellos son fundamentalmente descriptivos.

La segunda etapa en el avance del conocimiento geológico de Corrientes se inicia en el año 1929 cuando se publica el “Mapa Geo – Agrológico y Minero” de Bonarelli y Longobardi, el primero de su tipo en el país que representa la geología, suelos, ecología, aguas superficiales y subterráneas de la provincia y el primer mapa geológico propiamente dicho de la región.

Contiene, además una síntesis comentada de toda la bibliografía anterior vinculada a la provincia. Le suceden en éste período una serie de trabajos muy específicos de distintos autores, que resultan de informaciones inconexas y desordenadas o bien de sucesivas repeticiones de citas erróneas. Se rescata como descripción global el trabajo de Castellanos (1965) aunque presenta algunos errores estratigráficos.

Durante el lapso entre 1947 y 1953 (y luego brevemente entre 1968 y 1969) la Sección de Geología del Comando de Ingenieros del Ejército efectúa el relevamiento de 23 Hojas Geológicas a escala 1:100.000, que brindan una considerable cantidad de información original.

Desde la década de los ‘60 a los ‘70 también se realizan numerosos estudios geotécnicos sobre los basaltos de la Formación Serra Geral asociados a la construcción de la represa de Yacyretá (De Alba, 1965 y Rimoldi, 1962). Paralelamente, el Consejo Federal de Inversiones efectúa distintos estudios sobre las posibilidades mineras en rocas de aplicación (lateritas, zeolitas etc.).

El trabajo de Herbst (1971) marca el inicio de la etapa presente, con el orden de nomenclatura estratigráfica, sinonimia y descripción formal de las actuales unidades estratigráficas.

A partir de dicho momento comienzan a desarrollarse estudios paleontológicos a lo largo de diversas líneas de investigación (moluscos, vertebrados, polen y cutículas, maderas petrificadas, silicobiolitos, etc.) que permiten no sólo afianzar las dataciones estratigráficas sino también obtener y confirmar aspectos paleogeográficos y paleoambientales de la provincia de Corrientes.

Paralelamente a estos estudios de carácter académico, se va desarrollando conceptualmente la importancia del recurso de aguas subterráneas en la provincia (Santa Cruz en INCYT 1977 y 1981).

Así, en años recientes, el INTA, la Universidad Nacional del Nordeste y el Gobierno de la Provincia de Corrientes comenzaron a desarrollar el “Mapa de Suelos de Corrientes”, del cual una parte considerable ha sido publicada (Capurro y Escobar, 1985).

Un hito significativo en el conocimiento geológico de esta etapa fue la publicación, de circulación restringida, del Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes (Herbst y Santa Cruz, 1985) y posteriormente su publicación por el SEGEMAR como Mapa Geológico de la Provincia de Corrientes a escala 1:500.000. (Herbst y Santa Cruz, 1995), que incluyen los estudios estratigráficos de la Formación Fray Bentos (Herbst, 1980). Dicho mapa es parcialmente utilizado como base cartográfica para este trabajo.

El citado Mapa Litoestratigráfico, además de ofrecer un adecuado ordenamiento para tales unidades, presenta minuciosas descripciones de las formaciones geológicas identificadas y detallados análisis mineralógicos que incluyen las fracciones arena y arcilla (ver Anexo). Las vulcanitas cretácicas fueron referidas en Corrientes como “basaltos de Serra Geral” y correlacionadas con sus homólogas de Brasil, Paraguay y Uruguay, mientras que la ubicación de las areniscas/cuarcitas asociadas (Formación Solari), con diversas denominaciones, fluctuó como prebasálticas, intrabasálticas (intertrap) o suprabasálticas.

Debido a que estas rocas eruptivas constituyen la unidad fundacional de las grandes presas de la región mesopotámica, sus estudios más detallados permanecieron inéditos (Herbst y Santa Cruz, 1985).

En las últimas décadas se han desarrollado profusamente estudios sedimentológicos y paleoambientales, principalmente dedicados a las formaciones Ituzaingó y Solari, (Jalfín, 1987, 1988; Torra, 1997; Anis et al., 2005; Georgieff et al., 2005) y también a las formaciones Guichón y Mercedes (Tófaló, 2008).

Nuevos estudios geomorfológicos y sedimentológicos en ambientes fluviales y recientes (Popolizio, 1977, 1981; Orfeo y Jalfin, 1984; Tófaló, 1987; Iriondo et al., 1998;

Orfeo, 1995, 1996a, 1996b, 1998, 2000; Orfeo y Stevaux, 2002; y Orfeo e Iriondo, 2010) completan, entre otras obras, el cuadro del conocimiento geológico provincial.

Contribuciones de integración regional a nivel de cuencas sedimentarias y fluviales fueron llevadas a cabo por diversos autores (Gentili y Rimoldi, 1976; Russo et al., 1979; Chebli et al., 1989; Orfeo, 2005; Iriondo y Kröhling, 2008; Orfeo y Neiff, 2008) permitiendo mejorar la comprensión de la historia geológica de la provincia y el ensamble estratigráfico regional.

Asimismo estudios geofísicos de subsuelo, combinados con análisis estructurales de superficie y otros efectuados a través de fotografías aéreas, ponen en evidencia la vinculación de las estructuras de Corrientes con las de Brasil y Paraguay (Milani, 2004; Rossello et al., 2006; Meinhold et al., 2011; Mira et al., 2013). A su vez, nuevos estudios geoquímicos, magmáticos, estratigráficos y estructurales vinculados a la Forma-

ción Serra Geral fueron desarrollados por Lagorio y Leal (2005a y 2005b) y Wildner et al. (2007).

La Hoja SH-21 Concordia (Ar) – Uruguayana (Br) del Mapa Geológico y de Recursos Minerales de América del Sur a escala 1:1.000.000 ejecutada por el SEGEMAR y varios organismos multilaterales (2013) constituye la representación cartográfica digital más moderna que incluye los rasgos estructurales de la región.

A partir del análisis de tales rasgos y de los lineamientos identificados en la provincia de Corrientes basados en fotointerpretación de imágenes satelitales y análisis del mapa de anomalías de Bouger, se obtuvieron direcciones de lineamientos preferenciales de orientación noroeste-sudeste y su conjugado noreste-sudoeste, los que se extienden a los sectores transfronterizos de Uruguay y de Brasil.

En el análisis de los lineamientos estructurales estudiados, se halló una complejidad de tal magnitud que solamente pudo ser resuelta con un análisis regional amplio del comportamiento tectónico de los supercontinentes *Pangea* y *Gondwana* hasta la actualidad.

Así, en el cratón del Río de La Plata en su concepción amplia, encontramos evidencias tectosedimentarias de la vinculación de los lineamientos con procesos ocurridos en los diferentes ciclos que afectaron la región en el Proterozoico. Es muy probable que el desarrollo de dominios distensivos mesozoicos chacoparanenses y paranenses, haya sido gobernado por lineamientos preexistentes de debilidad mecánica, representados por suturas entre terrenos desde tiempos proterozoicos.

Las manifestaciones estructurales actuales se deberían a la reciente reactivación parcial y/o total de las antiguas fracturas y zonas de debilidad, debido a los movimientos de filiación andina del Cenozoico responsables, por ejemplo, de la elevación del Alto de Pay Ubre de orientación norte-sur.

Se mencionan a continuación específicamente los distintos modelos geológicos de subsuelo de Corrientes y de la Mesopotamia basados en el grado de avance de la información de pozos y geofísica.

Podemos dividir los estudios de interpretación del subsuelo de Corrientes y su zona de influencia en dos etapas, la primera desde la década del '60 al '80 en donde se inicia la interpretación de la evolución tecto-sedimentaria vinculada a la Cuenca Chaco-Paranaense y Paranaense. La segunda etapa se extiende desde los años '90 a la actualidad, donde a raíz de los estudios derivados del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní surge la interpretación de modelos geológicos y geofísicos específicos.

La actividad exploratoria de hidrocarburos en la Mesopotamia se remonta al año 1961 a partir de la ejecución realizada por YPF de pruebas de refracción en los parajes Rincón de Nogoyá y Gualaguay en la provincia de Entre Ríos. En base a las consideraciones de subsuelo realizadas y análisis geológicos de índole regional se define el primer pozo de estudio en la mencionada provincia, de carácter stratigráfico, que fue perforado en cercanías de la localidad El Pueblito (departamento Nogoyá) bajo la sigla de YPF.ER.N.1 (Nogoyá, 1961, 2.088 mbbp) Este sondeo aportó valiosa información stratigráfica para el conocimiento de la extensa Cuenca Chacoparanense ya que debajo del espeso manto (790 m) de basaltos Serra Geral (White, 1908) se comprobó la presencia de una columna sedimentaria cuyo espesor total no llegó a ser definido por las circunstancias adversas ocurridas durante la perforación.

Padula y Mingramm (1963, 1968, 1969^a, 1969^b y 1969^c) basándose en la información de pozos de exploración de hidrocarburos y de sísmica de reflexión, generaron

numerosos planos estructurales e isopáquicos de las unidades del Carbónico-Pérmico y del Mesozoico de la región del Chaco y Mesopotamia vinculándolos con la geología de Uruguay y Brasil.

En la década del 70 se desarrollan en Corrientes nuevos estudios geológicos y geofísicos con el objetivo de evaluar los recursos hídricos del Sistema Iberá ejecutados por un equipo coordinado por el Dr. Jorge Santa Cruz (INCYTH, 1977). Se efectuaron (bajo la dirección del Dr. J.J. Herrero Ducloux) 7 perfiles geoelectricos y se perforaron los pozos de INCYTH Corrientes-1 (Corrientes, 1975, 215 mbbp); INCYTH Concepción (Corrientes) (Concepción, 1975; 91,5 mbbp) e INCYTH Santa Rosa -1 (Santa Rosa, 1976, 237 mbbp) describiéndose su estratigrafía hasta la Fm. Solari y efectuándose diversos análisis en laboratorio (ver Anexo).

En la década de los '80, YPF S.A. realiza los únicos estudios de sismica de reflexión en la meseta de Mercedes en la provincia de Corrientes. Este estudio consistió en un limitado número de líneas sísmicas de reflexión, las que son presentadas en este informe.

Ya a fines del siglo XX, Fernández Garrasino (1996; 1998) actualiza la información del Gondwana de Entre Ríos y estudia las posibilidades de almacenamiento de gas de sus reservorios.

Introcaso (1999) presenta su carta isogálica con Anomalías de Bouguer para la Mesopotamia Argentina sobre datos de gravimetría del IGM, mientras que Silva Busso (1999) defiende su Tesis sobre el Sistema Acuífero Termal de la Cuenca Chacoparaneense Oriental de Argentina.

Posteriormente se efectúan diversos estudios estratigráficos regionales, geoquímicos y evolutivos (Tófaló et al. 2004, Fernández Garrasino et al. 2005; Tófaló et al. 2008).

Recientemente, y a partir de los estudios geofísicos realizados a instancias del PSAG (Proyecto Sistema Acuífero Guaraní: GEF, BM, OEA, Ar. Br. Py y Uy), se inicia una nueva etapa de generación en campo, gabinete y laboratorios, e interpretación de datos con mayor interés en modelos geológicos de subsuelo basados en estudios geológico-geofísicos para la región, incluyendo la provincia de Corrientes

Consecuentemente Rossello et al. (2006) publican sus estudios acerca de la evolución tectónica del Alto de Asunción-Río Grande. (Paraguay, Corrientes y Uruguay)

Asimismo Corbo (2006) defiende su Tesis de Maestría con un modelo geofísico de subsuelo del Piloto Concordia (Entre Ríos) – Salto (Uruguay) en base a información de estudios MT y AMT del SAG.

Se comienzan a dar a conocer los estudios geológicos y geofísicos de MT y AMT en Entre Ríos (Fernández Garrasino, 2008; Fernández Garrasino y Rezoagli, 2008) y de Corrientes (PSAG, Ingesur Geodatos, 2009).

Asimismo, se dan a conocer los resultados de la definición de la estructura en la zona del río Uruguay a partir de estudios magnetotéluricos (Corbo, et al. 2012)

Entre los trabajos presentados recientemente se destacan la Tesis de Maestría de Mira, (2012) y su modelo geofísico gravimétrico 3D (Mira et al. 2013)

El profuso desarrollo de perforaciones para explotar aguas termales en Entre Ríos reavivó el interés sobre los estudios regionales destacándose entre otros el trabajo de Tesis Doctoral de Mársico (2013).

En años muy recientes y en base a los resultados de la explotación de acuíferos termales del Sistema Acuífero Guaraní se perforan pozos profundos termales en la provincia de Corrientes a saber: Monte Caseros (Monte Caseros, 2010, 1.050 mbbp), Yapeyú (Yapeyú, 2009, 749 mbbp) y Curuzú Cuatíá (Curuzú Cuatíá, 2012, 1.034 mbbp) (Montaño y Decoud, 2013).

Posteriormente Mira *et al.* (2015) desarrollan un nuevo modelo geológico para la provincia de Corrientes en base a todos los antecedentes de perforaciones de exploración de hidrocarburos y de aguas, perfiles MT y AMT, y estudios gravimétricos precedentes.

Finalmente trabajos de integración regional y de actualización vinculados al Sistema Acuífero Guaraní han sido coordinados por el Dr. Jorge N.Santa Cruz (Gulisano, 2013 y Rodríguez *et al.*, 2015).

5. PROVINCIALISMO GEOLÓGICO - GENERALIDADES HISTÓRICAS

La provincia de Corrientes se halla en la zona de transición entre las cuencas geológicas Chacoparanense y Paraná, participando de rasgos comunes para ambas. Fundamentalmente se considera que la estratigrafía y estructura profunda de Corrientes responde a la cuenca Paraná mientras que la geología superficial es más afin con la cuenca Chacoparanense.

La suma del área de ambas cuencas es de 1.400.000 km² y, en algunos sectores, se encuentran rellenas por hasta 7.000 m de espesor de rocas ígneas y sedimentarias. (Zalán et al., 1990).

En Corrientes el espesor máximo calculado por modelado geológico-geofísico sería de unos 4.000 m de sedimentos con un promedio cercano a los 2.000 m. Esta columna sedimentaria respondería a un registro que se extiende desde el Paleozoico hasta la actualidad (Fig. 1). En ambas cuencas se presentan rasgos estratigráficos similares como respuesta a los cambios geodinámicos a nivel global que reflejarían su evolución bajo distintos ambientes tectónicos (Mira et al., 2015; 2016).

Los primeros registros sedimentarios se remontarían al Paleozoico inferior y se preservarían en los grábenes de Corrientes y Curuzú Cuatiá. Estos registros no han sido atravesados por perforaciones, razón por la cual se interpreta que por su posición y geometría podrían relacionarse con las formaciones Árbol Blanco y Pirané (Mingramm, 1965) y con la Fm Zapla (Mingramm y Russo, 1972) conocida en el subsuelo al norte del Alto Pampeano-Chaqueño (Chebli et al., 1999, Mira et al.; 2016)

Asimismo, se ha propuesto para el subsuelo de Corrientes, la presencia de rocas sedimentarias devónicas (Melo, 1989; Mira et al., 2015) equivalentes a las que componen las formaciones Furnas (Bigarella et al., 1961) y Ponta Grossa (Petri, 1948) de Brasil, las formaciones Cerrezuelo, Cordobés y La Paloma (Bossi, 1966) de Uruguay o las formaciones Copo, Caburé y Rincón (Padula y Mingramm, 1967) de la cuenca Chacoparanense en las provincias de Salta y Santiago del Estero (Mira et al.; 2016).

El inicio de la sedimentación carbonífera está caracterizado por amplios registros sedimentarios de naturaleza glacial seguidos inmediatamente por un evento marino transgresivo. En Uruguay, las sedimentitas permocarboníferas depositadas bajo influencia glacial se denominan Formación San Gregorio (Preciozzi et al., 1985), mientras que sus equivalentes en Rio Grande do Sul, el denominado Grupo Itararé (Petri y Fulfaro, 1988), son poco conocidas, confirmándose su existencia al menos en varias perforaciones al sur de la localidad de Bagé. Esta sedimentación bajo influencia glacial se extendería hacia el subsuelo de Corrientes (Mira et al., 2015; 2016).

Entre el Devónico y la mencionada sedimentación basal glacial carboníferopérmica se reconoce una discordancia regional en amplias regiones de las cuencas de Paraná y Chacoparanense (López Gamundi y Rossello, 1993; Milani, 1997), y llega a ser transicional hacia Paraguay, en la región del Bajo de San Pedro (Fulfaro, 1996).

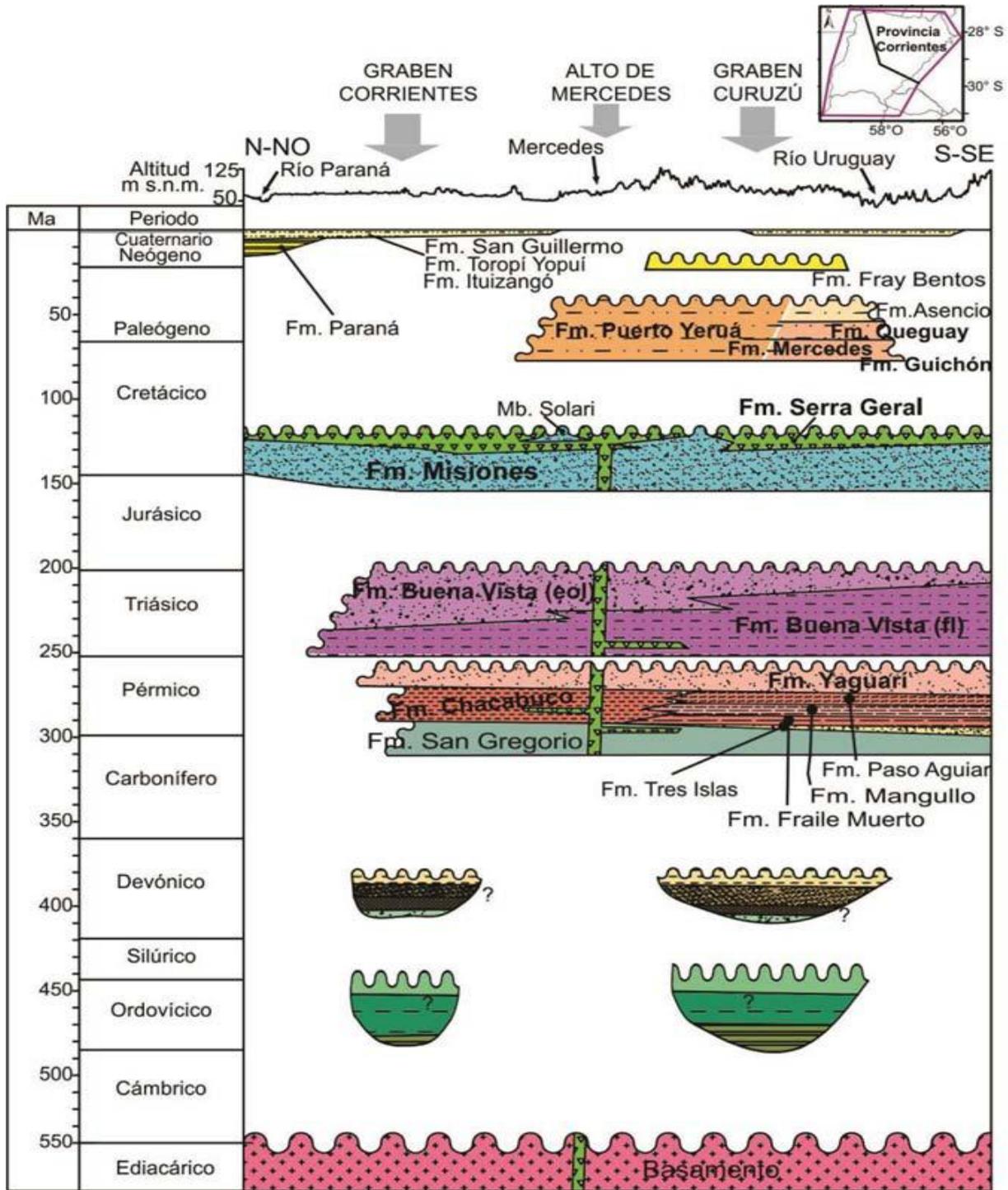


Figura 1. Columna Estratigráfica de Corrientes (Mira et al., 2015).

Durante el Pérmico medio, se instala un extenso mar epicontinental que cubre los ámbitos chacoparanense y paranense y parte de otras cuencas gondwánicas occidentales. El denominado “Mar Palermo” en el ámbito de la Cuenca de Paraná, materializa ese momento de avance del mar sobre las áreas cratónicas gondwánicas, y está representado por distintas formaciones en los ámbitos chacoparanenses (Mira et al., 2016).

En Corrientes, ese mar estaría presente al menos en el extremo oriental, con depósitos equivalentes a las formaciones Fraile Muerto, Mangullo y Paso Aguilar (Elizalde, 1970) y sus correlatos brasileños, las formaciones Palermo (Schenieder et al., 1974), Irati (Schenieder et al., 1974) y Teresina (Lavina, 1998). Cabe recordar que el pozo Ale-

grete en Rio Grande do Sul, próximo a la provincia de Corrientes, muestra espesores muy importantes de estos registros. Mira et al. (2015, 2016) proponen que estos paquetes marinos pasarían transicionalmente hacia el noroeste, a la Formación Chacabuco (Padula y Mingramm, 1969) en el subsuelo argentino.

El levantamiento generalizado de las áreas cratónicas como respuesta a la tectónica compresiva desarrollada en la margen occidental de Gondwana hacia finales del Pérmico (Cobbold et al., 1986; Zalán et al., 1990; López Gamundi et al., 1994, Milani y Ramos, 1998) sería en parte responsable de la continentalización de esos antiguos ámbitos marinos. Los depósitos transicionales y continentales de finales del Pérmico están representados por diversas formaciones, entre las que se destacan las Formaciones Rio do Rasto y Sanga do Cabral en Brasil, y sus litocorrelatos Formación Yaguarí y Buena Vista en territorio uruguayo y correntino (Acevedo et al., 1985).

En el Mesozoico, se instala una sedimentación continental coligada a climas áridos a desérticos que produjo importantes áreas de acumulación donde se preservaron depósitos asociados de tipo fluvial, eólico y, subordinadamente fluvio-lacustres, que constituyen las unidades del Sistema Acuífero Guaraní y unidades geológicas psamíticas anteriores. En el área aquí considerada, han sido agrupadas como Formación Misiones (Putzer, 1962) y se desarrollan por encima de la discordancia permo-eotriásica y por debajo de los basaltos de la Formación Serra Geral (Wildner et al., 2007).

El límite superior del “Acuífero Guaraní” (Formación Misiones) está dado por los derrames basálticos identificados como Formación Serra Geral. Estos basaltos están formados por distintas litologías: brecha basáltica, basalto vesicular y basalto porfídico, habiendo sido datado entre 137 y 127 Ma (Milani et al., 2007; Janasi et al., 2011).



Figura 2 Fm. Serra Geral. Cantera La Milagrosa. Curuzú Cuatiá.

La intercalación de dunas eólicas con los primeros flujos volcánicos permitió la preservación de importantes paquetes de areniscas intercaladas entre los basaltos, conjunto que se ha denominado Formación Solari (Herbst y Santa Cruz, 1985; Scherer, 2002), que afloran de manera discontinua en la provincia de Corrientes, evidenciando que en dicha región están presentes las coladas inferiores de basaltos (Mira et al., 2016).

Este magmatismo mesozoico es producto de la ruptura de Gondwana que dio inicio a la apertura del océano Atlántico, la cual se habría iniciado a través de movimientos diferenciales en el interior de los núcleos cratónicos gondwánicos (la denominada “Reactivación Wealdeniana” de Almeida, 1972).

Como resultado de ello, se produjo la reactivación de antiguas fallas con el consecuente levantamiento de bloques, arcos y la intensificación de la subsidencia en el interior de las cuencas Paraná y Chacoparanense asociada a distintas fases de salida de un magma tholeítico predominante en estas cuencas.

El primer evento depositacional que yace sobre los basaltos corresponde a las sedimentitas clásticas finicretácicas, de origen fluvial y aluvial, con ocasionales intercalaciones de calcretes, y que de una forma general, se reúnen en la Formación Puerto Yerúa (Herbst y Santa Cruz, 1985). A esta unidad le suceden los depósitos cenozoicos que ocupan buena parte del sector centro – oeste de Corrientes, con las formaciones Fray Bentos, Paraná e Ituzaingó. Desde el Pleistoceno superior se disponen discordantemente los sedimentos lacustres de la Formación Toropí-Yupoí (Herbst y Santa Cruz, 1985) de amplia distribución en Corrientes. El Holoceno superior se caracteriza por depósitos de limos eólicos de escaso espesor que coronan el resto de los materiales.

Desde un punto de vista estructural, las características tectónicas de la zona de estudio están condicionadas por varias estructuras principales que han sido recopiladas por Almeida (1981), Zalán et al. (1991), Zalán (2004) y Soares (2008). Estos autores señalaron la influencia del basamento en el desarrollo de dichas estructuras, que incluso deforman la secuencia estratigráfica completa de las cuencas Paraná y Chacoparanense. Lo mismo ocurre con la gran estructuración noreste asociada al desarrollo del rift central de la cuenca de Paraná.

Mira et al. (2015) sugieren que esta estructura extensional de dirección noreste, mostraría continuidad a lo largo de Misiones y Corrientes en Argentina (Fig. 3), y sería la responsable de la presencia de sedimentos precarboníferos en Corrientes. Esta amplia estructura extensional está formada por altos y bajos estructurales de dirección noreste, quedando interrumpida en el sector central de la provincia de Corrientes por el trazado de la Dorsal Asunción-Río Grande que constituye la otra gran estructura geológica presente en la zona.

Según Rossello et al. (2006), la Dorsal Asunción-Río Grande forma un gran anticlinal que conectaría el arco de Asunción con el de Río Grande. En la parte intermedia de esta dorsal, a lo largo de la provincia de Corrientes, no habría afloramientos de un basamento que constituiría su núcleo en Paraguay (al norte) y en Río Grande do Sul (al sur). Esto se debe al hundimiento relativo respecto a sus márgenes por las fallas paralelas al río Uruguay.

En Corrientes, otros rasgos tectónicos de menor envergadura son el Alto de Mercedes y las fosas tectónicas de Corrientes y Curuzú (Mira et al., 2015). Estas fosas de dirección noreste, fueron afectadas por la tectónica asociada a la actuación de la Dorsal Asunción-Río Grande (DARG). La misma propició el desarrollo de estructuras y fallas de dirección noroeste, cuyo elemento más notorio es precisamente la traza de la Dorsal

Asunción-Rio Grande en el subsuelo correntino. Esta estructuración noroeste, coincidente con la traza de la dorsal, habría interrumpido la continuidad de las fosas Corrientes y Curuzú Cuatiá hacia el noreste, depocentros que esbozan luego su continuidad en el extremo noreste de Corrientes y el subsuelo de Misiones.

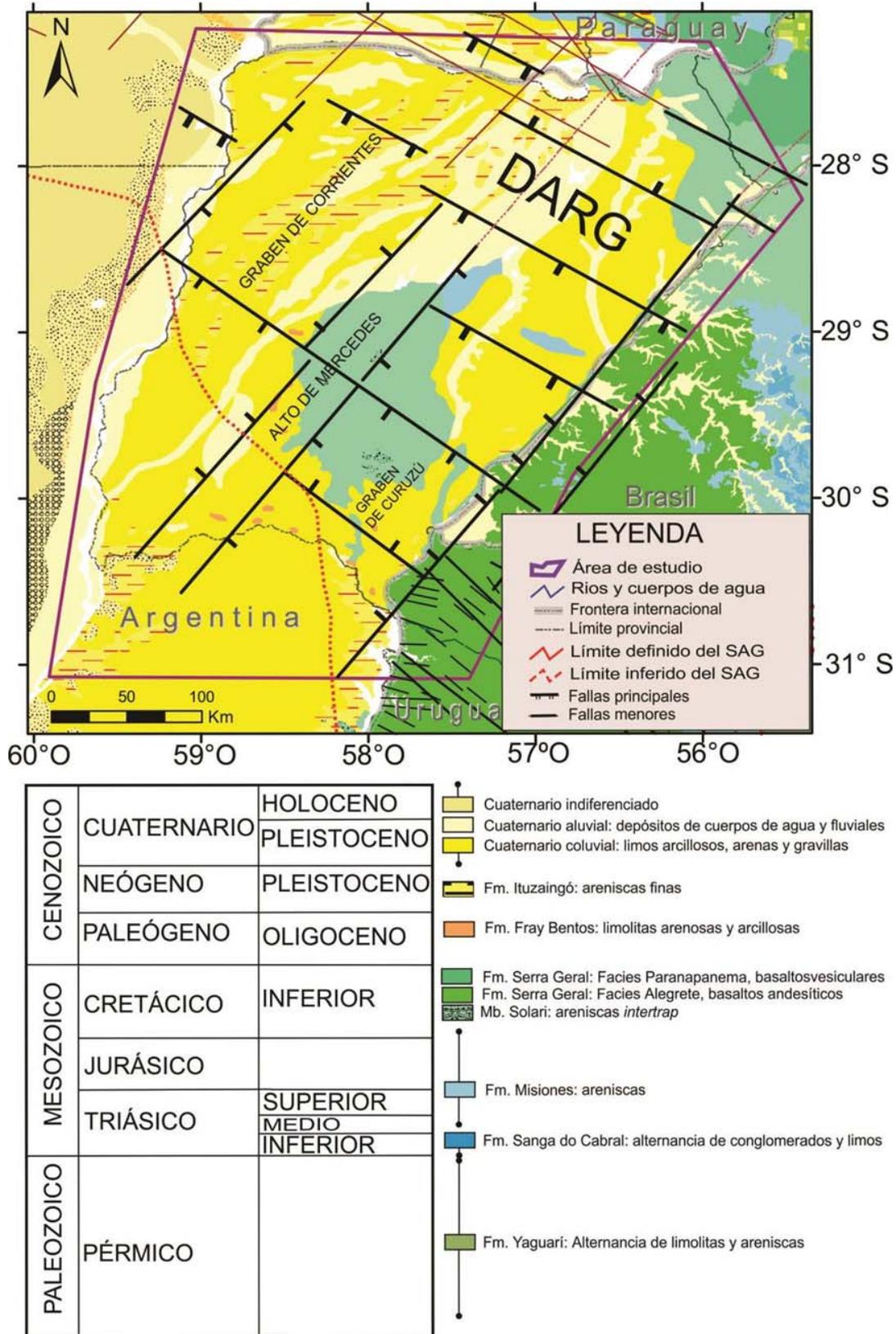


Figura 3. Esquema geológico y tectónico de Corrientes. (Mira *et al.*, 2016)

Según Zalán et al. (1990) y Mira et al. (2015), las lineaciones tectónicas tanto en la cuenca Chacoparanense como en la de Paraná, siguen a nivel regional principalmente orientaciones noreste y noroeste. La dirección noreste es la misma que la originada por la cuenca de Paraná y Chacoparanense, mientras que la noroeste responde a la apertura del océano Atlántico, por lo que las fracturas con esta dirección suelen estar rellenas de diques de diabasas (Fig. 3).

6. GEOLOGÍA DE SUPERFICIE

Desde el punto de vista litoestratigráfico, las unidades geológicas de superficie de la provincia de Corrientes fueron reunidas y descritas en forma sistematizada con criterios modernos por Herbst y Santa Cruz (1985). Se presenta a continuación una síntesis actualizada de los aspectos geológicos más conspicuos de dicho territorio provincial.

ESTRATIGRAFÍA DE SUPERFICIE DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES-PETROGRAFÍA-MINERALOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA.

Se describen aquí las unidades Formacionales presentes en la superficie de la provincia de Corrientes (Tabla 1).

Edad	Unidades	Litología	Ambiente
Pleistoceno	Fm Toropí-Yupoí	Limo, arcilla plástica y arena fina	Palustre - fluvial
Plio-Pleistoceno	Fm Ituzaingó	Areniscas y areniscas friables	Fluvial
Paleógeno-Oligoceno	Fm Fray Bentos	Limolitas rosadas con presencia de carbonato de calcio	Continental
Cretácico Superior	Fm Yeruá Fm Pay Ubre	Rocas conglomeráticas y calcáreas	Lacustre
Cretácico Inferior a Jurásico Superior	Fm Solari	Areniscas eólicas en estructuras dunares, medias y medias a finas, con menor participación de psamitas finas de colores rojizos. Arenitas, psefitas y limolitas en subsuelo (ambiente fluvial ¿)	Eólico/Fluvial?
	Fm Serra Geral	Basaltos tholeíticos	Volcánico extensivo

Tabla 1: Cuadro Estratigráfico de Formaciones de Superficie de la Provincia de Corrientes

MESOZOICO

Grupo Solari – Serra Geral

La sucesión estratigráfica que aflora en la provincia de Corrientes se inicia con el Complejo Volcánico y Sedimentario del Grupo Solari-Serra Geral. El mismo está constituido por la Formación Serra Geral compuesta de basaltos tholeíticos y la Formación Solari constituida por areniscas eólicas.

Las areniscas y basaltos de este grupo fueron descritas formalmente por primera vez por Bonarelli y Longobardi (1929). Dichos autores mencionan las rocas de la “serie Saobentina”, adjudicándolas al Triásico, en concordancia con la opinión generalizada de aquella época. En general estas rocas, abundantes y con amplio dominio territorial, fueron consideradas sin mayor análisis hasta la década de 1950.

El grupo se ubica cronológicamente en el Neojurácico-Eocretácico con la solución estratigráfica propuesta por Herbst (1971) y complementada por Jalfin (1987) en aspectos sedimentológicos y paleoambientales.

Longarzo (2007) reconoció esta formación en la provincia de Misiones y publicó estudios petrográficos comparativos de los afloramientos relevados.

Las vulcanitas de este Grupo fueron referidas en Corrientes como “basaltos de Serra Geral” y correlacionadas con sus homólogas de Brasil, Paraguay y Uruguay, mientras que la ubicación estratigráfica de las areniscas/cuarcitas (con diversas denominaciones) fluctuó entre prebasáltica, intrabasáltica (intertrap) y suprabasáltica.

Debido a que estos “basaltos” constituyen la roca fundacional de las grandes presas de la región mesopotámica, sus estudios más detallados permanecen prácticamente inéditos (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Teruggi (1955) caracteriza a las vulcanitas de la superficie de Misiones como basaltos tholeíticos, realizando numerosas descripciones petrográficas y químicas de tales rocas. Asimismo fueron estudiadas en el Alto Paraná de Corrientes por De Alba (1953) que presentó un estudio geotécnico de las mismas.

Las vulcanitas fueron asimismo caracterizadas recientemente a través de estudios geoquímicos y magmáticos por Lagorio y Leal (2005a, 2005b) y Wildner et al. (2007).

Formación Serra Geral

Los basaltos tholeíticos de esta Formación geológica muestran color gris muy oscuro a gris rojizo. Son augíticos, de textura intersertal, subofítica, hialopíltica o a veces levemente porfírica.

De modo general, se han citado disposiciones intersertales y subofíticas, sólo a veces porfíricas. Cerca del techo de los derrames basálticos, las texturas se caracterizan por ordenamientos microcristalinos, hialopílticos, o afaníticos, pero hacia la base de los mismos, son frecuentes los rasgos intergranulares y subofíticos (Cortelezzi y Gómez, 1964, 1965; Herbst, 1971; Böttcher, 1977; Gentili y Rimoldi, 1979; Herbst y Santa Cruz, 1985).

Esta diferenciación vertical se hace notoria en los mantos más espesos, como respuesta a una menor velocidad de enfriamiento de las zonas internas (De Alba, 1953).

La base puede ser vítrea, comúnmente alterada en cloritas verdosas, con microlitos y tablitas de plagioclasa opaca y piroxenos. La plagioclasa oscila entre andesita cálcica a labradorita ácida, estando a veces alterada en caolinita y sericita. El piroxeno corresponde a augita presentando a veces cristales de olivino alterado.

En el caso de los basaltos alveolares, las amígdalas pueden estar rellenas por cloritas, calcedonia, calcita, materiales arcillosos, impregnaciones de óxidos de hierro o ceolitas (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Los estudios petrográficos realizados al presente permiten reconocer parámetros texturales y composicionales a partir de los cuales es posible clasificar a estas rocas. Así, la determinación del grado de cristalinidad, el tamaño de grano de los componentes, la relación de tamaño entre los cristales y la forma de los mismos determinan texturas, en tanto que el análisis composicional permitió ubicarlas en el campo de basaltos y andesitas por medio del diagrama ternario Q:A:P (Acrónimo de los términos en inglés para el cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa, ampliamente utilizado por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas) (Fig 4).

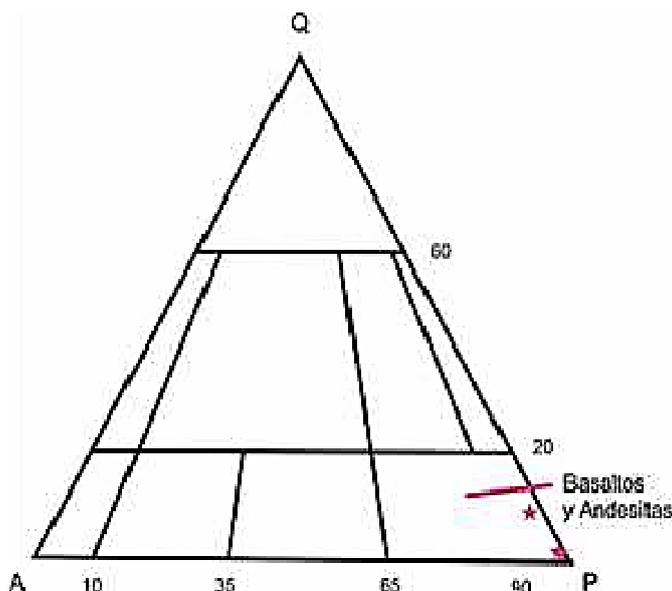


Figura 4.- Clasificación de los basaltos

La muestra tomada durante el presente trabajo en la cantera “La Milagrosa” de la localidad de Curuzú Cuatiá (S 29°22'49,2" W 58°11'05,1") permitió determinar (CIG – La Plata, ver Anexo Análisis) un basalto plagioclásico de composición básica a intermedia con clinopiroxenos y máficos opacos (magnetita, ilmenita y hematita), inequigranular, intergranular con sectores de textura traquítica mostrando cierta orientación de los microlitos. Se observan escasas arcillas por alteración de plagioclasas; serpentina e iddingsita por alteración de piroxenos; y palagonita (mezcla de arcillas, ceolitas y óxidos) por alteración de vidrio volcánico.

En la cantera “Polan” ubicada en la localidad de Yofre (S 29°08'12,9" W 58°21'38,9") se tomaron muestras de vulcanitas de las variedades de color rojo y negro. Tales muestras corresponden a basalto plagioclásico de composición básica con ortopiroxenos y minerales opacos posiblemente magnetita.

Contienen un porcentaje reducido de vidrio volcánico alterado a palagonita. La textura es inequigranular a intersertal. Se observa escasa arcilla, posiblemente sericita, y epidoto por alteración de plagioclasas; serpentina e iddingsita por alteración de piroxenos y palagonita (mezcla de arcillas, ceolitas y óxidos) por alteración de vidrio volcánico (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

Origen y Ocurrencia

Los basaltos de la Fm Serra Geral están asociados a procesos genéticos desarrollados durante la apertura de la Dorsal Mesoatlántica y la ruptura del Supercontinente Gondwana que además de la erupción de 1,5 km³ de lavas básicas, son responsables de la generación de la Cuenca Pericratónica de Paraná.

Esta formación corresponde a un magma básico caracterizado por su gran fluidez. Sus lavas alcanzaron la superficie terrestre a lo largo de gran cantidad de fisuras, derramándose en coladas sucesivas y discontinuas, como lo demuestra la presencia de algunas pequeñas lentes de espesores y superficies variables de arenisca de origen eólico intercaladas y diversamente afectadas por las temperaturas de las distintas coladas.

Al derramarse cada colada la superficie preexistente pudo estar representada por rocas de mayor edad que la serie eruptiva o por una colada anterior, o aún, ocasional y

parcialmente, por arenas eólicas. La fluidez de las lavas les permitió recorrer distancias considerables a partir de las grietas de fusión.

Tales lavas, primitivamente ricas en gases, permitieron su escape al derramarse sobre la superficie. Se formaron así numerosas burbujas con tendencia ascendente, aumentando su cantidad y tamaño hacia la parte superior de cada colada. Cerca de la superficie, la rapidez de la solidificación permitió la conservación parcial de las burbujas, confiriendo a la roca un aspecto esponjoso. En cambio la parte media de la colada al enfriarse más lentamente, conserva por más tiempo su plasticidad permitiendo el escape casi total de los gases y confiriéndole un aspecto prácticamente compacto. Además la parte basal de cada colada, por su fuerte fricción con la superficie preexistente, se desliza con menor velocidad que la parte superior. Ello da lugar al tipo de estructura denominada lajosa con cierta apariencia sedimentaria (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

Próximos a las bases de los derrames suelen presentarse sistemas horizontales de diaclasas, explicados por flujo laminar diferencial durante las efusiones (De Alba, 1953).

De manera general se trata de basaltos tholeíticos y andesitas basálticas, con alguna colada de riolitas y riodacitas (Peate, 1997). Las dataciones absolutas realizadas sobre estas rocas posiciona, por término medio, el evento Serra Geral entre 137 a 127 Ma (Milani, 2007).

Sin embargo según las últimas mediciones realizadas mediante el método geocronológico $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (Thiede y Vasconcelos, 2010), el vulcanismo que originó estos basaltos habría comenzado a los $134,7 \pm 1$ Ma y durado menos de dos millones de años, valor casi idéntico al aportado por Janasi et al. (2011) de $134,3 \pm 0,8$ Ma.

Geoquímica

Las especies tholeíticas se caracterizan por menores porcentajes de olivinas e índices de acidez más altos que los valores propios de basaltos normales.

Tales atributos de composición pueden deberse a efectos de asimilación durante el ascenso del magma basáltico original, a través de la corteza continental alúminosilicática. También sería posible que estos basaltos tholeíticos se hubiesen relacionado genéticamente con precipitaciones y cristalizaciones a partir de soluciones sílicoacuosas juveniles, influidas por descenso de temperatura en el transcurso de la evolución térmica regional. Diques, vetas y filones de cuarzo, se vincularían con estos fluidos residuales, enriquecidos en componentes ácidos de menor rango de cristalización.

Investigaciones sobre muestras de vulcanitas de la Fm. Serra Geral colectadas en cercanías de Posadas, San Ignacio, Eldorado y Bernado de Irigoyen (Misiones, Argentina), permitieron establecer diferenciaciones texturales y geoquímicas (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

Estas últimas harían posible definir cronologías relativas entre derrames basálticos, según un ensayo de "estratigrafía química", para la cual son importantes los contenidos de TiO_2 . Se determinó para Misiones una diferenciación de tipos basálticos estableciéndose que las variedades de la región sur serían más maduras que los del norte, las cuales representarían litotipos más jóvenes (Lagorio y Leal, 2005a).

Distribución y espesores

La Formación Serra Geral es la que tiene más amplia distribución superficial y subsuperficial en la provincia de Corrientes. Los basaltos afloran en toda el área noeste de la provincia extendiéndose hacia Misiones y siguen a lo largo del río Uruguay hasta Mocoretá (continuando luego en Entre Ríos). Constituyen a su vez los lechos de los ríos Aguapey y Miriñay (a veces tapados por los sedimentos modernos) y afloran, aunque algo discontinuamente en toda la meseta de Mercedes (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Los espesores de basaltos que resultan de la integración por medio de diferentes perfiles superficiales desde Corrientes hasta Misiones llegan a varios centenares de metros.

En la cantera La Milagrosa (Curuzú Cuatiá) se pudo observar un frente de 10 m de potencia de basalto masivo con diaclasas subverticales, en partes levemente alveolar, con una zona de meteorización en el tope cercano al terreno (Fig. 5). En la cantera Polan de la localidad de Yofre se observó un frente de unos 14 m de potencia de basalto de color rojizo, con zonas de alteración. El frente se halla afectado por diaclasas subverticales (Fig. 6).



Figura 5. - Fm. Serra Geral. Cantera La Milagrosa (Curuzú Cuatia)



Figura 6.- Fm. Serra Geral. Cantera Polan (Yofre)

Formación Solari

Descripción litológica y paleoambiente de sedimentación

En Corrientes las rocas de la Fm. Solari son muy homogéneas. Se trata de areniscas bien seleccionadas de color castaño rojizo oscuro (5R 3/4)¹, castaño rojizo pálido (10R 5/4) o castaño claro (5YR 6/4), de tamaño fino, finamente laminadas con intercalaciones de areniscas medianas a gruesas y hasta delgados niveles conglomerádicos (Herbst y Santa Cruz, 1985; Chebli et al., 1989), pudiendo ser clasificadas en la categoría cuarzoarenitas y sublitoarenitas (Folk et al., 1970) (Figura 10). En Misiones se mencionan intercalaciones ocasionales de pelitas de escaso espesor (Fernández Garrasino, 1989).

Son areniscas cuarzosas, generalmente con más de 95 % de granos de cuarzo subredondeados a bien redondeados y en forma subordinada aparecen plagioclasas ácidas y feldespato potásico. En muy escasa cantidad se presentan opacos, turmalina, apatita, zircón y epidoto y ocasionalmente granate (Herbst y Santa Cruz, 1985).

La presencia y proporciones de cemento silíceo, caolinita y óxidos férricos que unen los granos, determinan el grado de cohesión de estas rocas que puede ser muy variable encontrándose desde areniscas bastante friables hasta muy coherentes, diferencias que pueden darse en muy cortas distancias (Herbst y Santa Cruz, 1985).

¹ Rock Color Chart. Geological Society of America.

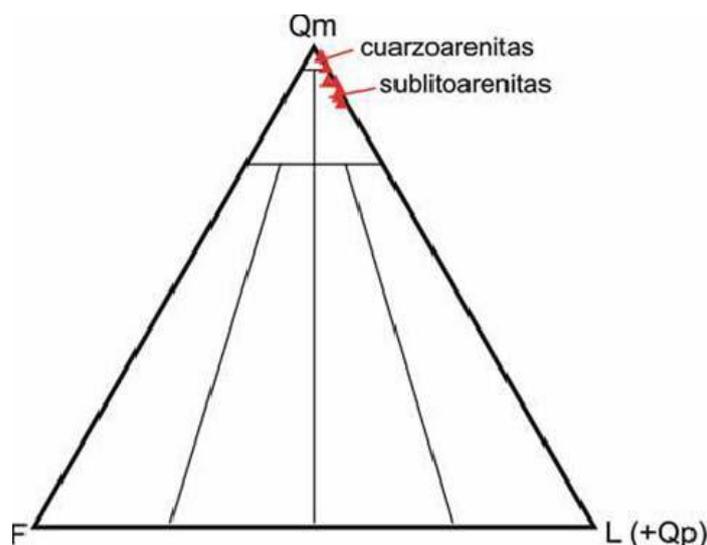


Figura 10.- Diagrama Composicional de las Areniscas de la Fm Solari. $Qm:F:L+Qp^2$ de Folk et al,1970

El análisis de muestras obtenidas en los afloramientos de la Fm. Solari en Tres Cerros e Isidro Loza (Ex Estación Solari) permitieron determinar que las mismas corresponden a areniscas de génesis eólica, algunas con gradación inversa de intralámina, maduras a submaduras, clastosostenidas, muy finas a gruesas, pobremente seleccionadas a bien seleccionadas, con empaque cerrado de clastos redondeados, con preponderancia de cuarzo monocristalino sobre escasos fragmentos líticos de vulcanitas básicas y ácidas y metamórficas de cuarzo policristalino de grano medio.

Un análisis detallado de los líticos permite observar clastos con textura porfírica con fenocristales de feldespato potásico y cuarzo en una pasta vítrea (vulcanismo ácido) y microlítica con microlitos de plagioclasa y cuarzo (vulcanismo intermedio).

En menor proporción se observan clastos de cuarzo policristalino plutónico (granos ecuanes y bordes rectos), de cuarzo policristalino de origen metamórfico (granos oblados y bordes crenulados). También algunos clastos de pelitas.

El análisis de los cementos muestra crecimiento secundario de cuarzo y cementos de calcedonia, cuarzo microgranular y ópalo, argílicos y ferruginosos. La porosidad observada es moderada a alta, con abundancia de mesoporos con escasos macroporos, muchas veces producto de la disolución de los clastos líticos.

A partir de la discriminación del área de aporte (Dickinson et al., 1983) se interpreta que las cuarzoarenitas y las sublitoarenitas corresponden, en ambos diagramas, al campo interior cratónico (Figura 11). Esto significa que los componentes de estas areniscas son principalmente el resultado de la erosión de rocas graníticas y/o gneísicas, en las que se señala una alta relación de cuarzo monocristalino respecto a cuarzo policristalino (Qm/Qp) debido a la naturaleza de las áreas de procedencia y a la mayor resistencia del cuarzo monocristalino (Qm) a los procesos de erosión y meteorización respecto al cuarzo policristalino (Qp) (Scasso y Limarino, 1997).

² $Qm:F:L+Qp$ es el acrónimo por el diagrama ternario de cuarzo monocristalino, feldespato y fragmentos líticos más cuarzo policristalino respectivamente. (Folk et al, 1970)

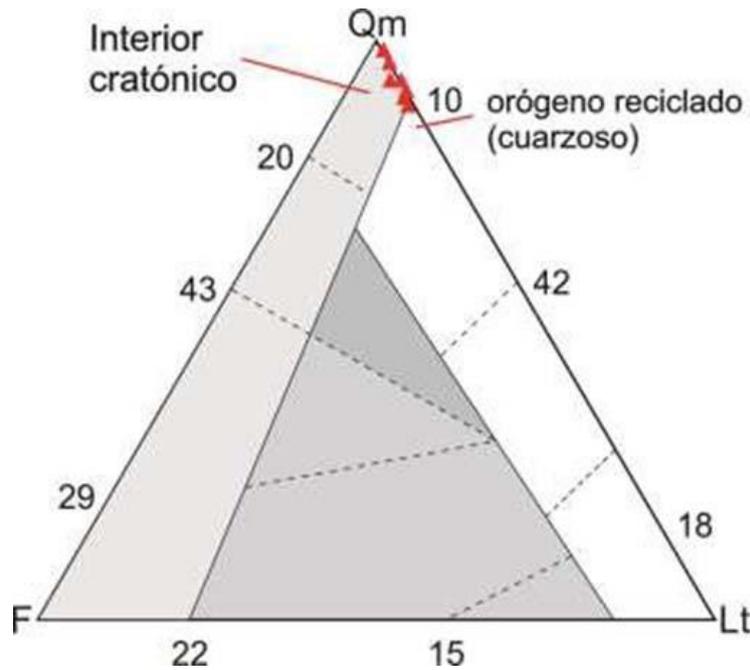


Figura 11.- Ubicación de las areniscas en el diagrama de discriminación de áreas de aporte Qt:F:Li³ (Dickinson et al., 1983)

Una población menor de sublitoarenitas se corresponden con el campo de orógeno reciclado (cuarzoso) en el diagrama cuarzo monocristalino – feldespato – líticos (Qm:F:Li) y con el campo de orógeno reciclado en el diagrama Qt:F:Li (Dickinson et al.,1983).

Lo anterior está directamente relacionado con la presencia de líticos de diversa naturaleza como los de origen volcánico (diferentes texturas reconocidas y fragmentos con textura no reconocible por la alta disolución de sus componentes cristalinos), sedimentario (pelíticos y chert), plutónicos y metamórficos (cuarzo policristalino de diferente aspecto y fragmentos de rocas) (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

El campo de orógeno reciclado incluye aquellas áreas en donde espesas columnas de rocas sedimentarias o metamórficas de bajo grado han sido deformadas y ascendidas, conformando cadenas orogénicas (Scasso y Limarino, 1997).

En particular, el ambiente de orógeno reciclado cuarzoso denota un alto contenido de cuarzo monocristalino respecto a los líticos totales, derivado del retrabajo de sedimentitas y leptometamorfitas erosionadas de una flaja plegada.

De acuerdo a estudios de microscopía de barrido electrónico realizados para este trabajo, sobre muestras de areniscas de la Fm. Solari de las localidades de Tres Cerros y de Isidro Loza (Ex Estación Solari), y seleccionadas sobre la base del estudio petrográfico realizado previamente, se ha determinado que la porosidad resulta alta a moderada con abundantes mesoporos y microporos producto de disolución autigénica de cuarzo y/o litoclastos. Las gargantas porales presentan poca a moderada conectividad, estando recubiertas por distintos tipos de cementos silíceos y ferruginosos, o bien por caolinita (Fig. 12).

³ Qt:F:Li es el acrónimo por el diagrama ternario de cuarzo total, feldespato y fragmentos líticos respectivamente (Dickinson et al., 1983)

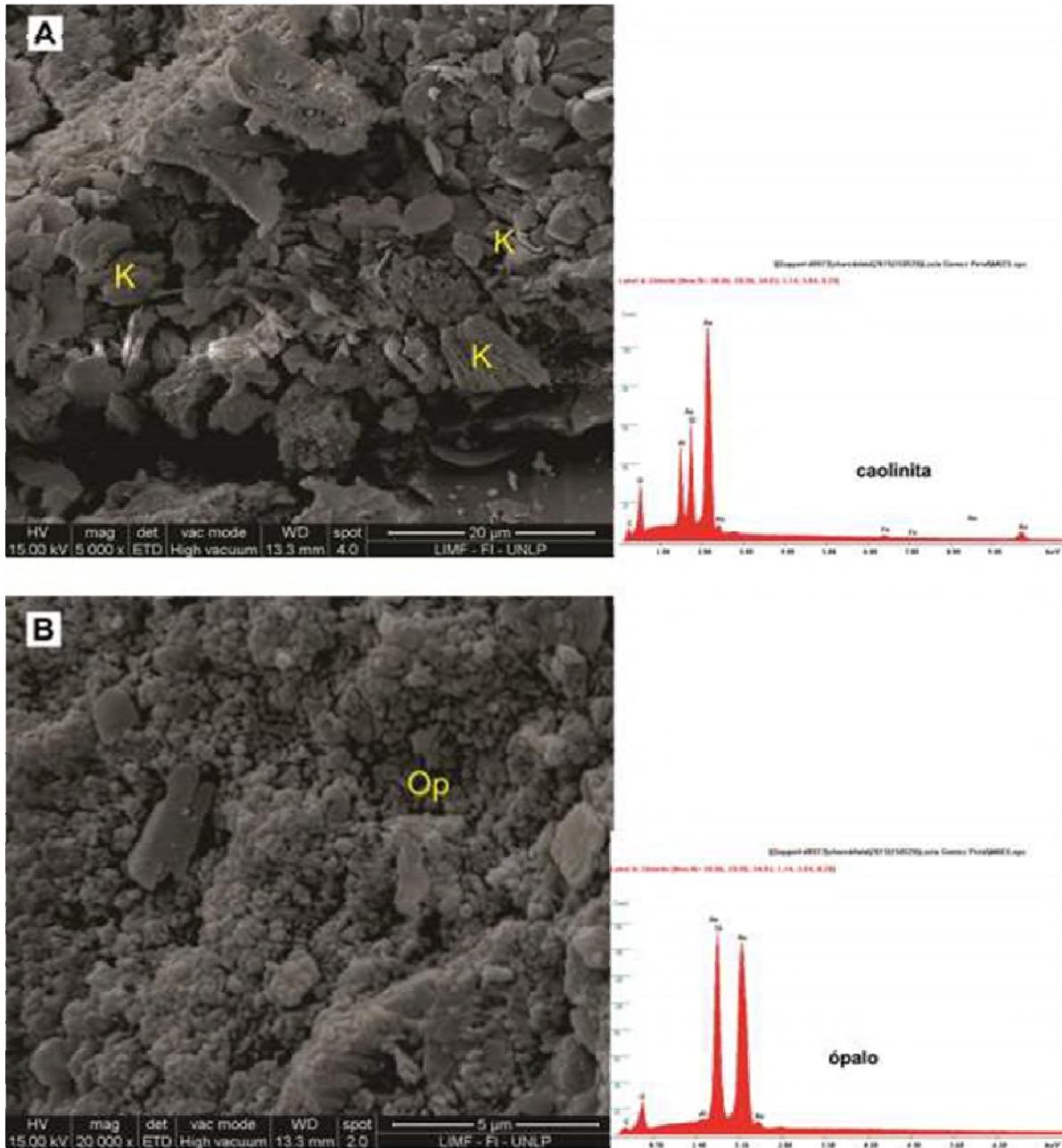


Figura 12. A) Detalle de apilamientos de láminas de caolinita (K), analizada con microsonda (ver espectro, derecha).
B) Detalle del cemento silíceo (ver espectro de microsonda) conformado por ópalo con textura microgranular

Sobre muestras obtenidas de los afloramientos de Fm. Solari de Tres Cerros y de Isidro Loza (Ex Estación Solari) se efectuaron análisis de la fracción de minerales pesados. La fracción arena (0,062 a 2 mm) en dichas muestras incluye, en general, proporciones bajas de minerales pesados en muestra total, las cuales varían en forma aproximada entre un 0,1% y 0,05%. La fracción pesada muestra principalmente minerales transparentes, micas (en general moscovitas) comunes a escasas, y abundantes opacos; mientras que la fracción liviana está constituida por cuarzo. En la fracción de minerales pesados se distinguieron minerales opacos (muy abundantes), agregados de micas (comunes) y minerales transparentes principalmente representados por turmalinas (abundantes), circones y rutilos (ambos escasos a comunes) y granates (variedad verdosa) y de anfíboles (hornblenda), piroxenos (augita/diópsido) y cianita muy escasos, advirtiéndose asimismo la presencia de alteritas.

Análisis composicionales de roca total y de fracción arcilla de los afloramientos de la Fm. Solari de Tres Cerros y de Isidro Loza (Ex Estación Solari), permitieron determinar porcentajes variables de cuarzo (entre 75 % y 93 %) con feldespato potásico (2%) y trazas de plagioclasas. Se observaron minerales de óxido de hierro (entre 2% y 10% de goetita y trazas a un 3% de hematita), de 0% a 12% de tridimita (mineral de sílice típico en vacuolas de rocas volcánicas), 5% de opacos y arcillas en proporción variable entre 2% y 18%. En esta última fracción, la caolinita y caolinita interestratificada con smectita se hallan presentes en valores que oscilan entre el 45% y 90%, acompañadas por clorita e illita interestratificadas con smectita. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación) (Figs. 13 a 15)

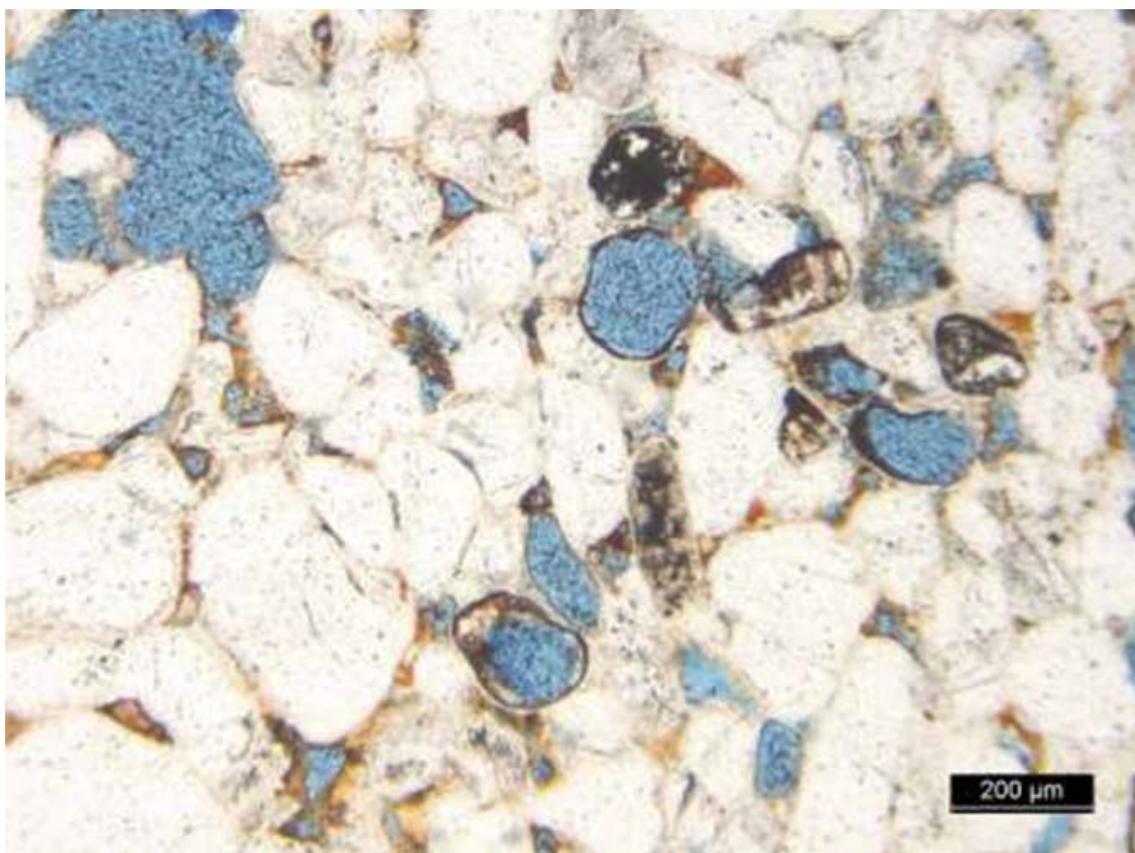


Figura 13.- Aspecto general de la arenisca evidenciando la preponderancia de cuarzo monocristalino sobre los escasos fragmentos de líticas volcánicas, los cuales muestran disolución. Nótese el crecimiento secundario de cuarzo y los cementos ferruginosos. Los poros (azul) son tanto inter como intraparticulares. La microfábrica es apretada.

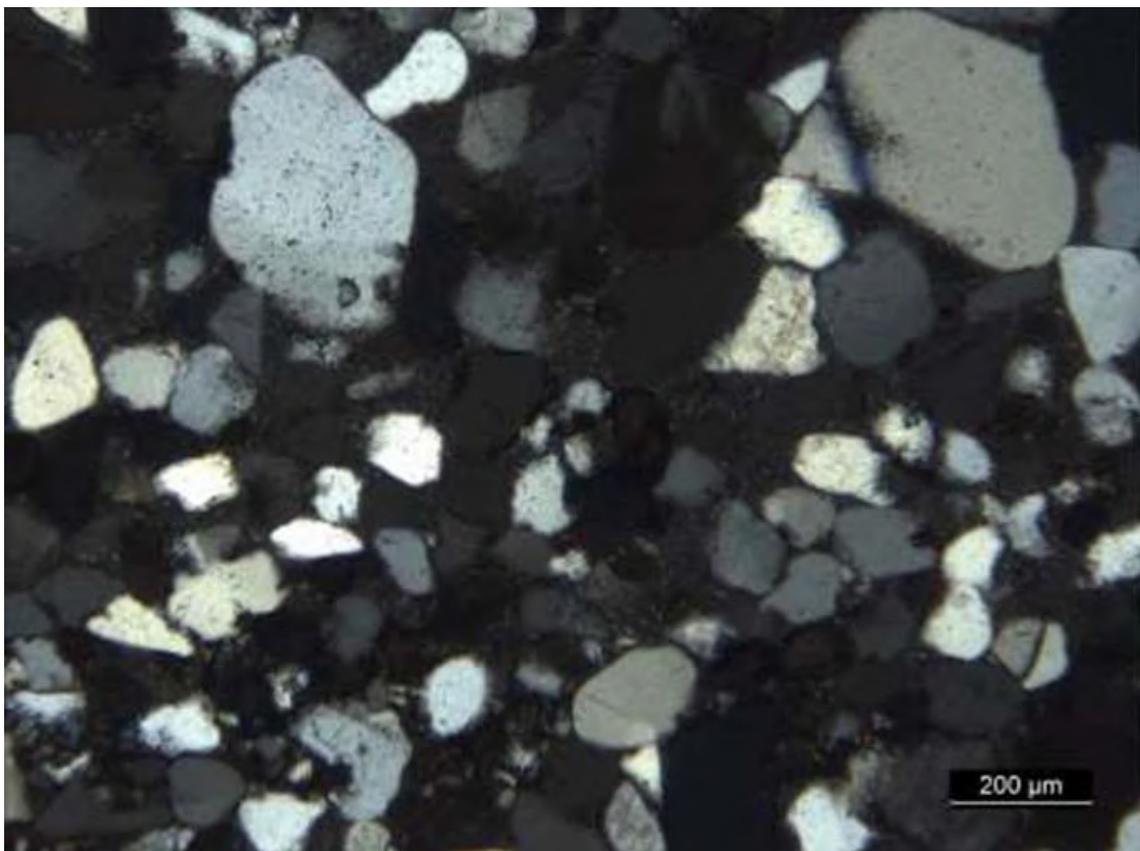
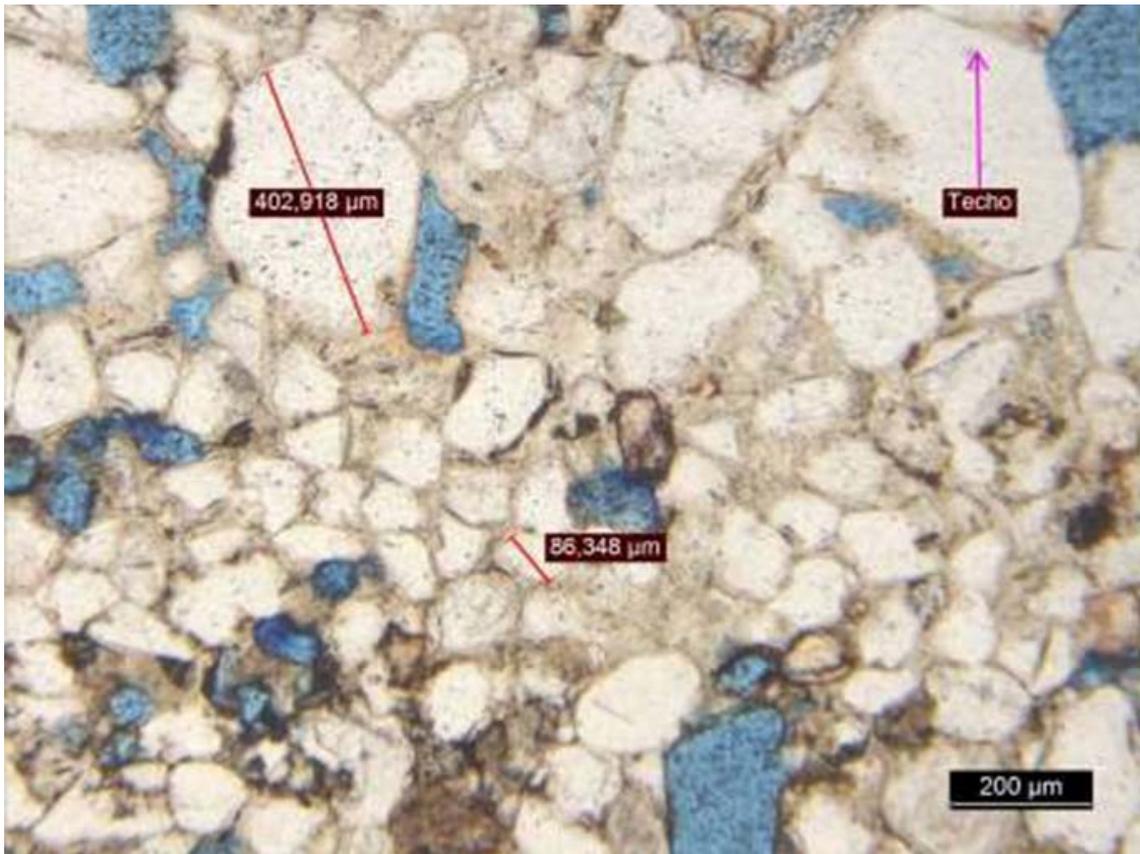


Figura 14.- Detalle de una lámina dentro de la arenisca donde se detecta la gradación inversa de los clastos pasando desde granos muy finos a medianos (líneas rojas). Nótese la composición cuarzosa de la arenisca y el redondeamiento de sus clastos y la porosidad que queda entre los mismos

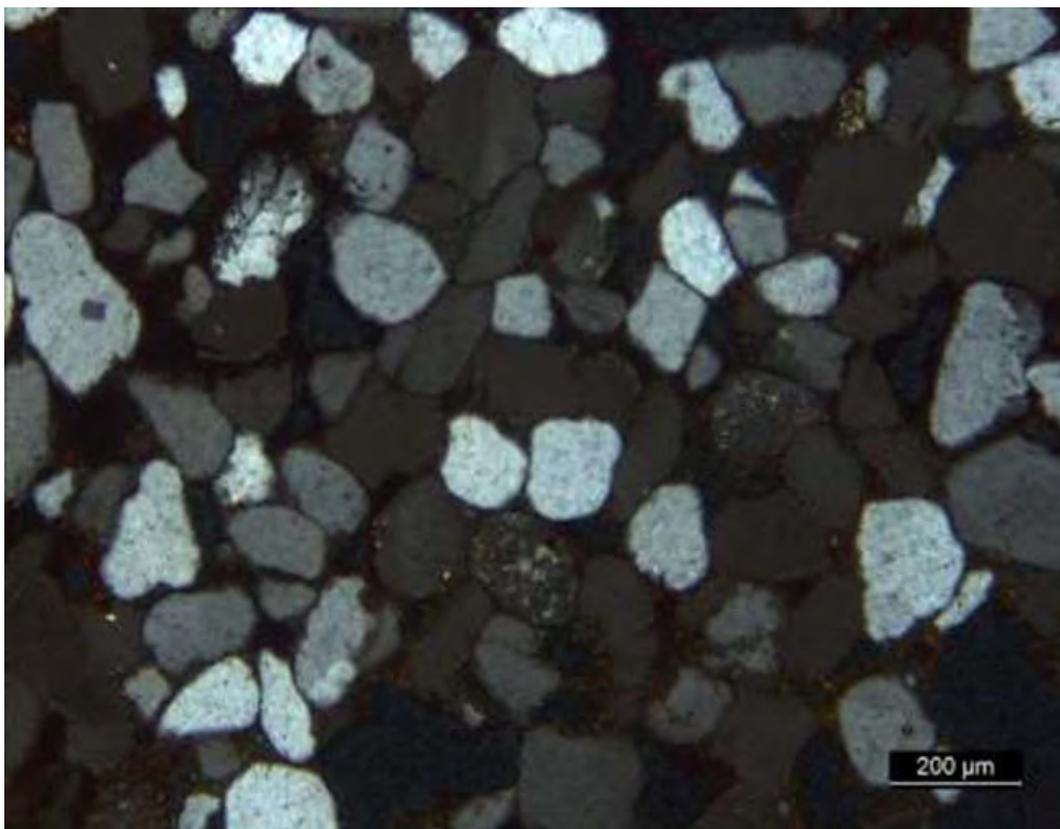
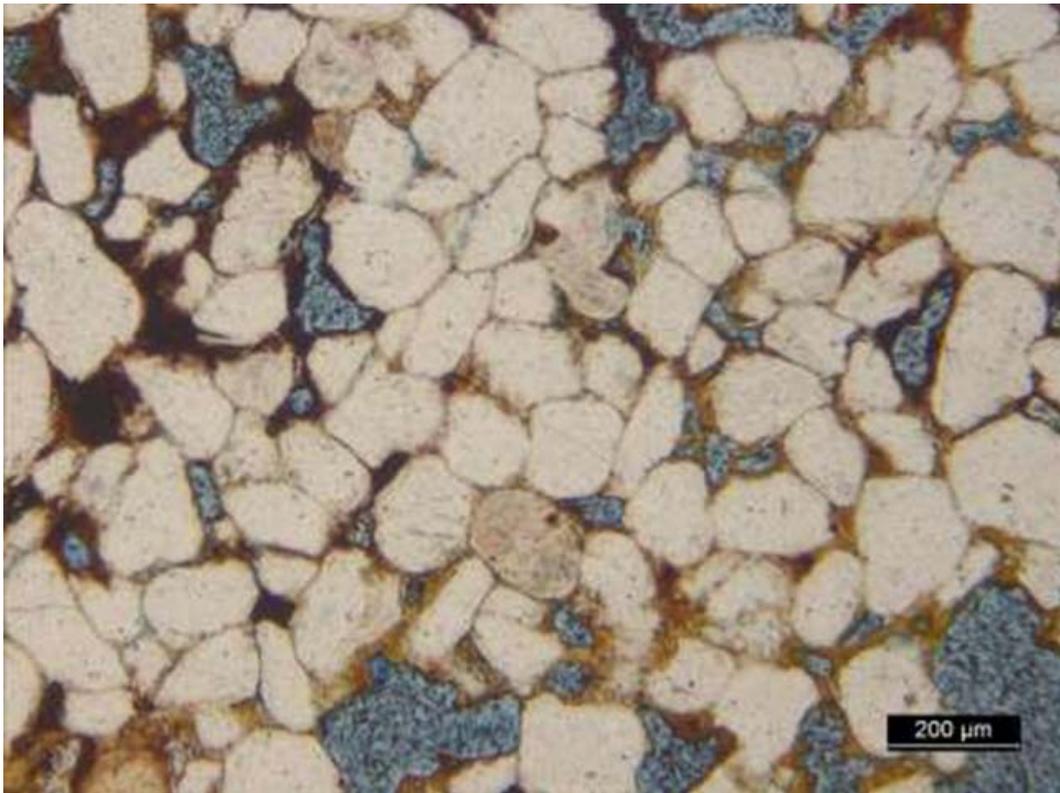


Figura 15.- Aspecto general de la arenisca donde se distingue la cementación ferruginosa y argílica (*coatings* de grano y de poros y rellenos ocluyentes del espacio poral en tonos castaños y marrón rojizos), y la abundante porosidad secundaria (mesoporos).

Los componentes principales son cuarzo monocristalino, escasos líticos y en menor medida cuarzo policristalino. Nótese el empaquetamiento apretado con contactos tangenciales y cóncavo-convexos entre granos estables del entramado.

La composición mineralógica en ambas fracciones muestra claramente el aporte sinsedimentario de los elementos de la degradación de rocas volcánicas básicas e intermedias como son los óxidos de hierro y sílice. La caolinita (predominante), se interpreta como producto de la diagénesis de las rocas volcánicas que dieron origen al sedimento (Riggi, J y Riggi, N., 1964). Asimismo se hallan otras arcillas interestratificadas con la caolinita, tales como la smectita producto de la degradación del vidrio volcánico (palagonita) y en menor proporción de illita.

Según Jalfin (1997) en areniscas de Fm Solari aflorantes en las localidades de Mercedes, Mariano I. Loza (Ex Estación Solari) y Curuzú Cuatiá, se distinguen tres facies principales de acuerdo al proceso de transporte eólico: Facies PB (areniscas medianas con laminación paralela producida por tracción de granos), Facies GLF (areniscas muy finas con laminación paralela producida por precipitación de granos) y Facies SF (areniscas finas con estratificación cruzada producida por deslizamientos).

Los vientos dominantes habrían soplado del cuadrante SSO habiéndose obtenido una dirección de paleocorrientes de 58° de azimuth. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

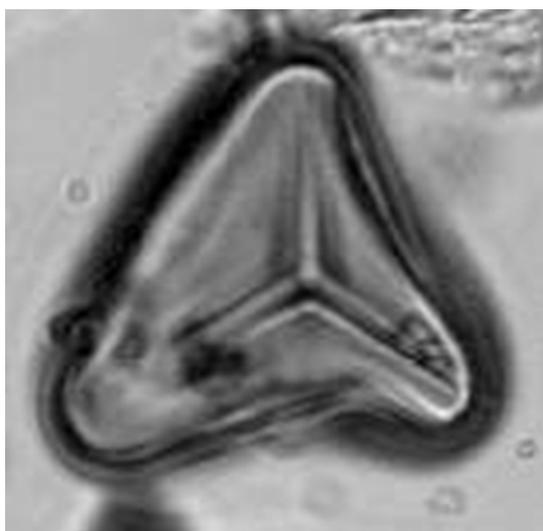
Aceñolaza (2007) atribuye los afloramientos de areniscas y cuarcitas de la región oriental de la provincia de Corrientes, incluyendo los Tres Cerros, a la Formación Botucatú (Fm. Misiones) de edad Jurásico. Sin embargo, siguiendo a Herbst y Santa Cruz (1985) y estudios propios realizados en este trabajo, tales afloramientos se consideran litoestratigráficamente como pertenecientes a la Fm. Solari (edad cretácica).

Según Fernández Garrasino (1989) en Misiones estas sedimentitas presentan una composición psamo-psefítica, con intercalaciones de cuerpos pelíticos delgados, que permitieron caracterizarlas como de un ambiente fluvial anastomosado, siendo los niveles más finos representantes de facies de desborde acumuladas en planicies de inundación.

En arcillas de afloramientos reconocidos sobre la ruta Nro. 14 en las proximidades de Mariano I. Loza se hallaron en niveles pelíticos espículas silíceas correspondientes a heterófitas (helechos) del Cretácico (Pacella L., 2015). (Fig.16)

Los géneros actuales afines a dichos fósiles crecen en el tipo de bosque conocido como "bosque enano" integrado por árboles de poca altura. Estas características están relacionadas con factores ambientales, como exposición al viento, precipitación y características del suelo, entre otros. (Pacella L., 2015).

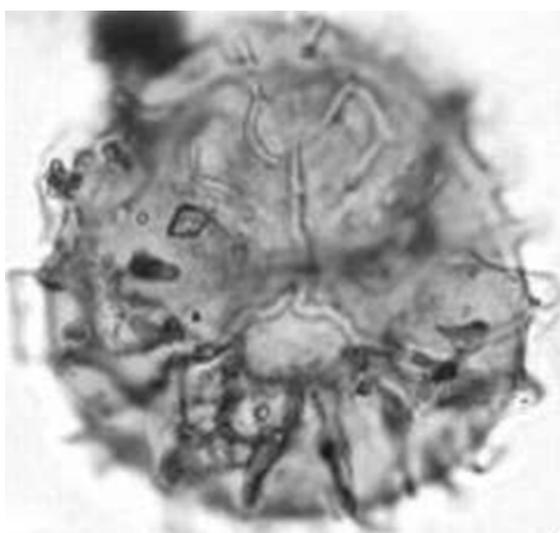
Tales individuos crecen en las regiones de palma de sierra, en la parte baja del bosque y en sotobosques con menor exposición al sol y al viento. Son frecuentes entre las rocas y en todas partes donde existe humedad. Se desarrollan sobre suelos ácidos de humus bruto. Aparecen en climas húmedos, alcanzando su óptimo en los ombrotipos hiperhúmedos.



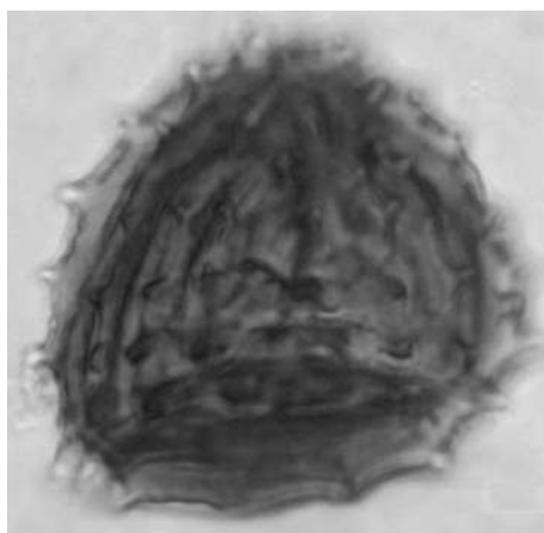
Cyathidites sp.



Leiotriletes sp.



Retitriletes sp.



Nodosisporites sp.

Figura 16: Detalle de las esporas de la Formación Solari. Espículas silíceas correspondientes a heterófitas (helechos) del Cretácico (Pacella L., 2015).

En afloramientos de la Formación Solari de la provincia de Corrientes se hallaron sectores con claras evidencias de actividad fluvial (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

Distribución y Espesores

En Corrientes el área de afloramiento de la Formación Solari es bastante más reducida que el de los basaltos de la Fm Serra Geral, entre los que en muchos casos se intercala guardando una estrecha relación con los mismos.

La Fm Solari ocupa una franja principal en forma de un arco con concavidad al este, desde un poco al norte de Curuzú Cuatía hasta Colonia Pellegrini (Laguna Iberá) y

desde aproximadamente la zona de Yofre hasta cerca del río Miriñay. Otro arco con la concavidad hacia el norte, ocupa una franja predominantemente este-oeste, desde aproximadamente La Cruz hasta cerca del río Miriñay, incluyendo los afloramientos de Tres Cerros (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Existen, además, numerosos afloramientos, más discontinuos, en diversas zonas dentro del área de los basaltos. Desde la localidad de Mercedes hasta el borde de los Esteros del Iberá al S, al NE y al E hasta el río Miriñay, dominan exclusivamente los afloramientos de la Formación Solari. Es factible observar la relación en el cruce de la ruta N° 123 con el río Miriñay, donde unos 6 m de cuarcitas aflorantes se apoyan sobre el basalto.

El espesor de las areniscas es también muy variable. Un afloramiento de importancia cultural e histórica de 38 m se halla en Ita Pucú (Mercedes).

En superficie las potencias máximas medidas corresponden a la zona de Tres Cerros, donde afloran más de 90 m de areniscas y cuarcitas (Herbst y Santa Cruz, 1985). Corresponde a un cordón bajo de rumbo E-W, en el Departamento de San Martín, cercano a la localidad de La Cruz. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

Afloramientos de Tres Cerros

Se relevaron los afloramientos de la localidad correntina de Tres Cerros (Figs. 7 y 8). En la misma se halla un conjunto de elevaciones menores de rumbo NW-SE. El rumbo de éste conjunto es congruente con los lineamientos regionales de orientación noroeste-sudeste que se extienden desde Brasil hacia nuestro país.

Las mediciones de diaclasas subverticales sobre las areniscas de la Fm. Solari de este afloramiento dan azimutes de 265° a 340°.

Las areniscas de la Fm. Solari se hallan sobre afloramientos de hasta 31° de pendiente en muchos casos deslizadas o bajo derrumbe. (Figura 9). Las pocas altitudes originales observadas en ambiente de extraduna o interduna son subhorizontales (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

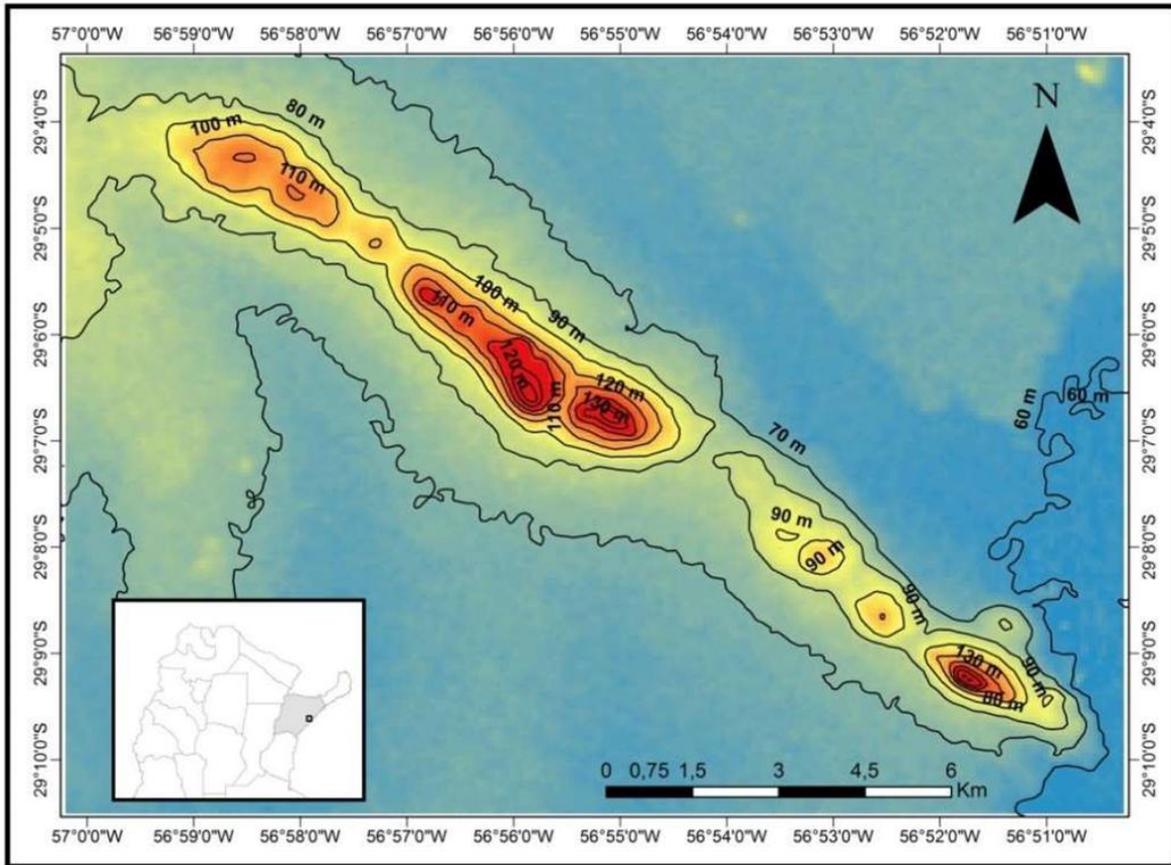


Figura 7. Planimetría de Tres Cerros



Figura 8. Tres Cerros. Traza de Perfiles

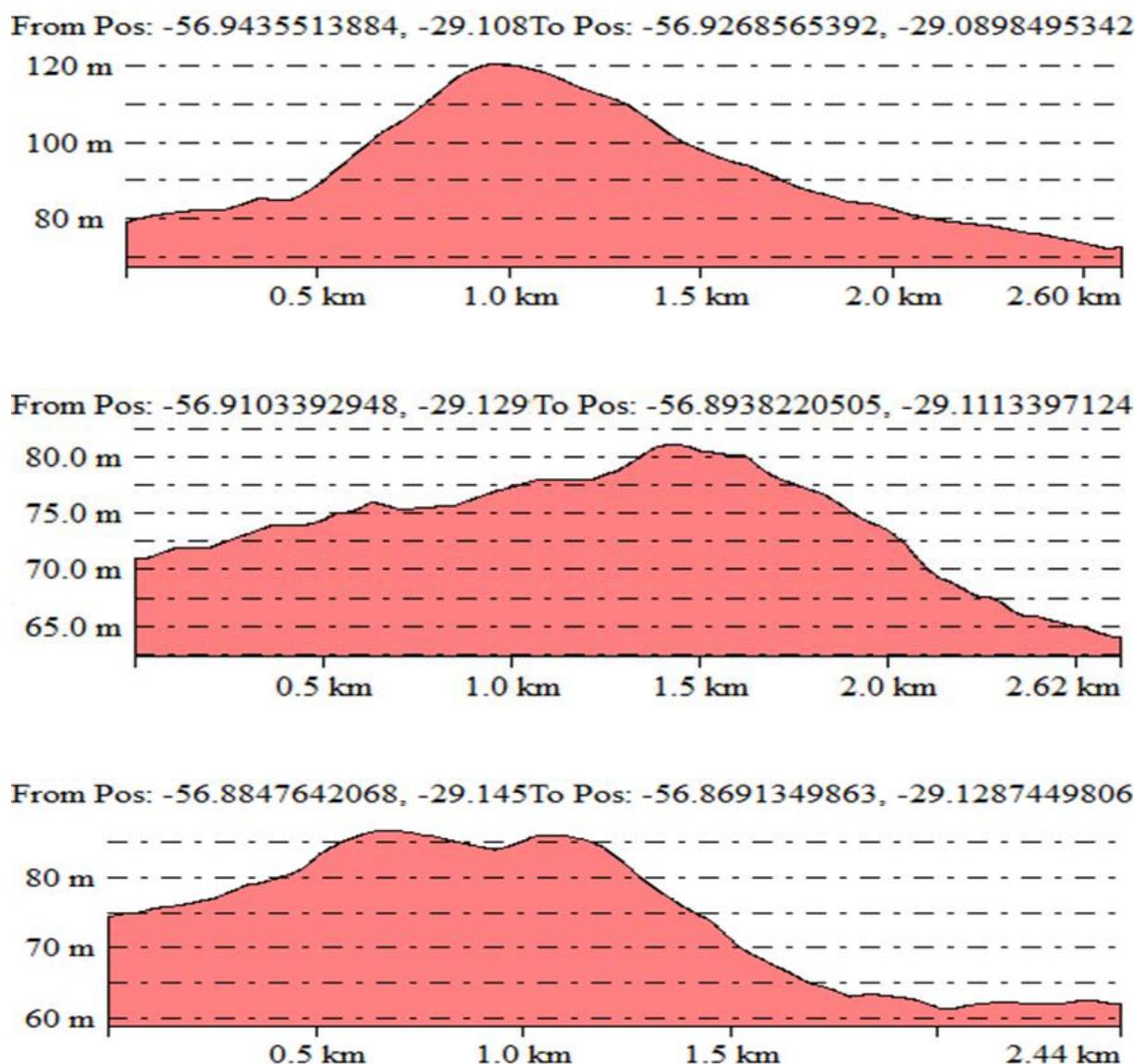


Figura 9. Perfiles E-E', J-J' y M-M' (de arriba hacia abajo, respectivamente). Cf 36.

Este cordón tiene cuatro culminaciones que se denominan de Este a Oeste como El Pelón (131 msnm), El Nazareno (179 msnm), El Chico (148 msnm) y El Capará (158 msnm) los que fueron objeto de nuestros trabajos de campo. El punto más bajo del aflorante corresponde a una cantera cercana a la Ea. "Las Marías" con 73 m.s.n.m. y el más alto corresponde al Cerro Capará a 127 m.s.n.m.

En una cantera al Este del Cerro Carapá en la Ea. "Las Marías", se presentan distintos subafloramientos (Figs. 11 a 14) con las siguientes características:

- Areniscas con laminación entrecruzada de bajo ángulo y láminas internamente masivas posiblemente por migración de óndulas eólicas o depósitos de caída de granos en sombras de arena o zibars o depósitos eólicos de alto régimen de flujo (Fig.17).



Figura 17. Fm. Solari. Cantera al este del Cerro Capará. Arenisca con laminación entrecruzada de bajo ángulo y láminas internamente masivas (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación)

- Areniscas castaño rojizas con estratificación entrecruzada tabular planar de 40° a 45° de azimuth y 22° de inclinación hacia el NE correspondientes a capas frontales de dunas eólicas (Fig. 18).



Figura 18.- Fm Solari. Cantera al este del Cerro Capará. Capas frontales de dunas eólicas (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación)

- Juegos de diaclasas de 120° 130° de azimuth, subverticales, y de 190° de azimuth con 25° de inclinación al SW.
- Areniscas castaño rojizas masivas, parcialmente silicificadas con tinción y erosión diferencial debido a la distribución de los cementos ferruginoso y silíceo (Fig 19).
- Areniscas con estratificación entrecruzada separadas por superficies de sobreimpresión planares (S2).
- Areniscas con estratificación entrecruzada planar de lámina muy gruesa (Fig. 20).



Figura 19.- Fm. Solari. Cantera al este del Cerro Capará. Areniscas castaño rojizas masivas parcialmente silicificadas. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación)



Figura 20.- Fm. Solari. Cantera cercana a Cerro Capará. Arenisca eólica. Estratificación entrecruzada planar de lámina muy gruesa. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación)

- Arcillas limosas rojizas con abundancia de óxidos de hierro.

Un perfil en el cerro El Chico (S 29°06'43,4" W 56°55'04,7") permite distinguir dos facies sedimentarias.

- Arenisca de grano medio a fino de colores castaños rojizo a castaño claro con estratificación estre cruzada de gran porte de dunas con superficies de superposición (S2) y de reactivación (S3) (Brookfield, 1977). La inclinación de la estratificación entrecruzada con respecto a las superficies de superposición es variable indicando subida y bajada de dunas sobre las superficies y probables cambios en las direcciones de flujo. Estas areniscas constituirían una facies de dunas transversales de crestas rectas. Los juegos de diaclasas de 170° y de 260° de azimuth son subverticales (Fig 21).



Figura 21.-Tres Cerros. Cerro Chico. Estratificación entrecruzada de gran porte. Facies de duna. Superficies de superposición S2 y de reactivación S3 (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación)

- Areniscas de estratificación horizontal o masivas con contactos planares que se siguen a lo largo cientos de metros en el afloramiento constituyendo una superficie de primer orden (S1) (Brookfield, 1977) (Figura 22). Se pueden interpretar como facies de zona de interduna o extraduna. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).



Figura 22.- Tres Cerros. Perfil del Cerro Chico. Estratificación Planar. Zona Interduna o Extraduna Superficies S1 (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación)

La Ea. “Las Marías” del Cerro Capará (S 29°09'14,6" W 56° 51' 37,6") presenta las mismas facies de duna e interduna que se observan en Cerro Chico

- Arenisca de grano medio a fino, de colores castaños rojizo a castaño claro, con estratificación entrecruzada de gran porte de dunas con superficies de superposición (S2) y de reactivación (S3) (Brookfield 1, 1977). La inclinación de la estratificación entrecruzada con respecto a las superficies de superposición es variable indicando subida y bajada de dunas sobre las superficies y probables cambios en las direcciones de flujo. Estas areniscas constituirían una facies de dunas transversales de crestas rectas. Los juegos de diaclasas de 170° y de 260° de azimuth son subverticales.

- Areniscas de estratificación horizontal o masivas con contactos planares que se siguen a lo largo cientos de metros en el afloramiento, constituyendo una superficie de primer orden (S1) (Brookfield, 1977). Se pueden interpretar como facies de zona de interduna o extraduna.

- Arenisca con estratificación horizontal tangencial. Constituye un clasto que ha sido invertido en su techo y base. Se interpreta como facies de protoduna. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación) (Fig. 23).



Figura 23.- Fm. Solari. Perfil del Cerro Capará. Ea. Las Marías. Arenisca con estratificación planar asintótica. Facies de Protoduna.

Otros afloramientos

Arroyo Mendez (S 29°04'54,2" W 56°31'33,2")

Se presentan subafloramientos de areniscas castaño rojizas claras. Lineaciones sedimentarias en rumbos 110° y 185° de azimuth con diaclasas subverticales de 45° de azimuth.

Costa del Rio Uruguay desde Alvear hasta Yapeyú

Aquí en todos los casos se observan solo subafloramientos o clastos de la Fm. Solari.

Ita Pucá (S 29°05'08,3" W 56°33'49,0")

Constituye un sector de unos 50 m de largo sobre la ruta N° 14 en donde afloran areniscas con estratificación entrecruzada planar de rumbo N-S a 20° de azimuth y de 14° a 26° de inclinación. Hay una dirección casi perpendicular a 280° de azimuth y 14° de inclinación. Se interpretan como capas frontales de dunas de cresta transversal. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación)

Ruta Nro. 14 (S 29°18' 44,9" W 58°09' 43,3")

En este sitio se pueden observar las siguientes litofacies:

Areniscas de color rojizo de grano mediano a grueso con estratificación entrecruzada planar y en artesa mostrando superficies limitantes de sets (1° orden) y cosets (2° orden) así como de reactivación (3° orden) y de techo (orden 4-a) y base de canal (orden 4-c) (Miall, 1995). Se interpretan como facies de complejo de canales fluviales (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación) (Fig. 24).



Figura 24.- Formación Solari: Complejo de canales fluviales. (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).
Se observan superficies de diversos órdenes (Miall, 1995)

- Arenisca de color rojizo de grano mediano a grueso, masiva con estructuras de relleno de canal, se distinguen las superficies de orden 4-c y de orden 5 que limita el complejo de canales. Se interpreta como facies de complejo de canal (Fig. 25).
- Arcilla limolítica de color gris. Se interpreta como facies de planicie de inundación.



Figura 25. Fm. Solari. Complejos de canales fluviales y planicie de inundación
(Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación)

Relaciones

En los casos en los que se observa un límite inferior en la provincia de Corrientes, éste lo constituye el basalto de la Formación Serra Geral. Su contacto superior lo constituyen igualmente estas rocas, o bien directamente diversas unidades estratigráficas de edad Cretácico Superior a Cenozoico.

En Corrientes se conoce fehacientemente el yacimiento de los basaltos en Monte Caseros y Curuzú Cuatiá. Esa unidad corresponde a la Formación Misiones (Acuífero Guaraní) de acuerdo a los datos de las perforaciones termales profundas hace poco realizadas. Tratándose de numerosas coladas (en número indeterminado pero del orden de 12 a 15 como mínimo) algunas de ellas apoyan sobre las areniscas/cuarcitas de la Formación Solari. Estas areniscas, al parecer en algunos casos estarían interdigitadas con los basaltos. En Brasil estas rocas suelen depositarse sobre las areniscas de la Formación Botucatu, considerada allí como pre-Serra Geral (esto es, anterior al ciclo efusivo), y en Uruguay los basaltos de Arapey suelen apoyarse sobre la Formación Tacuarembó correlacionada con la Formación Botucatu.

El contacto superior en Corrientes, lo constituyen diversas unidades: La Formación Pay Ubre (en la zona de Mercedes), ocasionalmente la Formación Fray Bentos, más frecuentemente la Formación Ituzaingo, y en forma generalizada cuando el basalto aflora o está cerca de superficie, espesores variados, aunque pequeños, de diversas unidades del Cuaternario (Gulisano, F., Tesis Doctoral, en preparación).

Edad y Correlaciones del Grupo Serra Geral

Los basaltos (y por ende sus areniscas intercaladas) antiguamente consideradas como triásicas, modernamente se adjudican al Jurásico Superior hasta –eventualmente– el Cretácico más inferior. Los datos radimétricos obtenidos en la provincia de Corrientes indican edades entre 148 \pm 5 m.a. y \pm 10 m.a. y de 153 \pm 5 m.a. (Herbst y Santa Cruz, 1985). Estas edades, coincidentes con datos regionales, indicarían que estos basaltos tholeíticos pertenecen al mismo ciclo efusivo de la Cuenca Paraná y por lo tanto los mismos se correlacionan correctamente a nivel regional.

Algo más difícil resulta correlacionar las areniscas asociadas, ya que en Corrientes no se las han hallado con fósiles. En la literatura existen diversas denominaciones para las sedimentitas intercaladas entre los basaltos (nombres locales), depositadas con anterioridad a los basaltos (Fm. Botucatu y otras) y apoyadas sobre los basaltos (Fm Caiyua y otras). La Formación Solari en Corrientes en algunos casos está intercalada (intertrap) en los basaltos y por lo tanto compartiría su edad.

FORMACIÓN YERUÁ

Se trata de un afloramiento de pequeño espesor compuesto por areniscas gruesas, con clastos bastante angulosos, que pasa a conformar una brecha o conglomerado brechoso, de color rojo a rojizo. Los clastos dominantes son de cuarzo y el cemento es de sílice. En Santo Tomé esta sedimentita está conformada por un conglomerado con rodados de hasta 6-8 cm diámetro, en su mayoría sílice, pero los hay también de basaltos, en parte alterados. En esa localidad la matriz es de arcilla, que a su vez oficia de cemento (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Distribución y espesor

Solamente son dos los afloramientos conocidos de esta Formación, uno ubicado en Puesto Las Ruinas en la Estancia La Emilia (sobre ruta provincial 123) a unos 20 km al este de Mercedes, y en la loma ubicada a unos 1500 m al norte de la ciudad de Santo Tomé, sobre la ruta provincial 40. En el puesto Las Ruinas el espesor aflorante es de 2 a 3 m, mientras que en Santo Tomé alcanza unos 6-7 m (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Relaciones

En Santo Tomé los conglomerados se asientan directamente sobre los basaltos de la Formación Serra Geral. Aunque no visible por las condiciones generales del lugar, no hay dudas que existe la misma relación en Puesto Las Ruinas.

En este sitio, a su vez, se le sobreponen las calizas de la Formación Pay Ubre, mientras que en Santo Tomé los afloramientos de la Formación Yerúa están cubiertos por limos del Cuaternario superior o directamente por suelo actual (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Edad y Correlaciones

La datación de la Formación Yerúa sólo puede hacerse en forma indirecta, es decir, procediendo en primer lugar a su correlación estratigráfica y posteriormente a la determinación de la edad como consecuencia de lo anterior. Herbst (1971) estimó que el afloramiento del Puesto Las Ruinas (en la localidad de Mercedes, provincia de Corrientes) debe correlacionarse con los sedimentos aflorantes a lo largo del litoral del río Uruguay, desde A° Yerúa hasta aproximadamente la ciudad de Colón (Prov. de Entre Ríos).

A su vez, el único lugar donde se registra una evidencia paleontológica para su datación, es la antigua Calera Barquín (hoy Parque Nacional "El Palmar") donde se exhumó un húmero de "Argyrosaurus superbus Lydd" que fuera descrito por Von Huene en 1929, procedente de los limos y areniscas rojizas infrapuestas a las "calizas", más o menos silicificadas, que hoy correlacionamos con la formación Pay Ubre (ver más abajo).

Dicho fósil indica decididamente una edad cretácica superior para sus sedimentos portadores. A ello puede agregarse la similitud litológica de la secuencia aflorante en la vecina República del Uruguay, frente a esta región, donde el depósito equivalente recibe el nombre de Formación Guichón. De ella también se han extraído fósiles que indican con certeza una edad Cretácico Superior.

Aceptando la correlación de las sedimentitas de Corrientes con la Formación Yerúa de Entre Ríos, se asume que compartiría su edad la cual queda asignada Cretácico superior (Herbst y Santa Cruz, 1985).

FORMACIÓN PAY UBRE**Descripción litológica**

Se trata de areniscas calcáreas a calcáreos arenosos, generalmente muy duros, de color blanquecino a rosado en varias tonalidades, hasta anaranjado en algunos lugares. En parte son verdaderos conglomerados, conteniendo una apreciable cantidad de roda-

dos, predominantemente de sílice, luego cuarcitas y raramente (en forma local) basalitos, hasta 12-14 cm diámetro.

El contenido de carbonato de calcio es variable, aunque generalmente alto, en ocasiones constituyendo verdaderas calizas. En parte, estos materiales han sufrido un proceso de silicificación posterior que se manifiesta por la presencia de venillas de cuarzo que atraviesan la roca en diversos sentidos, a veces con pequeños cristales bien desarrollados de cuarzo, y a veces por la impregnación (y reemplazo total de CO_3Ca) en una cantidad de "concreciones" de la porción arenosa que queda nítidamente diferenciada de la matriz.

Estudios realizados en algunas localidades de Corrientes (Jalfin, 1984), describen la litología en forma general como una brecha representada por un conglomerado matriz-soportado, con clastos muy angulosos a subredondeados, de composición polimíctica, predominando los litoclastos calcáreos y las areniscas provenientes de la Formación Solari, con un porcentaje variado de clastos basálticos.

El tamaño medio de los rodados es de 3,5 cm con un máximo de hasta 20 cm. La matriz está integrada por litoclastos de areniscas (también provenientes de la Formación Solari en la mayoría de los casos) y sabulitas de granos angulosos a muy angulosos.

Todo el conjunto clástico se halla inmerso en un cemento calcáreo de color blanquecino, a veces rosado, que reacciona fuertemente a los ácidos. En algunas ocasiones se observa porosidad secundaria muy marcada (Herbst y Santa Cruz, 1985). Se menciona un neto predominio de Esmectita como mineral de las arcillas.

Distribución y espesores

La distribución de esta Formación es muy reducida en la provincia de Corrientes, habiéndose registrado solamente en 3 áreas. Una de ellas presenta afloramientos de unos 10 km al este-noreste de la ciudad de Mercedes y de 20 km aproximadamente hacia el este de esa localidad. Otra zona se localiza en el A° Itá, unos 20 km al sur de la localidad de Yofre (Estancia La Encarnación) donde aflora, también discontinuamente, unos 7 km a lo largo de dicho arroyo. Una tercera zona con afloramientos está ubicada al este y sur de la ciudad de Curuzú Cuatiá, donde las calizas están en contacto con la Formación Fray Bentos.

Sus espesores son también muy pequeños. La potencia medida en el Arroyo Itá es de unos 10 m (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Relaciones

Si bien en ningún sitio se observa claramente el yacente de la Formación Pay Ubre, las condiciones locales permiten aseverar que se asienta sobre la Formación Solari, ya sean las sedimentitas, o, muy localmente, sobre un pequeño espesor de la Formación Yerúa. El contacto superior está dado siempre por pequeños espesores del Cuaternario Superior (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Edad y correlaciones

Herbst (1980) correlacionó esta Formación con las calizas aflorantes en la antigua Calera Barquin, en el actual Parque Nacional "El Palmar" cerca de Colón (Entre Ríos), que a su vez se asientan sobre los limos y areniscas rojizas portadores del *Argynosaurus superbis Lydd*, que le confieren a estos edad Cretácico Superior.

El conjunto de ambas Formaciones se repite en la República del Uruguay, donde se las conoce como Formaciones Guichón y Mercedes. Por su contenido paleontológico (ver Fm. Yerúa en este trabajo), ambas son asignadas al Cretácico superior. Las calizas de la Formación Pay Ubre serian eventualmente equivalentes a las llamadas “calizas de Queguay” que en la actualidad son consideradas meramente como parte de la Formación Mercedes, aunque fueron señaladas como Terciarias (Herbst y Santa Cruz, 1985).

7. CENOZOICO

FORMACIÓN FRAY BENTOS

Descripción litológica

Se trata de limolitas arenosas a arcillosas, de color rosado a castaño claro (5YR, 5/6), muy homogéneas a través de grandes distancias. Su dureza es alta a muy baja, según el tipo de cemento. Este último en general está constituido por carbonato de calcio, aunque ocasionalmente hay silicificación.

La estratificación está casi ausente, salvo en los niveles basales, que son conglomerádicos a “brechosos”, donde es más notoria. En estos conglomerados, los rodados, más o menos redondeados a angulosos, pueden ser de basaltos a cuarcitas, según la naturaleza del yacimiento (Grupo Solari-Serra Geral).

Mineralógicamente, entre los minerales livianos predomina el cuarzo subredondeado a redondeado, en proporciones del orden de 70-75 %. Le siguen en orden de abundancia las plagioclasas ácidas y el microclino. Presenta también, localmente, plagioclasas tipo andesina con zonalidad. Es muy frecuente la presencia de trizas de vidrio volcánico. Los minerales pesados son muy escasos y corresponden a opacos, hornblenda, granate, zircón, turmalina, epidoto, clanita y estaurolita.

Las arcillas (Herbst y Santa Cruz, 1985) corresponden predominantemente a las esmectitas-montmorillonita (con frecuencia variable entre 70 y 100%), y subordinadamente a la illita (en ocasiones hasta 30% de abundancia) y caolinita ausente (Herbst y Santa Cruz, 1985). (Ver Anexo).

Distribución y Espesores

Las secciones aflorantes (o bien los sedimentos yacientes en el subsuelo inmediato) se distribuyen por todo el centro-sur y sur de la provincia, aunque en muy pocos sitios donde se puedan observar buenos perfiles. Entre ellos es posible mencionar el cruce ruta 123-río Corriente, A° María Grande, A° Avalos (ambos sobre la ruta Nac. N° 12), cantera Tellechea y A° Castillo (ambos en Curuzú Cuatiá) y diversos lugares a lo largo de la ruta Nac. N°14 hacia el sur, desde Curuzú Cuatiá a unos 7 km y a 25 km por ejemplo, y a 500 m antes de bajar al valle del río Mocoretá. Su difusión en subsuelo es bastante mayor y lo más al norte que fue detectada es en las perforaciones Concepción N° 1 y Santa Rosa N° 1 (ambas del INCYTH). Hacia el sur, continúa, en afloramientos y en subsuelo, en todo el ángulo noreste de Entre Ríos.

En Corrientes, el espesor de la Formación Fray Bentos es pequeño. En la perforación Concepción (INCYTH), el total no supera los 23 m de potencia. En los afloramientos de Curuzú Cuatiá es posible calcular unos 15-16 m y en los restantes afloramientos no supera los 12-13 m, siendo en general aún menor (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Perfil del Río Corriente

En una cantera ubicada en el cruce de la barranca izquierda del río Corriente con la ruta 123 se observa un espesor de 12 m de la Fm. Fray Bentos. Este depósito está constituido de base a techo por una limolita arenosa y arcillosa y calcárea de 1,5 m de espesor con intraclastos arcillosos. Le sigue una arenisca limosa, arenosa y arcillosa, color castaño rojiza, masiva (Figura 20) de unos 4,5 m de potencia. Por último sigue un depósito de unos 6 m de espesor, ocupados por paleocanales de unos 5 a 10 m de largo y unos 2 a 4 m de profundidad, constituidos de arenisca limo-arenosa con estratificación en artesa. (Figura 21) (Tesis Doctoral de Francisco Gulisano, en preparación).



Figura 26. Fm Fray Bentos. En la base se observa la facies brechosa calcárea y hacia arriba puede apreciarse la arenisca masiva (Gulisano, F, Tesis Doctoral, en preparación)



Figura 27. Fm. Fray Bentos. Paleocanales con estratificación en artesa (Gulisano, F, Tesis Doctoral, en preparación)

Relaciones

En los pocos sitios en los que se conoce el yacimiento de la Formación Fray Bentos, éste lo constituye el Grupo Solari Serra Geral. Normalmente se asienta sobre los basaltos (Formación Serra Geral), pero en algunos casos lo hace sobre las sedimentitas rojizas de la Formación Solari. La distinción es muy neta y la relación es de indudable discordancia erosiva. Unidades sobrepuestas pueden ser la Formación Ituzaingó (en las perforaciones Concepción y Santa Rosa del INCYTH, por ejemplo), pero generalmente diferentes unidades del Cuaternario, casi siempre superior. Aquí también la relación también es de evidente discordancia erosiva.

Contenido Paleontológico

El contenido fosilífero de esta Formación está constituido exclusivamente por restos de vertebrados (mamíferos). La fauna, en general mal preservada e integrada por restos fragmentarios, fue estudiada por Álvarez (1978) y permitió confirmar las dataciones obtenidas por otros medios. Ya se mencionó que el primer hallazgo de fósiles data de 1899 (Podestá, 1899).

Edad y Correlaciones

Tanto el *Ameghinotherium Curuzucuatense* como los restantes elementos de la fauna de mamíferos conocidos hasta ahora, indican muy claramente una edad Oligoceno inferior (Deseadense en la escala edad-mamífero de Sud América) para esta Formación.

El contenido paleontológico, con taxa iguales a los de Uruguay así como la gran similitud litológica con los sedimentos homónimos de aquel país, permitieron no solo correlacionar sino directamente asimilar esta unidad manteniendo para ella el mismo nombre formacional.

La asociación mineralógica es de rocas plutónico-metamórficas. Ferrando y Daza (1974) estimaron que los afloramientos del Uruguay eran de origen primario a partir de las rocas cristalinas ácidas de la región oriental y depositadas principalmente mediante acción eólica.

Siguiendo a los mencionados autores, Herbst (1980) extiende dicho origen y mecanismo de transporte y sedimentación, a la mayoría de las rocas de esta Formación aflorantes en Corrientes y Entre Ríos. Sin embargo fueron mencionados afloramientos en Paso Lucero (cruce ruta 123 río Corriente) donde se observa una serie de paleocanales de variadas dimensiones (2 a 4 m profundidad y 4 a 11 m de ancho) donde es claramente visible una estratificación cruzada en artesa. Con esta evidencia puede afirmarse que, por lo menos en este sector, la Formación Fray Bentos se habría depositado bajo condiciones subácuas, probablemente en cursos fluviales estrechos y profundos, quizás de carácter efímero.

8. CUATERNARIO - PLEISTOCENO

El estudio de los depósitos pleistocenos de la provincia de Corrientes puede abordarse considerando separadamente las subcuencas de los ríos Uruguay y Paraná, para beneficiar la interpretación de la historia evolutiva y de las particularidades de las formaciones geológicas reconocidas en dicho territorio. La subcuenca del Uruguay se restringe a una faja elongada en sentido Norte-Sur que ocupa todo el territorio provincial al Este de los Esteros del Iberá. El resto de la provincia de Corrientes corresponde a la cuenca del Paraná. La divisoria entre ambas cuencas hidrográficas coincide con la posible línea de fractura Ituzaingó La Paz (Iriondo, 1987) que generaría una zona elevada y otra deprimida hacia el este y el oeste del mencionado lineamiento estructural, respectivamente (Orfeo y Neiff, 2008).

DEPÓSITOS PLEISTOCENOS AFLORANTES PRINCIPALMENTE EN EL SECTOR CORRENTINO DE LA CUENCA DEL RÍO URUGUAY

Costra Ferruginosa

Aún sin estatus formacional, se reconoce en la base del Pleistoceno (y quizás parte del Plioceno) una costra ferruginosa originada por meteorización profunda de basaltos bajo un clima de sabana. Se trata de depósitos de color ocre rojizo o amarillento con estructura vesicular, friables en húmedo. Los afloramientos más representativos de esta costra están localizados en el extremo noreste de Corrientes (Iriondo y Kröhling, 2008).

Formación Hernandarias

La Formación Hernandarias (Iriondo, 1980) representa un antiguo barreal depositado por el río Uruguay durante el Pleistoceno Inferior en ambiente definitivamente árido con una precipitación media estimada en < 300 mm/año.

Es un limo arcilloso, palustre, de color gris con variaciones al marrón grisáceo y oliva. Aflora al sur de la provincia de Corrientes con una potencia estimada entre 6 y 7 metros. Contiene una facies loésica discontinua y de espesor variable compuesta por limo arcilloso marrón claro, con abundantes concreciones de carbonato de calcio.

El techo de esta unidad se encuentra elevado en la provincia de Corrientes, posiblemente como consecuencia de la acción tectónica.

Debido a la ausencia de depósitos sedimentarios, el Pleistoceno Medio en la cuenca del río Uruguay es interpretado como un prolongado período de erosión generalizada (Iriondo y Kröhling, 2008) de unos 700.000 años de duración.

Visto en superficie su similitud con la Fm.Yupoi-Toropí se la ha asimilado a la misma en la representación del Mapa Geológico de este trabajo.

Formación El Palmar

Durante el Pleistoceno Superior se depositó en Corrientes la Formación El Palmar (Iriondo, 1980), asignable al Estadio Isotópico 5a (Iriondo y Kröhling, 2008). Esos autores mencionan que es un material procedente del río Uruguay compuesto por arenas de cauce de alta energía de 3 a 12 m de espesor, que incluyen grandes lentes de grava y cantos rodados de composición silícea. Se presenta con color amarillo rojizo o marrón rojizo a rojo.

También describen que en esta unidad se reconocen facies arenosas de inundación y de albardón desarrolladas en ambiente selvático (> 2.000 mm/año de precipitación media), configurando un complejo fluvial de llanura. Los sedimentos que lo componen derivan de areniscas y basaltos mesozoicos de la alta cuenca del río Uruguay transportados en forma policíclica (Iriondo y Krohling, 2008).

Dado lo reducido de los afloramientos y el desconocimiento de su extensión y distribución no se ha considerado su ubicación en el Mapa Geológico de este trabajo.

Formación Oberá

La Formación Oberá (Iriondo *et al.*, 1997) está compuesta por materiales finos (tamaño medio generalmente limo) de color rojo, ocre rojizo o amarillento, que cubre en forma de manto el paisaje de suaves colinas con sustrato basáltico del extremo noreste de Corrientes.

Se trata de un tipo nuevo de sedimento de origen eólico definido como “loess tropical” (Iriondo y Kröhling, 1997) de edad Pleistoceno Superior, depositado en forma de suspensión eólica sobre ambiente de sabana (> 1000 mm/año de precipitación media estimada) con espesores típicos entre 2 y 6 m. La deflación se produjo durante un período relativamente seco y frío del Pleistoceno Tardío conocido como Último Máximo Glacial (Estadio Isotópico 2), esto es, entre 36.000 y 8.500 años AP (Iriondo *et al.*, 1997).

En este trabajo se ha considerado en el Mapa Geológico solo la presentación del sustrato basáltico.

Formación Yapeyú

La Formación Yapeyú fue definida formalmente por Iriondo (1996). Es un sedimento franco arenoso a franco arcilloso, masivo, que contiene escasa proporción de cantos rodados, gravas y guijas silíceos englobados erráticamente en toda su masa, con espesores aflorantes del orden de 10 metros en las barrancas de la planicie aluvial del río Aguapey, en localidad de Alvear.

Fue generado por procesos de remoción en masa del tipo de los flujos de barro que afectaron a los sedimentos de la Formación Oberá, los cuales se mezclaron con escasas proporciones de sedimentos gruesos de cauce durante períodos de lluvias extraordinarias.

Sus características tixotrópicas permitieron el desplazamiento de fluidos de alta densidad en pendientes relativamente suaves, con materiales gruesos en suspensión.

Su origen fue inmediatamente posterior a la depositación de la Formación Oberá, durante el Estadio Isotópico 2 (18.330 ± 1.780 años AP) (Iriondo y Kröhling, 2008).

Para el presente trabajo se realizó un perfil de la Fm. Yapeyú aflorante en las barrancas del Arroyo Aguapey (S $29^{\circ}05'08.3''$ W $56^{\circ}33'49.0''$) en las inmediaciones del acceso a la localidad de Alvear (Figs. 28 y 29). Allí se encontró unos 10 m de potencia máxima de sedimentitas principalmente arenosas, de color rojo intenso. Por el redondeamiento de las geoformas superficiales y el carcavamiento debido a la acción fluvial reciente, se asume escasa resistencia a la erosión. Se observan diversos juegos de diaclasas que afectan a la generalidad del afloramiento y posiblemente sean estructuras formadas por la desecación del sedimento (Tesis Doctoral de Francisco Gulisano, en preparación).

Está integrado básicamente por arena friable con matriz pelítica y cemento ferruginoso. Contiene clastos psefíticos matriz soportados, dispersos, muy redondeados, principalmente de composición silícea y de tamaño sábulo a grava mediana (gránulos a guijarros). La madurez textural y mineralógica de estos clastos permite asumir que han sido retransportados, correspondiendo al menos a un 2° ciclo de erosión (rodados del río Uruguay?).

Además de las mencionadas psefitas se encuentran intraclastos pelíticos acorazados de tamaño semejante a los descriptos, de color gris claro. En general, los clastos psefíticos no presentan una localización preferencial, aunque en determinados sectores tienen mayor concentración, asociada a una estratificación grosera de 1 a 2 m de potencia. Esto permitiría suponer que su presencia responde a eventos de tormenta. La caolinita es el mineral predominante de las arcillas con Illita muy subordinada.

El depósito en su conjunto muestra escasas estructuras sedimentarias, aunque en algunos sitios con abundancia de arena fina a muy fina se aprecia estratificación horizontal planar, pobremente definida de 0,04 a 0,10 m de potencia, y en ciertos casos con laminación interna que permite apreciar alternancia de minerales livianos y pesados.

Estos cosets generalmente están atravesados por líneas de fractura perpendiculares a los planos de estratificación (fracturas de alivio?). No se observa el contacto basal de la secuencia, la cual está coronada por el suelo actual. En este depósito se colectó material sedimentario (S $29^{\circ}05'08.3''$ W $56^{\circ}33'49.0''$) con el objeto de realizar análisis polínico.

La muestra constituida por limo arenoso (tamaño medio $31,5 \mu\text{m}$), friable, de color rojo intenso, contiene fitoclastos no-bioestructurados, mayormente degradados, que constituyen la materia orgánica palinológica predominante, junto con materia orgánica amorfa de tipo granular y esponjoso. También se encontraron fitoclastos bioestructurados tales como cutículas, traqueidas e hifas de hongos. Esto sugiere un significativo aporte de origen continental. La materia orgánica palinológica evidencia distancias y/o tiempos de transporte relativamente cortos con respecto a la fuente de origen, considerando el amplio predominio de fitoclastos.

Por otra parte, se deduce un paleoambiente netamente oxidante evidenciado por el ennegrecimiento de la materia orgánica amorfa y la importante proporción de fitoclastos opacos. Se infiere el desarrollo incipiente de condiciones ambientales vinculadas a la estabilización del clima durante la evolución del evento pedogenético. Lo dicho se refleja en importantes proporciones de esporas de helechos, hongos y algas.

El predominio de *Botryococcus* se encuentra relacionado con la presencia de un sistema lagunar en fase regresiva.

Visto la escasa extensión del afloramiento de esta unidad y el desconocimiento de otros, no se ha marcado su existencia en el Mapa Geológico de este trabajo dada la escala de presentación.



Figura 28. Fm Yapeyú, Alvear, Corrientes. Conglomerado matriz soportado con clastos psefíticos redondeados, groseramente estratificados (Gulisano, F, Tesis Doctoral, en preparación)



Figura 29. Fm Yapeyú. Intraclasto arcilloso de unos 40 cm de diámetro en arenisca masiva. (Gulisano, F, Tesis Doctoral, en preparación)

Formación Tapebicú

Propuesta por Iriondo y Krohling, 2008 está compuesta por depósitos palustres y aluviales de color amarillo oliva con variaciones difusas al gris, que se extendería desde Santo Tomé hasta el límite con la provincia de Entre Ríos, con espesor igual a 3,5 m en su perfil tipo. Contiene una facies de canal de alta energía con posterior evolución a palustre tropical (Iriondo, op.cit.).

Debido a su dominante composición silíceo y a la presencia de caolinita en la fracción arcilla, los materiales que componen esta Formación son atribuidos al aporte de río Paraná como consecuencia de una migración importante, en épocas más recientes que las estimadas hasta ahora (Iriondo, 2004).

También Iriondo (2010) menciona que los perfiles aflorantes presentan morfología de “tubos de órgano”, característicos de la Fm Toropí-Yupoí de la costa del Paraná.

Esta unidad del Este de Corrientes fue mapeada como Fm Toropí-Yupoí por Herbst y Santa Cruz (1985), manteniéndose en este trabajo dicho criterio

DEPÓSITOS PLEISTOCENOS AFLORANTES PRINCIPALMENTE EN EL SECTOR CORRENTINO DE LA CUENCA DEL RÍO PARANÁ

Formación Ituzaingó

Esta denominación corresponde a los materiales sedimentarios fundamentalmente psamíticos que afloran principalmente a lo largo de las barrancas del río Paraná, desde Ituzaingó hasta la provincia de Entre Ríos. También se ha considerado dentro de esta Formación a las areniscas de color castaño a rosadas que forman lomas con orientación NE-SW y que afloran en diversos sectores del triángulo NW de la provincia, con amplia distribución al NE de la misma.

Estos afloramientos fueron inicialmente identificados como “Lomadas Puelchenses” (Bonarelli y Longobardi, 1929) en tanto que De Alba (1953) les dio la nominación actual.

Se trata una importante faja de acumulación fluvial asociada a la evolución geológica del actual río Paraná (Franco et al.; 2013). Está integrada por arenas y areniscas friables, de grano fino hasta grueso, con clastos bien redondeados de coloración variable entre amarillo y pardo rojizo, y escasos niveles conglomerádicos.

Son areniscas muy pelíticas (hasta un 40 % de dicho material), color castaño claro (5 YR 5/6) con sectores difusos color gris claro y anaranjado amarillento oscuro (10 YR 6/6) hacia la base en perforaciones próximas a la capital de Corrientes). En la localidad de Santa Rosa la coloración de la parte superior del perfil varía desde castaño moderado (5 YR 4/4) hasta castaño rojizo moderado (10 R 4/6) cerca de la base.

Están apoyadas en transición gradual sobre arena friable más amarillenta o en otros casos sobre areniscas pelíticas ocráceas de la misma unidad. Los espesores en subsuelo (perforaciones INCYTH) varían aproximadamente entre 60 m y 155 m en las localidades de Concepción y Corrientes (respectivamente). Sin embargo en aflora-

mientos sólo es visible un espesor de 10 m a 15 m disminuyendo hacia el sur (Herbst y Santa Cruz, 1985). A su vez, las areniscas de esta Formación se hallan parcialmente cubiertas por la Fm. Yupoí y separadas mediante discordancia erosiva.

La edad de la Formación Ituzaingó sería tiempo-transgresiva ya que comenzó a depositarse en el Plioceno, continuando durante todo el Pleistoceno hasta la actualidad (Iriando, 2010).

Los afloramientos (considerados como la parte cuspidal de la Fm. Ituzaingó) si bien se extienden prácticamente por toda la provincia, se manifiestan especialmente en el sector noroeste de la misma. Generalmente los afloramientos del norte y este de la provincia presentan colores rojizos (castaño rojizo moderado) en tanto los del triángulo noroeste son castaños claro.

La parte superior de algunas lomadas suele estar compuesta por 1 m a 2 m de arena algo pelítica, suelta a friable, color gris amarillento (5 Y 7/2) que hacia abajo pasa gradualmente a la arenisca típica de la formación color castaño rojizo. Esta particularidad fue considerada por Bonarelli y Longobardi (1929), quienes la explicaron como producto de la meteorización generadora de un "lavado" de los óxidos férricos y posiblemente parte de las arcillas, quedando de tal forma el sector superior más suelto por disminución de elementos cementantes y aglutinantes.

Análogo procedimiento realiza el agua que se infiltra por debajo de la cubierta arenosa suelta. Es así que ello origina zonas o planos color gris claro libres de óxidos férricos cementantes, dentro de la masa areniscosa rosada. Tales zonas son más permeables y constituyen los lugares de mayor circulación del agua que se infiltra.

Además de los criterios de campo y estratigráficos empleados para la ubicación de estos materiales, puede mencionarse un predominio de caolinita como mineral de las arcillas. Su grado de diagenización, pobre en general, está relacionado con la abundancia de cementos o matriz ferruginosa.

Las típicas arenas y areniscas de la Fm. Ituzaingó están compuestas casi en su totalidad por granos de cuarzo, generalmente subredondeados y redondeados con escasos planos de feldespato potásico y plagioclasas ácidas.

Los minerales pesados (en relación al bromoformo) corresponden en su gran mayoría a opacos con escasas cantidades de zircón, turmalina, granate, epidoto, cianita, estauroлита y rutilo.

Las intercalaciones pelíticas grises y verdosas que presenta esta unidad, tienen en la fracción arcilla cantidades altas a muy altas de caolinita con proporciones subordinadas de montmorillonita y presencia muy reducida o ausencia de illita. En ciertos afloramientos es posible observar la presencia de una delgada costra de color rojizo muy oscuro (10 R 2/2) dentro de arenas ocráceas de esta formación, que corresponde a una arenisca muy cementada por limonita y hematita principalmente.

Es posible considerar que los minerales arcillosos predominantes del grupo de la caolinita que presentan estos materiales, fueron heredados desde áreas de dispersión ubicadas al estenoreste de la provincia y a su vez producidos por descomposición de los minerales de los basaltos depositados principalmente en la provincia de Misiones (Riggi y Riggi, 1964).

La procedencia de esta sedimentita es del área brasilera, hecho demostrable fundamentalmente por su asociación mineralógica (Santa Cruz, 1972). Las lomadas de la Formación Ituzaingó también se mencionan en CFI (1965) donde se supone un ori-

gen fluvial, posteriormente erosionado y reducido a lomadas de elevación discreta. Santa Cruz (1977) considera estas lomadas como la parte cuspidal de la Fm Ituzaiingó.

Los afloramientos de la barranca del Paraná en la localidad de Ituzaiingó están constituidos por unos 7 m de arenas ocráceas en la base, amarillento – blanquecinas en la parte media y nuevamente ocráceas en el sector superior. Las areniscas amarillentas son casi sueltas y las ocráceas algo friables. Hacia arriba y mediando un transición neta sigue un banco de 2 m de espesor de arcillita limosa muy arenosa de color gris amarillento (5Y7/2) y gris algo verdoso. El techo de la misma presenta un tono oscuro pudiendo corresponder a un paleosuelo. El conjunto está cubierto por una capa de 0,60 m de espesor de arena pelítica suelta, con suelo actual (Figura 30).

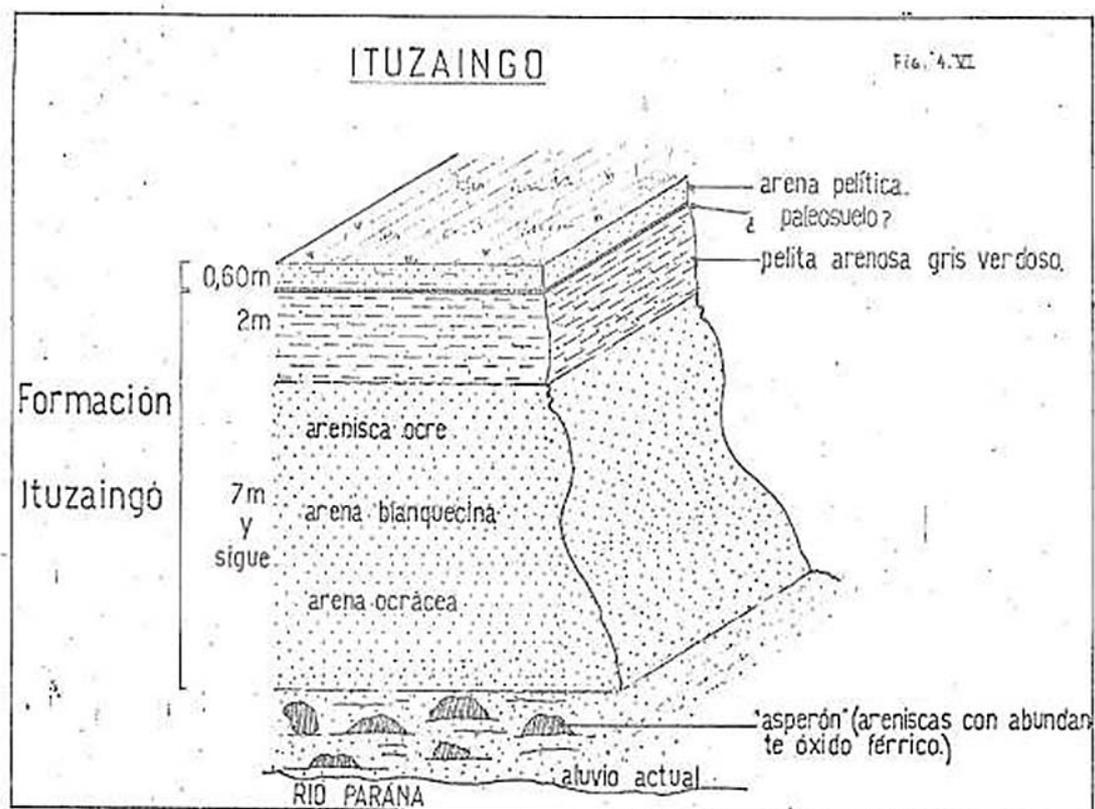


Figura 30. Barrancas del Río Paraná. Fm. Ituzaiingó en Ituzaiingó (INCYTH, 1977)

En los alrededores de la localidad de Empedrado, unos 60 km al sur de la ciudad capital de Corrientes, es posible observar buenas exposiciones de rocas debido a las cárcavas profundas cercanas al río Paraná y al desarrollo de barrancas disectadas por dicho curso fluvial. Las mismas ponen al descubierto a la Fm. Toropí-Yupoí y la sección superior de la Fm. Ituzaiingó. Aquí es posible describir el siguiente perfil, donde de abajo hacia arriba se observan 4 m de arena blanquecina, friable. Sigue 1,5 m de arenisca pelítica y arcillita limoarenosa, color gris oliva claro (5Y6/1). El techo de este banco pelítico es más oscuro dando indicios de un posible paleosuelo.

Sobre estos materiales se dispone un banco de areniscas ocráceas muy poco consolidadas de 1 m de espesor, que suele estar erosionado, pasando directamente el material pelítico gris verdoso a estar cubierto por los materiales de la Fm Toropí-Yupoí (que será descripta más adelante).

El banco inferior de arenisca o arena blanquecina cambia lateralmente a rosado. Esto se debe a la alternancia de láminas de un 1 mm de arenas ocráceas que influye en

la coloración del conjunto. Además, este banco psamítico presenta en parte estratificación entrecruzada (Figs 31 a 33)

En algunas localidades es posible observar sobre la arcillita gris verdosa un delgado banco de arenisca dura, color rojizo oscuro (10 R 2/2), muy cementado por material limonítico. El mismo se encuentra dentro del sector de las areniscas ocráceas donde también se observó un delgado banco de CO_3Ca .

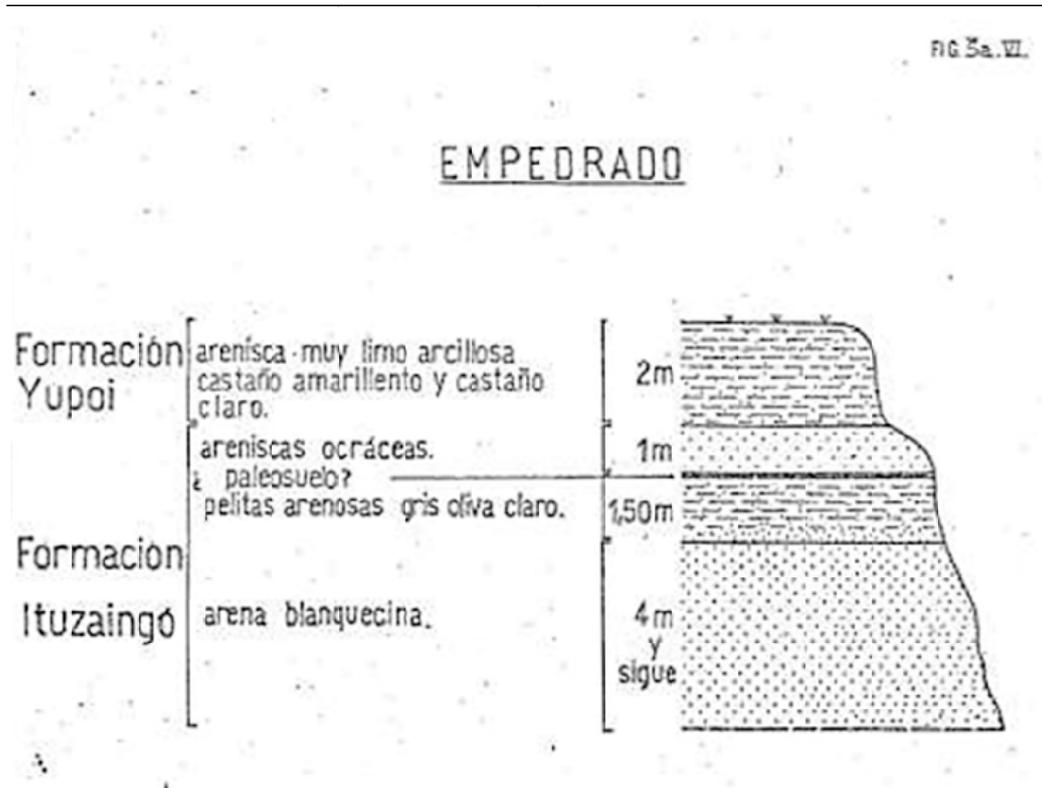


Figura 31. Localidad de Empedrado. Formaciones Ituzaingó y Yupoi (INCYTH, 1977)

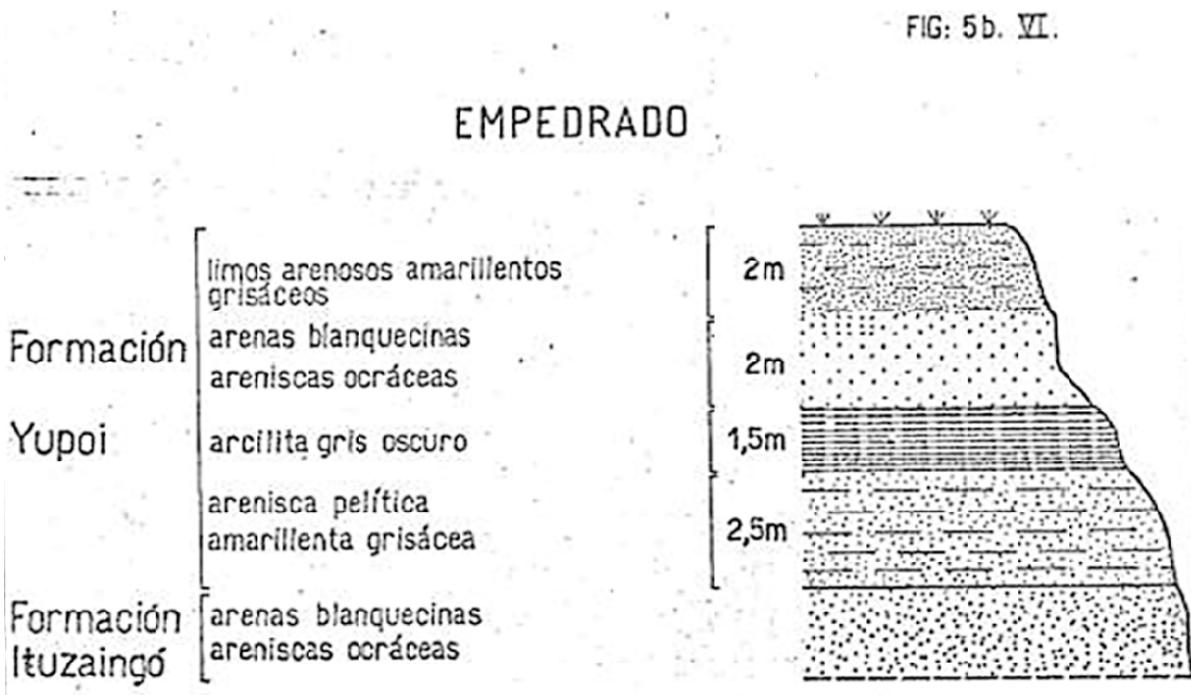


Figura 32 Localidad de Empedrado. Formaciones Ituzaingó y Yupoi (INCYTH, 1977)

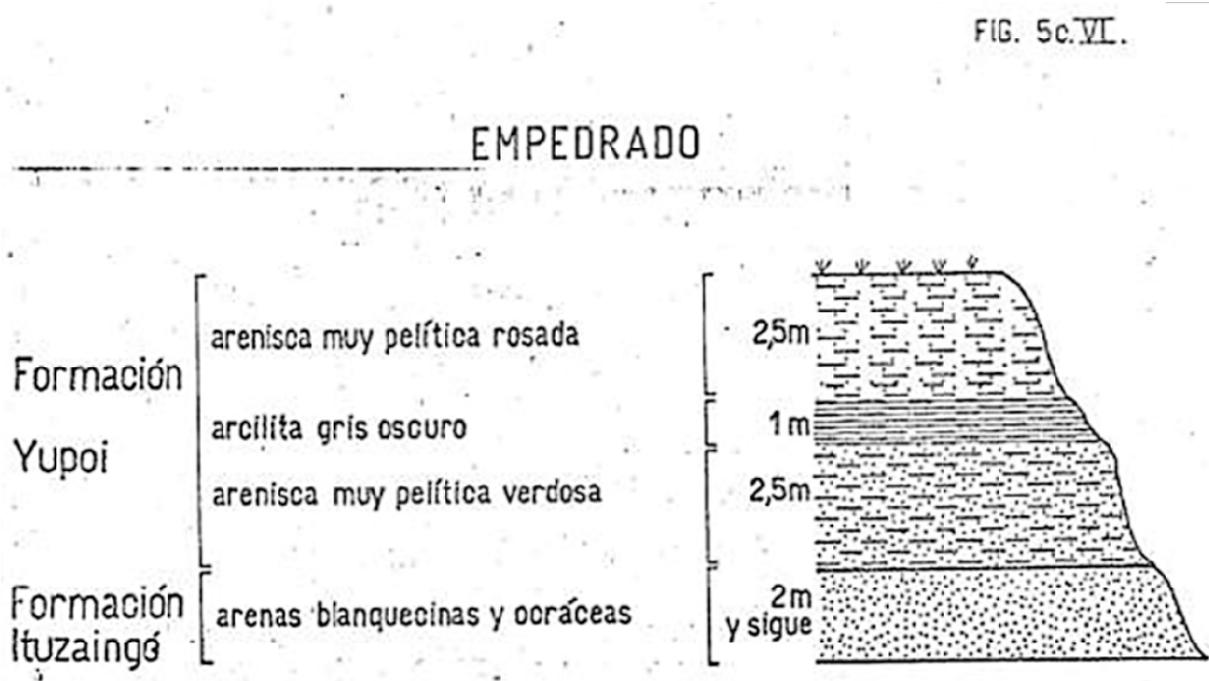


Figura 33. Localidad de Empedrado. Formaciones Ituzaingó y Yupoi (INCYTH, 1977)

Las barrancas del río Paraná en la localidad de Bella Vista están constituidas en su totalidad por materiales de la Fm. Ituzaingó. En la base de la secuencia se observan 4 m de arenas-areniscas amarillentas ocráceas que hacia arriba pasan transicionalmente a una arcillita algo limo-arenosa, color castaño oscuro y grisáceo, de un metro de espesor. Sigue mediando en límite neto un paquete de 5 m de arena amarillenta bastante friable, que cambia lateralmente de coloración a rosado-rojizo. El conjunto culmina con un banco de un metro de espesor de arenisca limo-arcillosa rosada a rojiza.

En la Estancia La Pastoril, entre Bella Vista y Santa Lucía, los lugares próximos al río Paraná han sido afectados activamente por la erosión fluvial dando por resultado la presencia de profundas cárcavas.

En algunas de ellas se reconoce en la base de la secuencia 2 metros de arena blanquecina muy friable. Sobre las mismas se disponen areniscas ocráceas menos friables que las subyacentes presentando un espesor de aproximadamente 2 m. Este sector ocráceo presenta una intercalación de 0,5 m de arcillita gris verdosa. Hacia arriba se dispone un banco de arenisca más o menos pelítica color castaño claro (5 YR 5/6) con sectores difusos de color amarillo verdoso pálido (10 Y8/2). Este banco se acuña presentando un máximo espesor visible de 2,5 m.

Hacia arriba y mediando una clara discordancia erosiva, se disponen las sedimentitas de la Fm. Toropí-Yupoi que será descripta más adelante.

Ft. 4.VI

BELLA VISTA

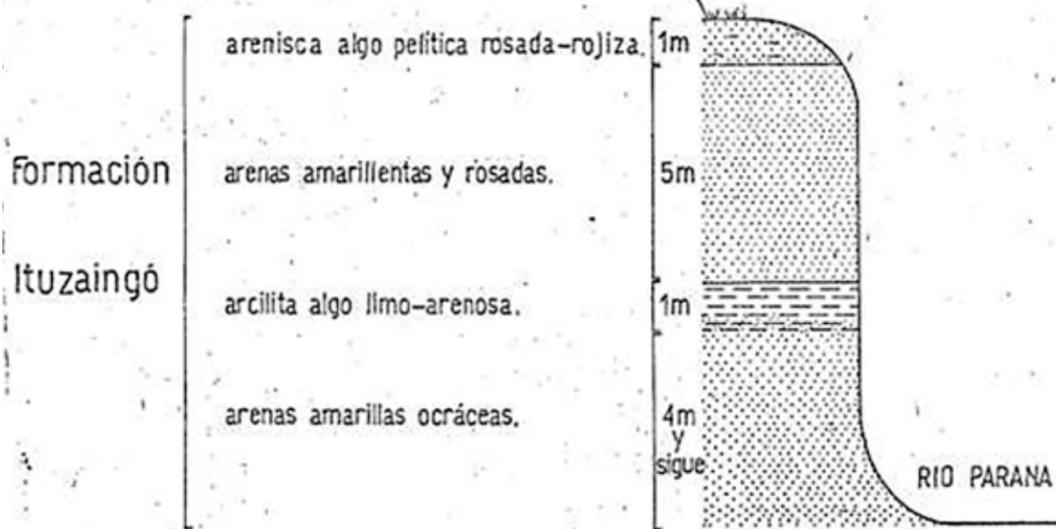


Figura 34. Fm Ituzaiingó en la localidad de Bella Vista (INCYTH, 1977)

Fig. 7.VI.

Ea. LA PASTORIL

ENTRE SANTA LUCIA Y BELLA VISTA

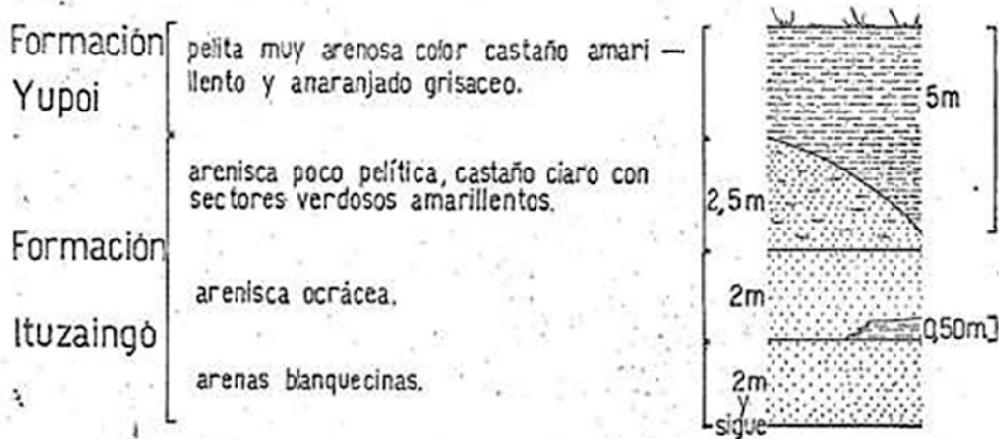


Figura 35. Ea. La Pastoril. Formaciones Ituzaiingó y Toropí-Yupoí (INCYTH, 1977)

El análisis arquitectural de la Formación Ituzaiingó permitió reconstruir un modelo fluvial de escurrimiento típicamente entrelazado (Anis et al., 2005) semejante al del Paraná actual (Orfeo y Stevaux, 2002), que se caracteriza por la presencia de numerosas islas de arena en un canal fluvial ancho, relativamente poco profundo y de baja sinuosidad.

Ello revela una adecuada oferta de lluvia y sedimentos desde la alta cuenca en el marco de los cambios climáticos globales del Cuaternario, para sostener en el tiempo dicho modelo de escurrimiento.

Además se deduce una considerable estabilidad de la pendiente regional, a pesar de los movimientos tectónicos que determinaron la migración lateral del cauce (Orfeo, 2005).

Formación Toropí-Yupoí

En el actual territorio de la provincia de Corrientes, algunos autores describieron dos unidades litoestratigráficas fosilíferas superpuestas: Formación Toropí (Herbst y Alvarez, 1975) y Formación Yupoí (Herbst, 1971). Iriondo (1996) propuso la unificación de ambas unidades identificándolas como una sola con el nombre Toropí-Yupoí. Menciona entre los argumentos principales para la unificación, la evidente similitud mineralógica. En la actualidad se ha generalizado el uso informal de Fm Toropí-Yupoí para denominarlas en conjunto, debido a la falta de criterios objetivos y definitorios que permitan diferenciarlas como unidades distintas.

Esta unidad se superpone a la Formación Ituzaingó y está compuesta por sedimentos de color gris a verde grisáceo con distintas proporciones de limo, arcilla plástica y arena fina muy bien seleccionada.

La fracción arena es fundamentalmente cuarzosa con escasa proporción de feldespato potásico y minerales pesados que presentan una asociación mineralógica semejante a la homóloga de la Formación Ituzaingó (Iriondo, 1973).

Estos depósitos de espesor típico variable entre 2 y 4 m, tienen edad Pleistoceno superior. En cuanto a los minerales de las arcillas se ha encontrado una clara diferencia en su abundancia relativa con respecto a la Fm. Ituzaingó.

La composición promedio de los argilominerales revela 57 % de montmorillonita, 29 % de illita y 14 % de caolinita, no desviándose significativamente en la mayoría de las muestras (Santa Cruz, 1977). Estudios en las arcillitas del sector inferior y superior de ésta unidad no muestran diferencias significativas, manteniéndose el predominio neto de la montmorillonita con respecto a los otros dos grupos arcillosos. En la región occidental de Corrientes las montmorillonitas e illitas son dominantes, guardando generalmente proporciones semejantes, quedando la caolinita siempre muy subordinada. En cambio en la región oriental de la provincia dominan claramente las montmorillonitas, estando muy poco representadas o ausentes las illitas. Sin embargo, en afloramientos del noreste se presentan tenores muy altos de caolinita (ver Anexo). Esto se debería a la diversa proveniencia de los aportes de una u otra arcilla, como sería en el caso de la Fm. Fray Bentos (montmorillonita) o en el caso de la Fm. Solari (caolinita) (Proyecto 1230 INCYTH, 1977).

Se trata de un relleno de características palustres acumulado en fajas fluviales abandonadas por el río Paraná, que aflora típicamente en las barrancas correntinas de dicho río y de otros tributarios de la región. Su espesor, en general no muy desarrollado, varía entre 6 y 9 metros en el área del arroyo Toropí (Herbst y Santa Cruz, 1985).

Ocasionalmente se advierten evidencias de discordancia erosiva entre la Formación Toropí-Yupoí y la unidad subyacente (Formación Ituzaingó). También es notable la presencia de una costra calcárea la cual es esporádicamente reemplazada por un horizonte arcilloso de unos pocos centímetros de espesor, lo cual sugiere un cambio momentáneo en las condiciones de sedimentación (Herbst y Santa Cruz, 1985). En mu-

chos lugares de las barrancas del río Paraná el espesor de esta Formación varía entre 1 y 3 metros.

Debido a la activa acción erosiva, las mejores exposiciones se localizan en el valle de inundación del río Paraná y zonas aledañas. En la Ciudad de Corrientes es posible observar que la Fm Toropí-Yupoí forma una parte importante de las barrancas, apoyándose sobre las areniscas rojizas muy cementadas por óxidos férricos (informalmente conocidas como “asperones”) de la Fm. Ituzaingó. Al lado del cementerio municipal de la ciudad de Corrientes se observan que son areniscas definitivamente pelíticas de color amarillento. Hacia abajo pasan a areniscas rosadas y grisáceas (difusas) de la Fm. Ituzaingó.

En las cercanías del establecimiento comercial de la empresa Coca-Cola de la ciudad capital de Corrientes, se observa que algunos asomos de la Fm Toropí-Yupoí compuestos por areniscas muy pelíticas y pelitas muy arenosas, color anaranjado grisáceo (10 YR 7/4), gris amarillento (5 Y 7/2) y amarillento grisáceo (5 Y 8/4), se hallan a la misma altura topográfica que remanentes de la Fm. Ituzaingó, los que hacia el río pasan a constituir la totalidad de la barranca. Ello demuestra que la formación Toropí-Yupoí claramente ha rellenado depresiones excavadas de la Fm. Ituzaingó.

Empedrado es una de las localidades donde es posible observar las mejores exposiciones de esta unidad. Aquí la Fm Toropí-Yupoí se apoya indistintamente sobre las areniscas ocráceas y blanquecinas o arcillitas gris verdosas (5 Y 6/1) de la Fm Ituzaingó.

Los mayores espesores se hallan hacia el N de la ciudad. Generalmente son areniscas muy limoarcillosas, color castaño amarillento moderado (10 YR 5/4) y castaño claro (5 YR 6/4).

Los afloramientos del cruce del Arroyo González con la ruta N° 27 al sur de Empedrado, permiten observar que sobre 5 m de areniscas ocráceas de la Fm. Ituzaingó (con una intercalación de 8 cm de arcillita gris verdosa en la parte media), se dispone la Fm. Toropí-Yupoí representada en este caso por pelitas muy arenosas color amarillento oscuro (5 Y 6/4) y gris amarillento (5 Y 7/2), con pequeños sectores más arcillosos dentro de la masa pelítica. En la cárcava de Toropí (al sur de Bella Vista) y Estancia La Pastoril (entre Santa Lucía y Bella Vista) los materiales de ésta unidad corresponden a pelitas muy arenosas, color castaño amarillento pálido (10 YR 7/4). En ésta última son particularmente visibles, a modo de intercalaciones, sectores blanquecinos dentro de la unidad que corresponden a pelitas arenosas, pulverulentas, no calcáreas, con arcilla predominante del tipo montmorillonita (Ver Anexo). En el cruce de la ruta Nacional N° 12 con el arroyo Santa Lucía, la formación está constituida por areniscas muy pelíticas color gris verdoso, con sectores anaranjados. Presenta escaso material psefítico y sectores pequeños de arcillitas verdosas dentro de la masa psamítica. Unos 15 km al este de San Luis del Palmar, es posible observar unos 2 m de espesor de éstos materiales, constituidos por areniscas de color gris oliva claro (5 Y 6/1) o gris amarillento (5 Y 8/1), algo calcáreas con una intercalación de rodados pequeños en la parte media inferior y abundantes motas rojizas. Las mismas características presentan los afloramientos de Santa Lucía sobre la ruta N° 27, unos 180 km en línea recta de San Luis del Palmar.

Durante una campaña realizada específicamente para la presente publicación, se observaron afloramientos de esta formación en las cercanías de Mariano I. Loza. (Ex Estación Solari) (Figura 36)



Figura 36.Fm. Toropí-Yupoí. Limos, arcillas y arenas finas verdosas a castañas en Ruta Nro. 14. (S 29°28'54" W 56°58'34")

Allí se observó un depósito de unos 500 m de extensión sobre la ruta N° 14 en la proximidades de M. I. Loza compuesto por unos 5 m de espesor de sedimentos de color gris a verde grisáceo con transición al castaño amarillento a rojizo y castaño oscuro, coincidiendo con un nivel de paleosuelos actuales hacia el tope del perfil que presenta distintas proporciones de limo, arcilla plástica y arena fina muy bien seleccionada.

Desde un punto de vista paleoambiental, estas Formaciones incluyen depósitos de llanura de inundación asociados al río Paraná (Herbst y Alvarez, 1972; Herbst y Santa Cruz, 1985; Tonni, 2007).

9. CUATERNARIO - HOLOCENO

FORMACIÓN CONCORDIA

Son depósitos sedimentarios que constituyen la terraza baja del río Uruguay, cuya generación abarcó todo el Holoceno (Iriondo y Krohling, 2008). Está compuesta por sedimentos masivos o muy groseramente estratificados, arenosos o areno-arcillosos de color marrón grisáceo a marrón rojizo. Corresponden a depósitos de facies de inundación acumulados durante dos fases climáticas semiáridas.

En Santo Tomé la Fm Concordia conforma una terraza sub-horizontal de 150 m de ancho, compuesta por estratos gruesos y de contactos difusos integrados por limo arcilloso masivo.

Al norte de Yapeyú, ésta unidad muestra un perfil de 4 m de potencia compuesto por arena limosa fina estructurada en poliedros muy gruesos. Sobre el mismo se apoya un estrato de arena muy fina limosa, color marrón oscuro con manchas ferruginosas. Sigue hacia arriba un estrato más arcilloso que el infrayacente, masivo, de color marrón grisáceo. En forma transicional continúa un depósito de rodados de costra ferruginosa de color ocre amarillento en matriz limo arcillosa.

Cerca de la misma localidad, en las inmediaciones de la desembocadura del arroyo Guaviraví, la Fm Concordia se presenta en talud sub-vertical con dos Miembros sobre la barranca del río Uruguay de 4,5 m de potencia en total. Además de los materiales señalados con anterioridad, en dicho perfil se reconoce ceniza volcánica blanca y un suelo enterrado en el tope del Miembro inferior.

Dicho Miembro, también aflora en el área de Paso de los Libres con una sucesión de estratos areno limosos a arcillosos de color marrón rojizo, coronado por un paleosuelo de 1 m de potencia. En el área de Monte Caseros la Fm Concordia tiene de 1,5 m a 2 m sobre el basalto y está compuesta por sedimentos gruesos de cauce con gravas y cantos rodados de basalto alterado y calcedonia, matriz soportados.

SUELOS ENTERRADOS

El Holoceno medio en esta región estuvo caracterizado por un clima húmedo y cálido de unos 5.000 años de duración conocido como *Optimum Climaticum* (Iriondo y Kröhling, 2008). Este ambiente produjo el desarrollo completo de suelos en el tope de las unidades aflorantes en ese período, con dos episodios pedogenéticos intensos separados por un intervalo menos húmedo (Kröhling, 1996).

En el territorio provincial correntino se reconocen suelos enterrados en: Fm Oberá, Fm Concordia, Fm Tapebicué y Fm Hernandarias. Tales tipos de suelos son: Vertisol, Ultisol, Plintisol, Alfisol 1 o Alfisol 2 (Iriondo y Kröhling, 2008), que en general presentan regímenes de lluvias variables entre 1.600 y > 2.000 mm/año y temperaturas medias entre 19°C y 23°C. Según el clima y condiciones de humedad fueron colonizados por pastizales, selva, malezal palustre, bosque higrófilo o pseudoestepa. Los mi-

nerales de arcilla identificados son: esmectitas, caolinita, interestratificado montmorillonita/caolinita o interestratificado illita/esmectita.

ARENAS EÓLICAS

Se trata de campos de arena recientes a sub-actuales depositados en valles, con formas irregulares y de escasa potencia (Iriondo y Kröhling, 2008). La arena fue movilizada por procesos eólicos durante un clima seco ocurrido en el Holoceno Superior entre 3.500 y 1.400 años AP (Iriondo, 1990).

En la provincia de Corrientes aparecen como pequeños cuerpos psamíticos de pocos decímetros de espesor. Uno de ellos está integrado por arena fina de 0,60 m de potencia con concreciones de color negro, que cubre a la Fm Tapebicuá. En la zona de Monte Caseros se aprecia un campo de arena eólica fina a muy fina, suelta, de color gris muy claro y 1 m de espesor. Estos depósitos se interpretan como un paisaje de pequeñas dunas aisladas, posteriormente disipadas por efectos de un clima más húmedo que otorgó a estos cuerpos sedimentarios el aspecto disperso que tienen en el presente.

También se citan dunas eólicas al norte de Lavalle sobre la barranca del río Paraná, donde forma un depósito de 1 a 3 m de potencia, color gris amarillento, compuesto por arena fina y suelta con más del 90% de cuarzo en su composición. Cubren en discordancia a las arenas ocráceas de la Fm Ituzaingó que es su fuente de origen. En la zona de Itatí se describen depresiones de deflación con forma circular o elíptica y eje mayor de rumbo ESE-WNW según los vientos dominantes de la época (Iriondo, 2010)

FORMACIÓN SAN GUILLERMO

Es un sedimento eólico color grisáceo de 0,2 a 0,8 m de espesor, que cubre en forma de manto casi todas las unidades aflorantes en esta provincia y regiones vecinas (Iriondo, 2010). Está compuesto por limo grueso a mediano (70%) con proporciones subordinadas de arcilla (25%) y arena muy fina (5%) (Kröhling y Orfeo, 2002). Tiene consistencia friable a firme, porosa, permeable y está estructurada en prismas gruesos.

Esta unidad sedimentaria es el producto de la deflación del horizonte A del Suelo Hypsithermal depositado en el Holoceno Superior (Iriondo, 1990). En el este de Corrientes está depositada sobre rocas y sedimentos de distinto tipo y edades, con tendencia a preservarse sobre la Fm Hernandarias y la Fm Tapebicuá. Sobre la meseta basáltica en el área de Mercedes y Colonia Pellegrini cubre las vulcanitas y areniscas cretácicas en forma de capa delgada. También se encuentra sobre el relleno palustre cuaternario de los afluentes del Miriñay.

Además cubre el área plana que rodea los afloramientos de la Fm Solari en la zona de Tres Cerros, donde se apoya en discordancia sobre el techo de la Fm Tapebicuá. Al norte de Monte Caseros ésta Formación cubre arenas eólicas asociadas al río Uruguay.

Dada sus características y posible gran extensión, estas unidades cuaternarias no han sido incorporadas al mapa geológico de este trabajo.

MATERIALES SUPERFICIALES

Son depósitos sueltos, muy jóvenes, probablemente formados durante el período seco del Holoceno Superior, básicamente derivados de la meteorización física de los materiales subyacentes (Iriondo y Kröhling, 2008) con transporte escaso o nulo.

En dicho contexto se reconoce en la provincia de Corrientes al canchal (o escombrera) localizado sobre la ladera norte de Tres Cerros, integrado por un material residual formado por bloques y cantos rodados de arenisca con escaso material fino intersticial.

El mecanismo de formación de estos depósitos residuales fue el lavado de pendientes producido por agua no encauzada con escasa competencia bajo un ambiente en general húmedo con edad indeterminada dentro del Cuaternario Superior.

10. PALEONTOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES

Para la siguiente síntesis sobre la paleontología de la provincia de Corrientes se tuvieron especialmente en cuenta dos contribuciones (Bond, et al., 1998; Zurita et al., 2014), las cuales permitieron resumir las características más salientes y actualizadas de dicho espacio del conocimiento científico local. A partir de las mismas, los interesados podrán profundizar aspectos que resulten de mayor interés sobre el particular.

La región mesopotámica presenta características bióticas y geográficas muy particulares. Desde un punto de vista zoogeográfico congrega faunas ancestrales de Brasil con otras de la región pampeana y regiones centrales de Argentina. Esta zona de intergradación biológica estuvo presente desde fines del Mioceno, cuando se depositó el denominado conglomerado osífero de la Formación Ituzaingó (Mioceno tardío – Plioceno).

La Formación Fray Bentos, originalmente definida en Uruguay, también aflora en una extensa área de las provincias de Corrientes y Entre Ríos en Argentina. En la provincia de Corrientes estos sedimentos comprenden en su parte inferior a los "calcáreos de Curuzú Cuatiá" ("Horizonte Castellense" Podestá, 1899) y en su porción superior una serie de limo-areniscas rojizas sin calcáreo, que Herbst (1980) consideró que representan dos secciones de dicha formación. De la sección inferior proviene el notoungulado *Ameghino therium curuz ucuatiense* (Podestá 1899), especie que sirviera para asignar dichos sedimentos ("Horizonte Castellense" de Podestá, 1899, *nec* Kraglievich, 1934; "Formación Castillo", Herbst, 1971) al Paleógeno, dentro de lo que actualmente reconocemos como edad mamífero Deseadense (c. Ameghino, 1914).

Posteriormente, Kraglievich (1934) consideró la posibilidad de que el "Castillense" pudiera ubicarse temporalmente entre las edades mamífero Deseadense y Colhuapense.

El hallazgo de nuevos fósiles en la Formación Fray Bentos de Corrientes y Uruguay, dio sustento a su asignación a la edad mamífero Deseadense *s. l.* (Álvarez, 1978; Mones y Ubilla, 1978; Ubilla et al., 1994; Reguero *et al.*, 1995).

Bond y colaboradores (1998), incrementan la diversidad conocida de mamíferos de la Formación Fray Bentos en Argentina, ya que mencionan por primera vez para ella las familias: Dasypodidae (Cingulata), Chinchillidae, Cephalomyidae (Rodentia), Mesotheriidae e Intertheriidae (Notoungulata). La asociación faunística presentada, permite referir la Formación Fray Bentos en Argentina (o al menos los niveles portadores) a la edad mamífero Deseadense *s. l.* (*i.e.* Oligoceno superior?). Los estudios paleontológicos sobre el Cuaternario de las regiones Noroeste, Chaqueña y Mesopotámica de Argentina han experimentado un notable aumento en los últimos 15 años.

A pesar del conocimiento paleontológico actual de la Mesopotamia, éste no tiene aún el nivel de desarrollo de la Región Pampeana (Carlini *et al.*, 2004; Cione y Tonni, 2005). Las evidencias sugieren que desde el Mesopotamiense (Mioceno tardío – Plio-

ceno temprano) ésta región desarrolló una identidad paleobiogeográfica única (ScillatoYané, 1976; Pascual y Bondesio, 1982; Cione *et al.*, 2000; Carlini *et al.*, 2000; Aceñolaza, 2004).

Probablemente en ese momento la mitad septentrional del actual territorio argentino quedó dividido en dos grandes áreas longitudinales, una de ellas paralela a la cordillera andina y la otra pudo haber sido una gran cuenca de drenaje del proto-río Paraná (Cione *et al.* 2000)

En un contexto paleobiogeográfico, es altamente probable que éste área actuó como corredor de conexión biogeográfica entre la región pampeana y áreas ubicadas hacia el noreste (Cozzuol, 1993; Carlini *et al.*, 2000). Lo dicho puede explicar, al menos parcialmente, la presencia de alguna taxa relictual en el Conglomerado Osífero característica de las edades Chasiyuense, Huayqueriense y Montehermosense (Mioceno tardío – Plioceno temprano), con predominio de la paleofauna Huayqueriense.

Otra posibilidad es considerar que esta asociación paleofaunística puede representar un ensamble diacrónico.

Los tardígrados (Mammalia, Xenarthra) muestran aquí su mayor diversificación Mio-Pliocena, con unas 37 especies reconocidas (Carlini *et al.*, 2000); entre las cuales la Familia Megalonychidae es la más común, mientras que Mylodontidae Scelidotheriinae es muy escasa.

Además, los Glyptodontidae (Mammalia, Cingulata) están caracterizados por un predominio de Hoplophorinae Palaehoplophorini (*Palaehoplophorus*, *Chlamyphractus* Castellanos y *Protoglyptodon* Ameghino; ver Castellanos, 1940; Ameghino, 1885; Cione *et al.*, 2000).

Otros grupos bien representados son Plohophorini: *Parahoplophorus* Castellanos y *Plohophorus* Ameghino, como también Doedicurinae: *Eleutherocercus* Koken and *Comaphorus* Ameghino. En este sentido, se registró por primera vez Neuryurini: *Pseudoeuryurus* Ameghino (Ameghino, 1889) y *Urotherium* Castellanos (Castellanos, 1926).

En cuanto a los invertebrados, ha sido señalada la presencia de algunos moluscos fósiles de agua dulce exhumados en paleolagunas localizadas en la sección superior de la Formación Itizaingó. Para su datación se estudiaron ejemplares de 5 paleolagunas (ver, entre otros, Herbst y Camacho (1970), Morton y Jalfin (1987), Morton (2004).

La información recién señalada se resume en la tabla siguiente:

CLASE	SUPERFAMILIA	FAMILIA	
Bivalvia	<i>Unionaceae</i>	<i>Hyriidae</i>	<i>Diplodon</i> aff. <i>delodontus</i> (Lamarck)
	<i>Mutelaceae</i>	<i>Mycetopodidae</i>	<i>Anodontites</i> aff <i>trapesialis</i> <i>susannae</i> (Gray) <i>Anodontites</i> ? sp. <i>Mycetopoda</i> <i>herbstii</i> Morton y Jalfin <i>M. lutziana</i> Morton
Especies de Invertebrados Fósiles de la provincia de Corrientes			

Morton y Sequeira (1991), describieron bivalvos de la Formación Ituzaingó cerca de la represa Yacyretá: *Diplodon itapuensis* y *D. ituzanguensis*.

Entre los primeros estudios paleobotánicos llevados a cabo en dicha Formación cabe consignar las contribuciones de Anzótegui (1974, 1978), Anzótegui y Lutz (1988) y Lutz (1991). Herbst y Santa Cruz (1985) reunieron dichos antecedentes en el Mapa Litiestratigráfico de la provincia de Corrientes.

Posteriormente Zucol *et al.* (2004) y Barreda *et al.* (2007) realizaron una revisión taxonómica integral de los fósiles mencionados para la región mesopotámica.

Entre los más importantes se puede mencionar:

Polen	cf. <i>Microgramma</i> sp. (Pteridophyta) <i>Podocarpidites</i> sp. (Confiéales) <i>Bastardiopsis</i> sp. <i>Lithraea</i> sp., <i>Cuphea</i> sp., cf. <i>Bulnesia</i> sp, cf. <i>Heimia salicifolia</i> , cf <i>Cephalanthus glabratus</i> , cf. <i>Mimosa</i> sp. cf. <i>Celtis</i> sp., <i>Chrysophyllum marginatum</i>	Barrancas de Ituzaingó, Dep. Ituzangó.
Maderas	<i>Schinopsisylon heckii</i> Lutz <i>Schinopsisylon herbstii</i> Lutz <i>Menodoxylon arenensis</i> Lutz <i>Menodoxylon mesopotamiensis</i> Lutz	Área Paso de los Libres-Monte Caseros
Cutículas	<i>Pouteria</i> sp. <i>Nectandra</i> sp. <i>Trichilia</i> aff <i>catigua</i> <i>Guarea</i> aff <i>speciflora</i> <i>Eugenia</i> aff <i>burkartiana</i>	Río Paraná, cerca de la desembocadura del Riachuelo, Dpto. Capital

En la provincia de Corrientes, Zurita y colaboradores (2014) consideran que la paleofauna pleistocena, de acuerdo a dataciones OSL, puede ser asignada tanto al MIS 3 como al MIS 5 (Pleistoceno Superior), por lo menos para la localidad de Arroyo Topopí. La mayor parte de esta asociación está compuesta por taxones «pampeanos», aunque con ciertos casos de otros de afinidades tropicales. Esta particular asociación puede ser explicada por el escenario paleoclimático-ambiental de ambos estadios isotópicos (MIS 3 y MIS 5). Según dichos autores resulta destacable la notable diversidad observada en algunos clados, particularmente entre los Artiodactyla Cervidae y Xenarthra Cingulata. Los análisis fitolíticos efectuados muestran el predominio de gramíneas e indican la presencia de ambientes abiertos de pastizales con algunas palmeras presentes sobre las márgenes de un sistema fluvial, en un clima relativamente cálido y seco.

11. SUELOS DE CORRIENTES

El suelo es una formación de origen natural ubicada entre la litósfera, hidrósfera, biósfera y atmósfera, como producto de la interacción del clima, biota, roca y geoformas, además de la actividad antrópica. Posee minerales y compuestos orgánicos en estado sólido, líquido y gaseoso. Se presenta en la superficie terrestre como un continuo (pedósfera) interrumpido por otras formaciones naturales: hielo, roca, agua, o bien por áreas urbanas. Posee heterogeneidades laterales debido a cambios en los factores de control genético, que originan distintas clases de suelos lindantes entre sí en forma transicional. Esa heterogeneidad horizontal del paisaje está acompañada por una heterogeneidad vertical del perfil y se manifiestan en forma de propiedades físicas, químicas, físico-químicas, y biológicas que pueden favorecer el desarrollo de especies vegetales (Panigatti, 2010).

En la provincia de Corrientes el material parental es uno de los elementos de mayor incidencia en la constitución de los suelos. Así, se encuentran suelos desarrollados a partir de materiales que se hallan en segundo o tercer ciclo de evolución, es decir sedimentos que sufrieron redeposiciones sucesivas, y que por lo tanto se muestran pobres en materiales primarios meteorizables (Capurro y Escobar, 1985).

El relieve de la provincia de Corrientes permite distinguir dos mega-regiones que contienen diferentes ambientes y consiguiente variedad de suelos: Occidental y Oriental. En la Gran Región Occidental se observan suelos poco desarrollados sobre sedimentos modernos, los cuales están sometidos a lavado continuo que induce a la formación de suelos ácidos y migración de arcillas hacia niveles subyacentes con presencia de horizontes argílicos bien desarrollados.

En la Gran Región Oriental, en especial en el sector nordeste, se encuentran los suelos más evolucionados donde la meteorización del basalto exhibe su máxima expresión con la formación de suelos arcillosos. En el sector meridional de esta región se observan suelos con distinto grado de desarrollo, desde incipientes sobre afloramientos rocosos hasta aquellos con fuerte desarrollo que presentan horizontes A-B-C.

En el relieve ondulado del centro-sur y sureste de la provincia, han evolucionado a partir de material calcáreo suelos con horizontes genéticos bien diferenciados. En los valles aluviales de ambas mega-regiones existen suelos formados por capas de sedimentos de granulometría variada, sin llegar a diferenciar horizontes genéticos.

Los suelos del sur de Corrientes presentan indicios de hidromorfismo (concreciones ferromangáníferas y/o moteados) determinados por relieves encharcables, altos contenidos de arcilla o presencia de horizontes con texturas más finas que los supra-yacentes. Aquí el contenido de illita en la fracción arcilla es muy escaso (menos del 5%) y en general mucho menor que en Entre Ríos donde se considera que hubo contaminación loéssica. La cantidad de caolinita en la fracción arcilla de esta región es en general escasa y presenta mayores variaciones que en Entre Ríos. La presencia de rasgos vérticos en Vertisoles y subgrupos vérticos de Molisoles se relaciona más con el al-

to tenor– de arcilla total que con la composición mineralógica de la fracción arcilla, ya que la especie predominante es illita con sólo trazas de caolinita. Tanto en Vertisoles de Corrientes como de Entre Ríos los minerales expandibles son predominantes (Cumba *et al.*, 2005).

A pesar de que Corrientes en general se define como una llanura con predominio de procesos sedimentarios, se detectan ambientes que contienen suelos con riesgo de ser erosionados por el agua de lluvia, tanto en tierras altas como en bajas (Ligier *et al.*, 1998), observándose el predominio de suelos de régimen ácuico, representados por 101 series (57%), mientras que el régimen údico identifica a 75 series (43%). Los suelos anegables e inundables, ocupan el 51% de la superficie provincial y concentran 80 series de suelos sobre un total de 176. Los suelos encharcables cubren el 17% provincial y los suelos con exceso de agua en el perfil ocupan el 10% de la provincia (Ligier *et al.*, 1997).

El importante rol del agua en los suelos de Corrientes se reconoce en cuatro formas de erosión hídrica: laminar, reticular (que forma los malezales), en surcos y en cárcavas. Los máximos valores de pérdida potencial de suelo corresponden a los suelos rojos del noreste correntino debido a su topografía y erosividad por efecto de las lluvias (Ligier *et al.*, 1998).

Debido a la diversidad de los factores genéticos concurrentes y el grado de incidencia de cada uno de ellos, la provincia de Corrientes exhibe una amplia variedad de suelos. Dentro de su territorio, se encuentran siete de los once órdenes que contempla la taxonomía del sistema americano vigente:

Alfisolos (29,4 % de la superficie provincial), Molisolos (28,3%), Entisolos (18,8%), Inceptisolos (7%), Vertisoles (6,3%), Ultisolos (4,2%) e Histosoles (3,9%). Cabe destacar que el 59,5 % de la superficie provincial está ocupada por cuerpos de agua y suelos de régimen ácuico con encharcamientos e inundaciones de distinta intensidad (Escobar *et al.*, 1996).

Las principales características de los distintos órdenes de suelos de la provincia de Corrientes según Panigatti, (2010) son:

- **Alfisolos:** dentro de este Orden se reconocen las variedades que se describen a continuación.

(a) Albacualf Típico: Presente en terrazas y afluentes de río Paraná en el área de los Esteros del Iberá, en zonas de relieve plano a plano-cóncavo con pendiente muy baja (0,1% a 0,5%). Son suelos pobremente drenados con escurrimiento y permeabilidad lentos, ocupados por pastizales y fuerte presencia de tacurúes. El escurrimiento es pobre por la proximidad del agua freática, lo cual genera deficiencias de drenaje, erosión y encharcamiento. Tienen un horizonte superficial álbico (E) color pardo claro de 40 cm de espesor y composición franco arenosa, sobre un horizonte B argílico fuertemente estructurado.

- **Molisolos:** dentro de este Orden se reconocen las variedades que se describen a continuación.

Paleudol Vértico: se encuentra en lomas y planicies suavemente onduladas (pendiente <3%) de la región del Espinal. Presenta escurrimiento moderado, permeabilidad lenta y signos de erosión hídrica. Está ocupado por sabanas y praderas arboladas. Internamente tiene un Horizonte B con alto contenido de arcilla. Soporta estrés hídrico por falta y exceso de agua.

(a) Argiudol Vértico: Está presente en la misma región mencionada con anterioridad pero en sectores con menor pendiente (<2%). Se encuentra pobremente drenado, con escurrimiento y permeabilidad lentos. Soporta erosión hídrica y estrés hídrico estacional.

(b) Natracuol Vértico: Se localiza en el nivel medio de las terrazas del río Corriente en la región fitogeográfica del Espinal. Presenta relieve plano a plano-cóncavo con pendiente del orden del 0,5%. Tiene drenaje imperfecto debido a la permeabilidad y escurrimiento lentos. Está colonizado por bosques xerófilos, palmares y pastizales. Típicamente presenta alcalinidad sódica desde los 15 cm de profundidad, erosión laminar severa y encharcamientos estacionales.

(c) Paleudol Típico: Se desarrolla en terrazas, albardones y lomas del río Paraná con pendiente del orden de 1-2%, drenaje moderadamente bueno, permeabilidad moderada y escurrimiento medio a lento, con presencia de pastizales de porte medio a bajo asociados a bosques en islas.

(d) Argiudol Acuértico: Se desarrolla en las terrazas del río Paraná dentro de la provincia fitogeográfica Chaqueña. Presenta pendiente del orden de 1,5%, drenaje moderadamente bueno, escurrimiento medio y permeabilidad lenta a moderada. Está ocupado por pastizales de gramíneas de porte medio. Tiene tendencia a la erosión hídrica y encharcamientos estacionales.

- **Entisoles:** dentro de este Orden se reconocen las variedades que se describen a continuación.

(a) Psamacuent Spódico: Presente en lomas arenosas y planicies suavemente onduladas de la región del Iberá. Tiene pendiente variable entre 0,5% y 1,5%, escurrimiento lento a medio, permeabilidad moderadamente lenta y drenaje imperfecto a moderadamente bueno. Está ocupado por pastizales, palmares y lagunas, influenciados por la cercanía del agua subterránea que fluctúa estacionalmente. Son suelos arenosos de 0,7 a 1 m de espesor ubicados sobre una discontinuidad litológica que provoca la proximidad del agua a pocos centímetros de la superficie en períodos lluviosos.

(b) Udipsament Argico: Se desarrolla en la misma región descrita con anterioridad, pero en sectores con mayor pendiente (1-2%). Por ello tienen escurrimiento medio, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje bueno a excesivo. Presentan pastizales cortos, palmares y microrelieve característico debido por la presencia de taurúes (hormigueros y termiteros)

- **Inceptisoles:** dentro de este Orden se reconocen las variedades que se describen a continuación.

(a) Endoacuept Aérico: Ubicado en planicies anegables de los ríos Aguapey y Miriñay sobre planos tendidos con microrelieve de lomos y surcos (malezales). Tienen pendiente muy baja (0,1% a 0,5%) con escurrimiento y permeabilidad lentos, además de drenaje imperfecto. Presentan erosión reticular favorecida por la textura de los niveles superficiales (franca a franco-limosa) y largas pendientes que superan los 1500 m. Son suelos ácidos con alto tenor de aluminio y capa freática próxima a la superficie.

- **Vertisoles:** dentro de este Orden se reconocen las variedades que se describen a continuación.

(a) Hapludert Crómico: Ubicado en lomas disectadas por erosión fluvial en la región fitogeográfica del Espinal, con pendiente variable entre 3% y 5%, drenaje mode-

radamente bueno, permeabilidad moderadamente lenta y escurrimiento medio a rápido, ocupado por pastizales y árboles dispersos. Presenta riesgo de erosión hídrica.

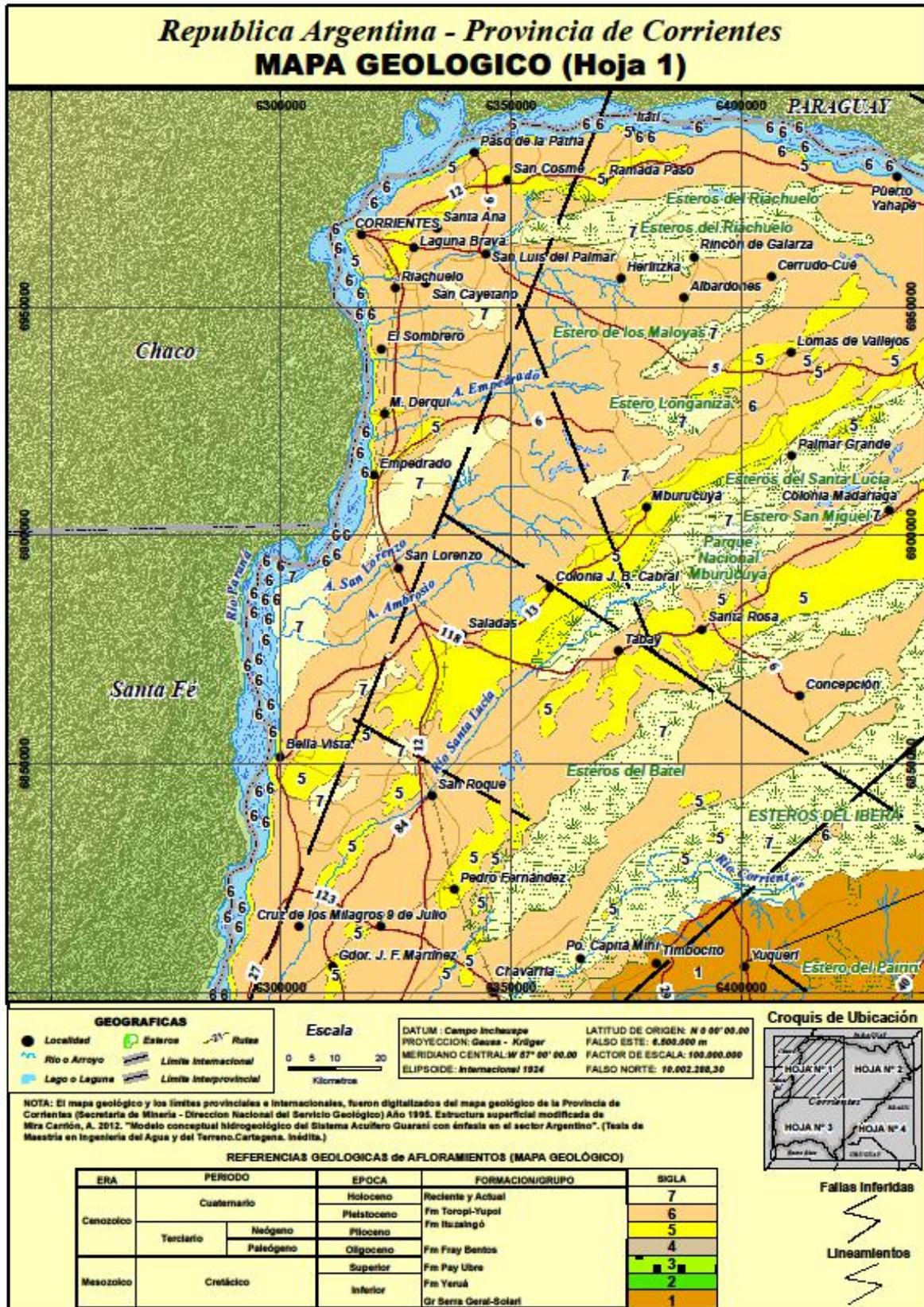
- **Ultisoles:** dentro de este Orden se reconocen las variedades que se describen a continuación.

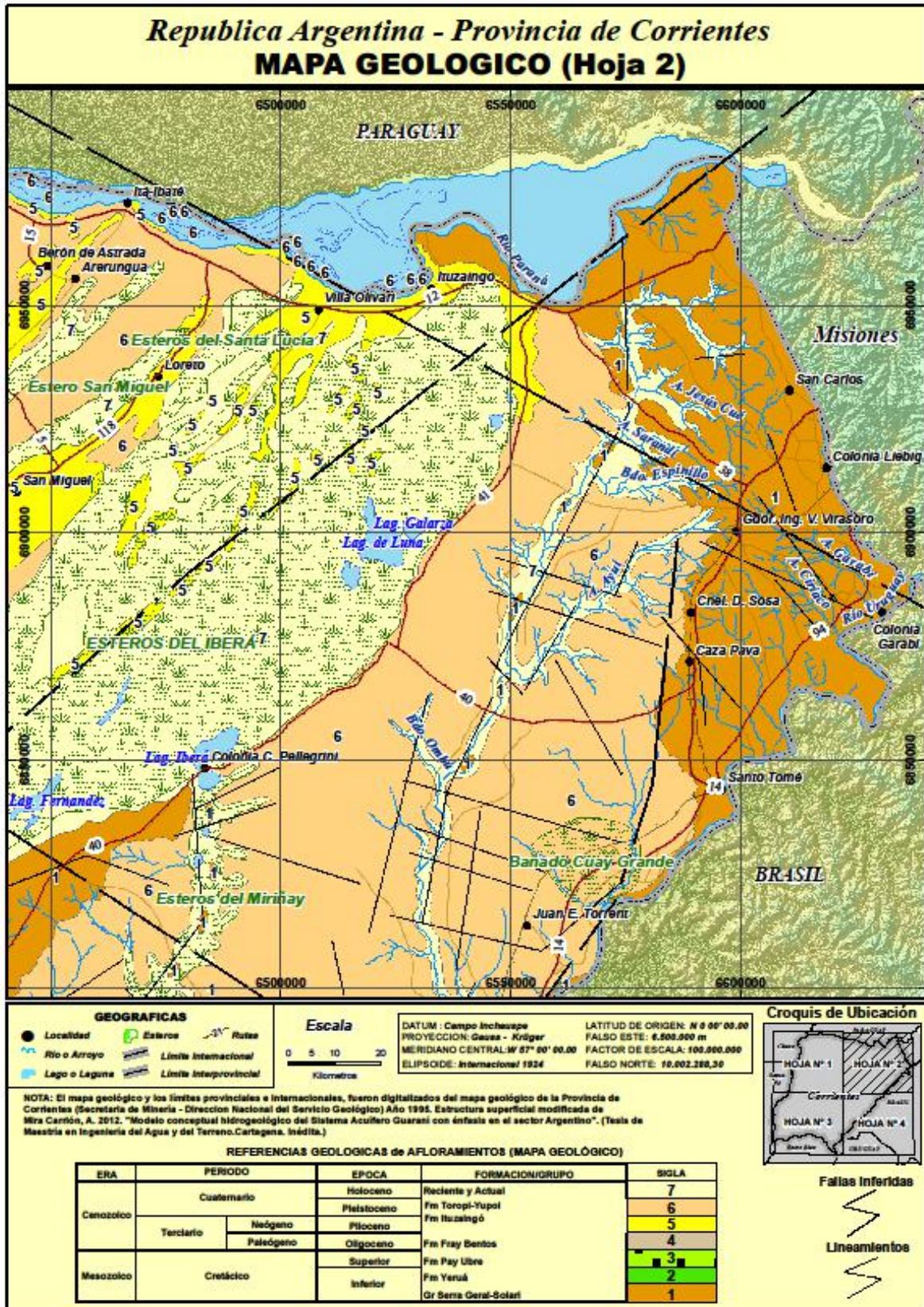
(a) Kandihumult Típico: Ocupa campos y malezales desarrollados sobre lomas y planicies del noreste provincial, con pendiente del 2% al 6%, lo que determina buen drenaje, permeabilidad moderada, escurrimiento medio a rápido y capa freática profunda. Aquí se desarrollan pastizales de porte bajo a medio con bosques en isletas sobre un paisaje ondulado. Son suelos profundos de color rojo oscuro a pardo rojizo, con desequilibrios químicos por presencia de aluminio y de hierro.

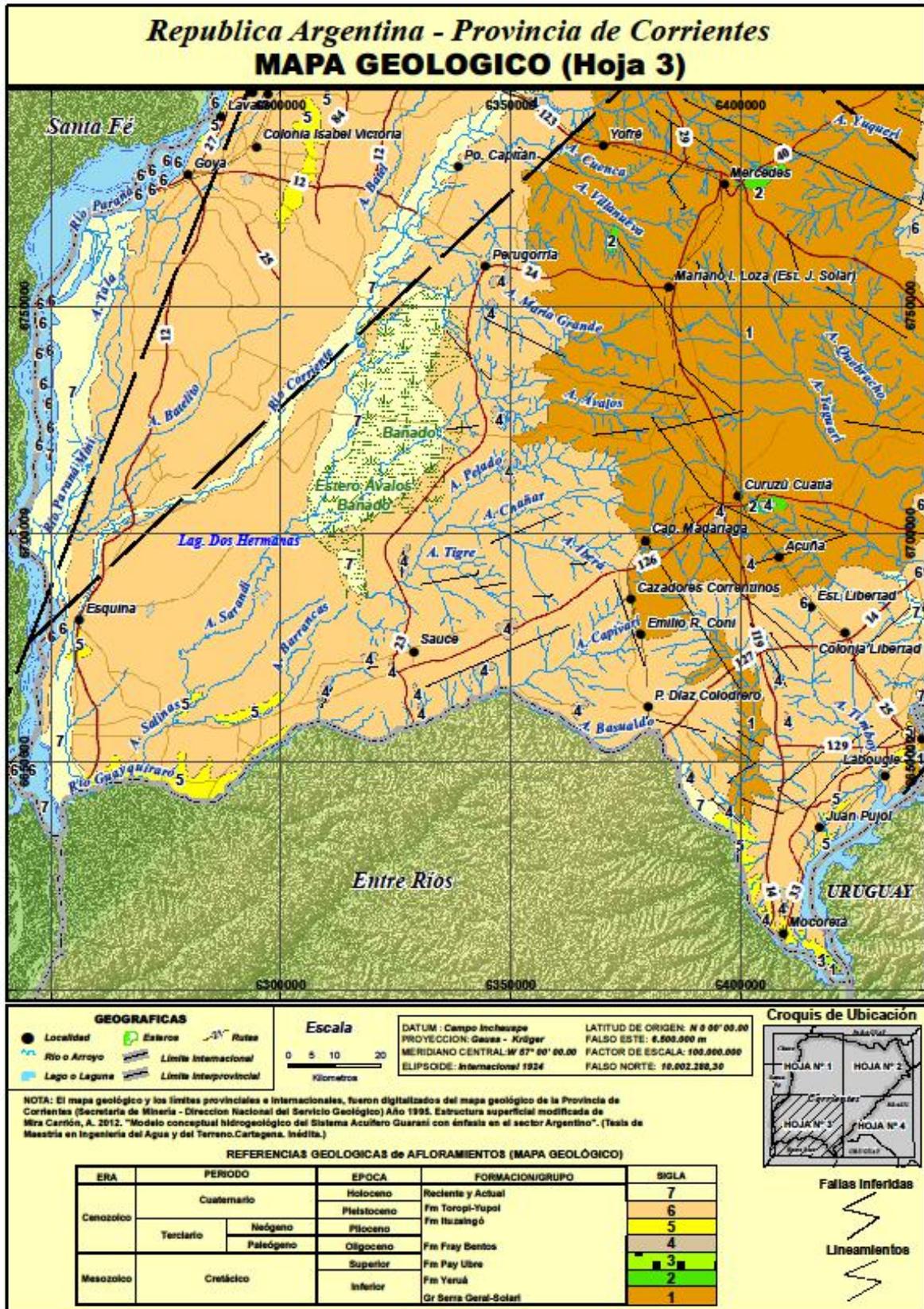
- **Histosoles** (Escobar et al., 1996): Este Orden comprende a los suelos originados por la acumulación de materia orgánica, con baja tasa de oxidación, comúnmente bajo condiciones de saturación con agua y restricción a la circulación del oxígeno. La densidad aparente es en general baja (menor de 1 gr/cm³), y tienen una capacidad de retención de humedad extremadamente alta. Los Subórdenes, se definen por el grado de descomposición que presenta el material orgánico de la capa superficial y a la presencia de un contacto lítico y paralítico. En Corrientes, están representados dos Subórdenes: Fibrístes y Saprístes.

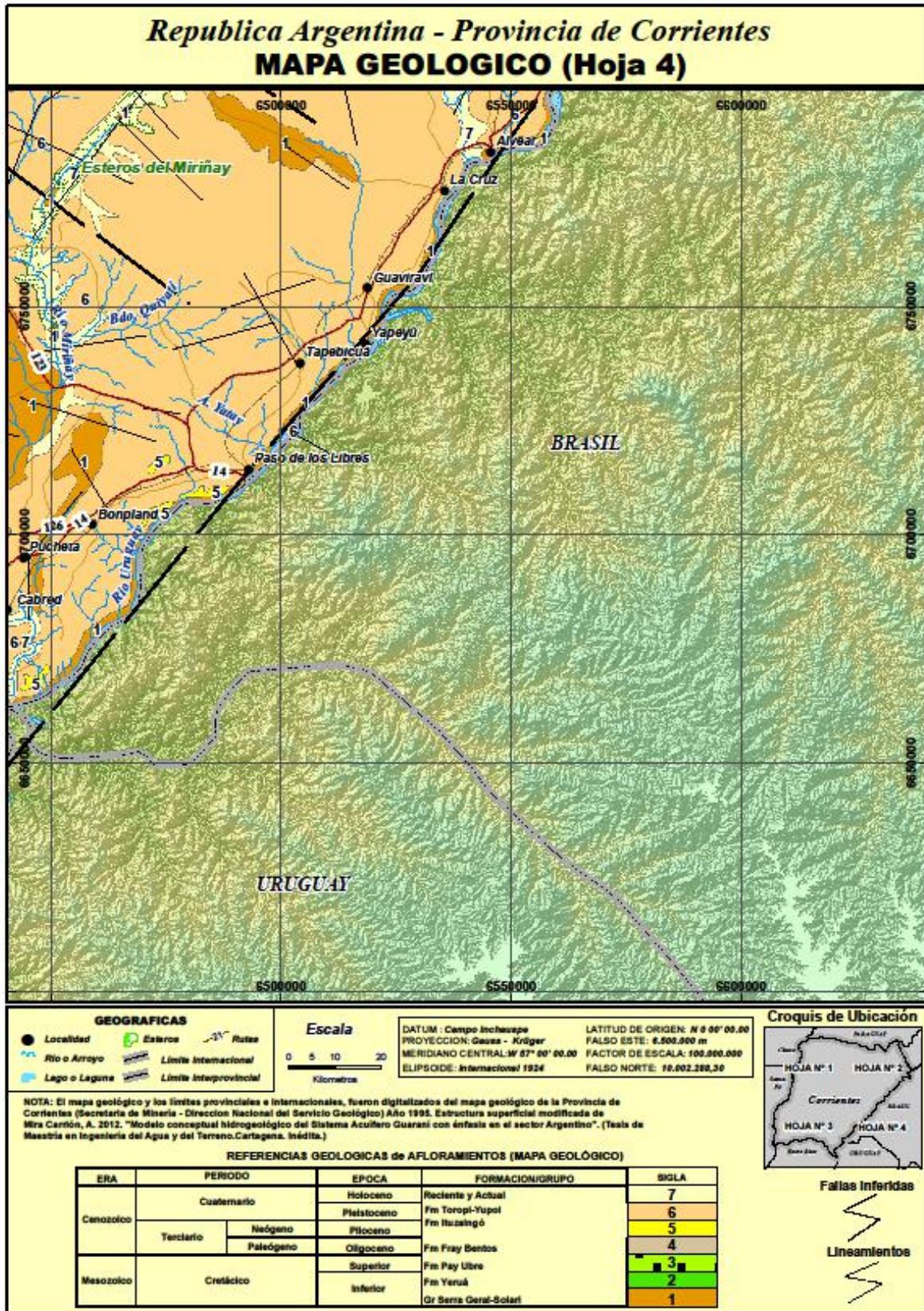
- **Fibrístes:** Presentan restos vegetales poco descompuestos, en donde se pueden reconocer las especies de procedencia. La mayor parte de los restos vegetales deriva de musgos, pastos y plantas herbáceas. Son los suelos que tienen más baja densidad aparente. Tienen muy poca distribución en Corrientes, ubicándose preferentemente en la región del Iberá, en bordes de lagunas y esteros.

- **Saprístes:** Estos Histosoles tienen los materiales orgánicos completamente disturbados y no es posible determinar su origen en forma directa. Generalmente ocurren en áreas donde está presente una capa de agua fluctuante. Son oscuros, con una densidad aparente mayor de 0,2 g/cm³, y están formados por los residuos de la descomposición aeróbica de la materia orgánica.









12. GEOLOGÍA DE SUBSUELO - CUENCAS

EL GONDWANA OCCIDENTAL

La superficie de las cuencas Chacoparanaense y Paraná comprende en conjunto un área de 1.400.000 km². Se trata de una amplia zona de sedimentación que actualmente ocupa la parte sur/sureste del continente sudamericano y constituyeron el sector Suroeste del paleo continente Pangea denominado Gondwana Occidental.

En particular la Cuenca Chacoparanense, se ubica en el sector Suroeste y Noroeste de la provincia de Corrientes, con escasos afloramientos por lo que su estudio se basa fundamentalmente en información del subsuelo. La Cuenca Paranense se sitúa en la zona más Nororiental, presenta buenos afloramientos y una mayor cantidad de estudios efectuados sobre ella.

Estas cuencas están rellenas de rocas ígneas y sedimentarias que alcanzan espesores de hasta 7000 m

Comprenden todo el registro fanerozoico estando especialmente representados los materiales desde el Paleozoico hasta el Cretácico. Son cuencas que pese a su similitud presentan una evolución tectonosedimentaria con diferencias que las particularizan debido a la superposición de ciclos sedimentarios como respuesta a los cambios geodinámicos de orden litosférico.

Así, a lo largo de la historia geológica se superpusieron varias cuencas sedimentarias de espesor y geometría variable (Zalán et al., 1990) dando como resultado una compleja geología donde quedan reflejadas épocas de sedimentación con otras de erosión y falta de registro sedimentario.

Los materiales que pueden encontrarse en ambas cuencas son el resultado de una historia geológica particular que comienza a finales del Proterozoico. Así, durante todo el Paleozoico se produce una amalgamación de microplacas que conformaron el macrocontinente Pangea. La zona sur de Pangea se denomina Gondwana y hacia el oeste el Gondwana Occidental comprendía los actuales continentes de Sudamérica y África. Permaneció unida hasta comienzos del Cretácico cuando se inicia el proceso de separación efectiva de los continentes, hace unos 120 millones de años.

De ahí que el Gondwana Occidental tenga, como ya se apuntó, una historia común durante todo el Paleozoico y gran parte del Mesozoico y los eventos y registros sedimentarios son similares, y correlacionables, en todas las cuencas de África y Sudamérica (Figuras 37 y 38, Williams, 1995).

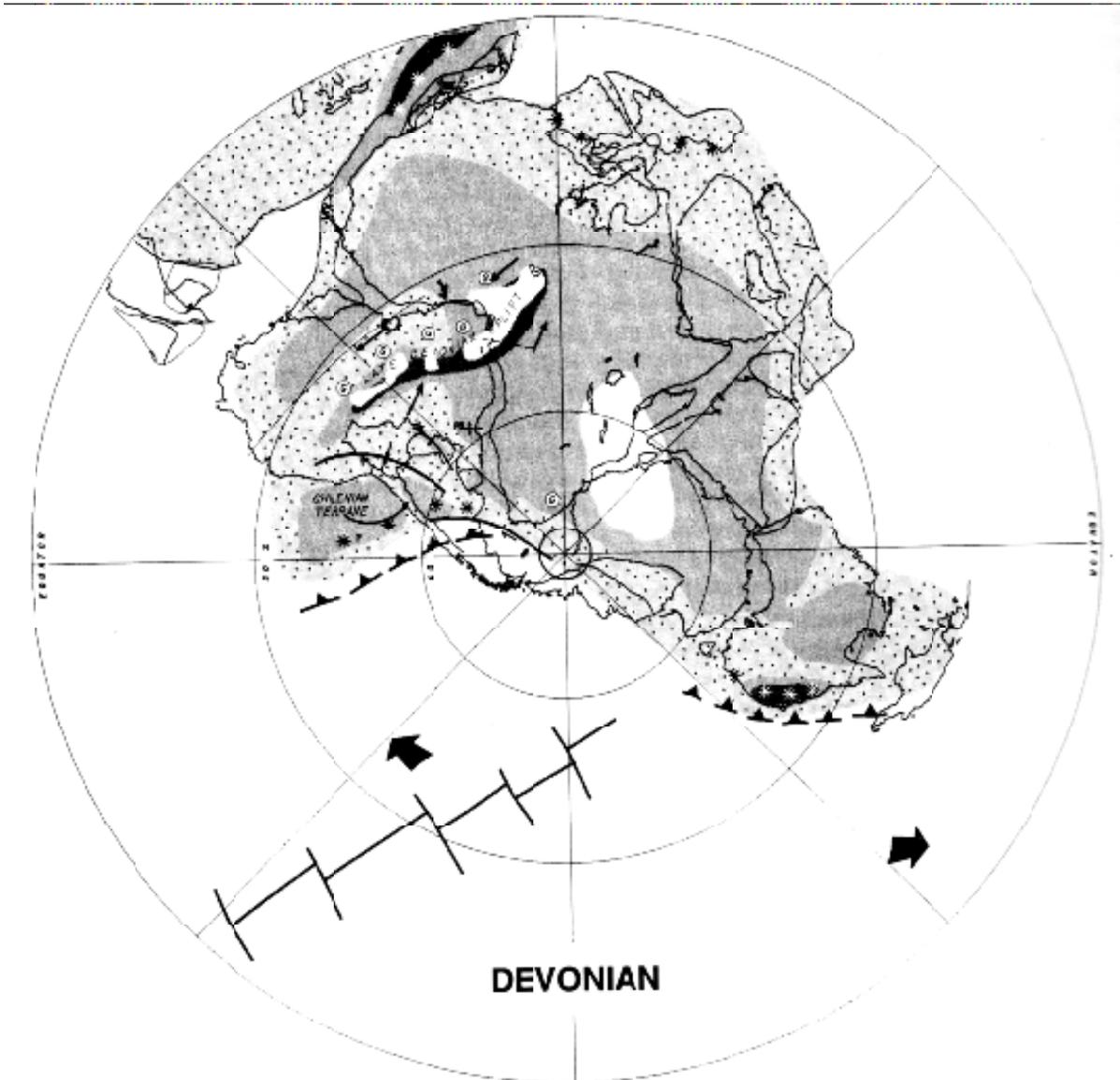


Figura 37.- Mapa paleogeográfico del Devónico, 380 M.a. En negro: área terrestre alta; en grisado oscuro: área terrestre; en grisado claro y punteado: plataforma marina. (Williams, 1995).

Durante el todo el Paleozoico la margen meridional de Gondwana tuvo carácter convergente, de tal forma que quedaron definidos dos dominios geológicos principales: por un lado el continental formado por la unión de esos bloques hasta el Cámbrico y, por otra, una serie de cuencas sedimentarias a lo largo del margen oeste de Gondwana Occidental o en el interior cratónico (Santa Ana *et al.*, 2008). Esta zona cratónica tuvo gran importancia en el aporte de sedimentos a las cuencas.

Durante el Pérmico se produce un levantamiento de bloques por la dinámica tectónica compresiva que provoca una continentalización de los sedimentos ya a finales de esta época.

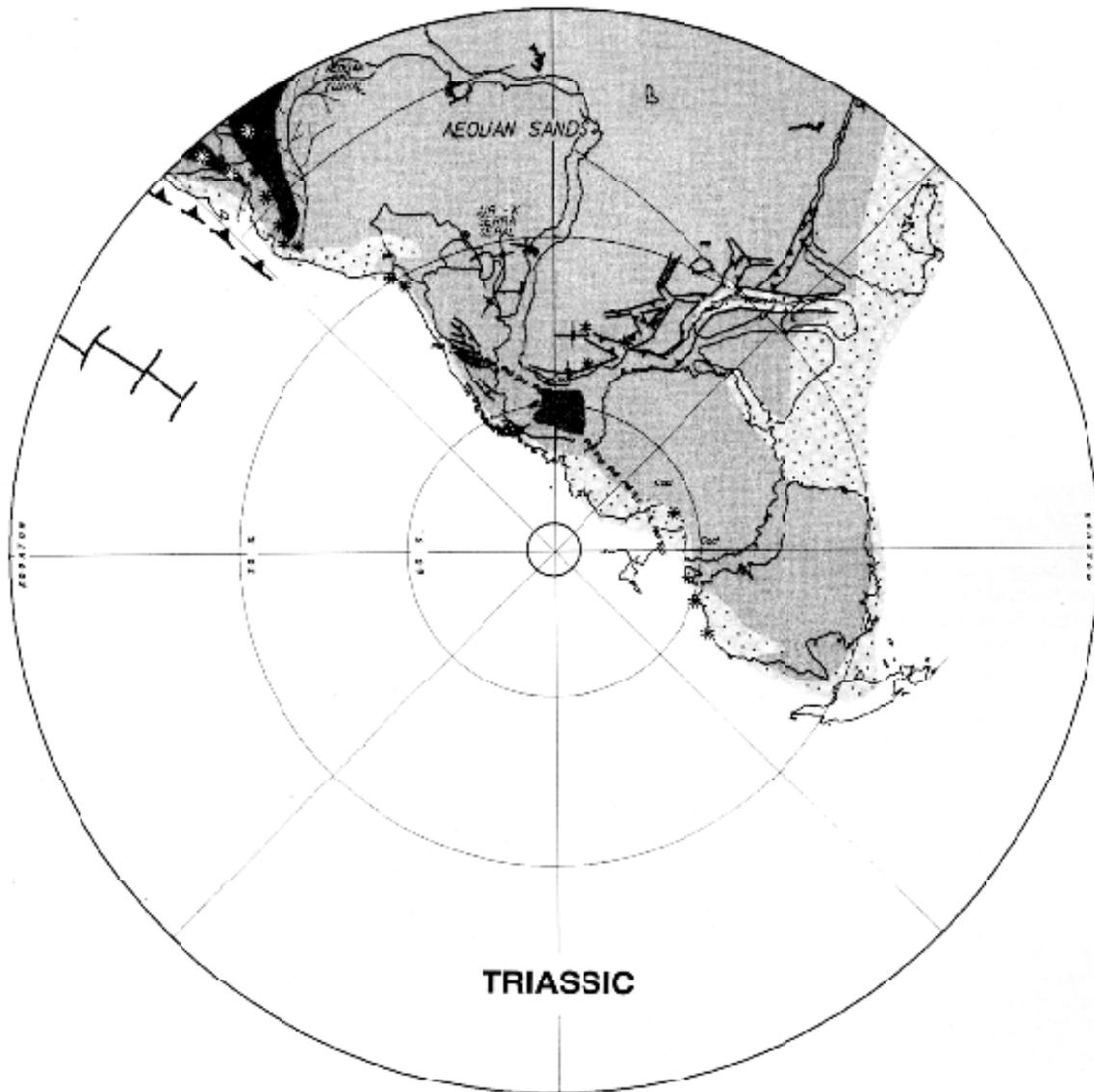


Figura 38- Mapa paleogeográfico (200 Ma.) del Triásico o Triásico tardío – Jurásico temprano. Negro, áreas emergidas altas; gris, áreas emergidas; gris claro punteado, plataforma marina; blanco, corteza oceánica (Williams 1995).

El Mesozoico está marcado por el intenso magmatismo fruto de una tectónica de tipo extensional que culmina con la ruptura de Pangea y la apertura, en esta zona, del proto-océano Atlántico, (Figura 39, Pimentel y Thomas Filho 2004).

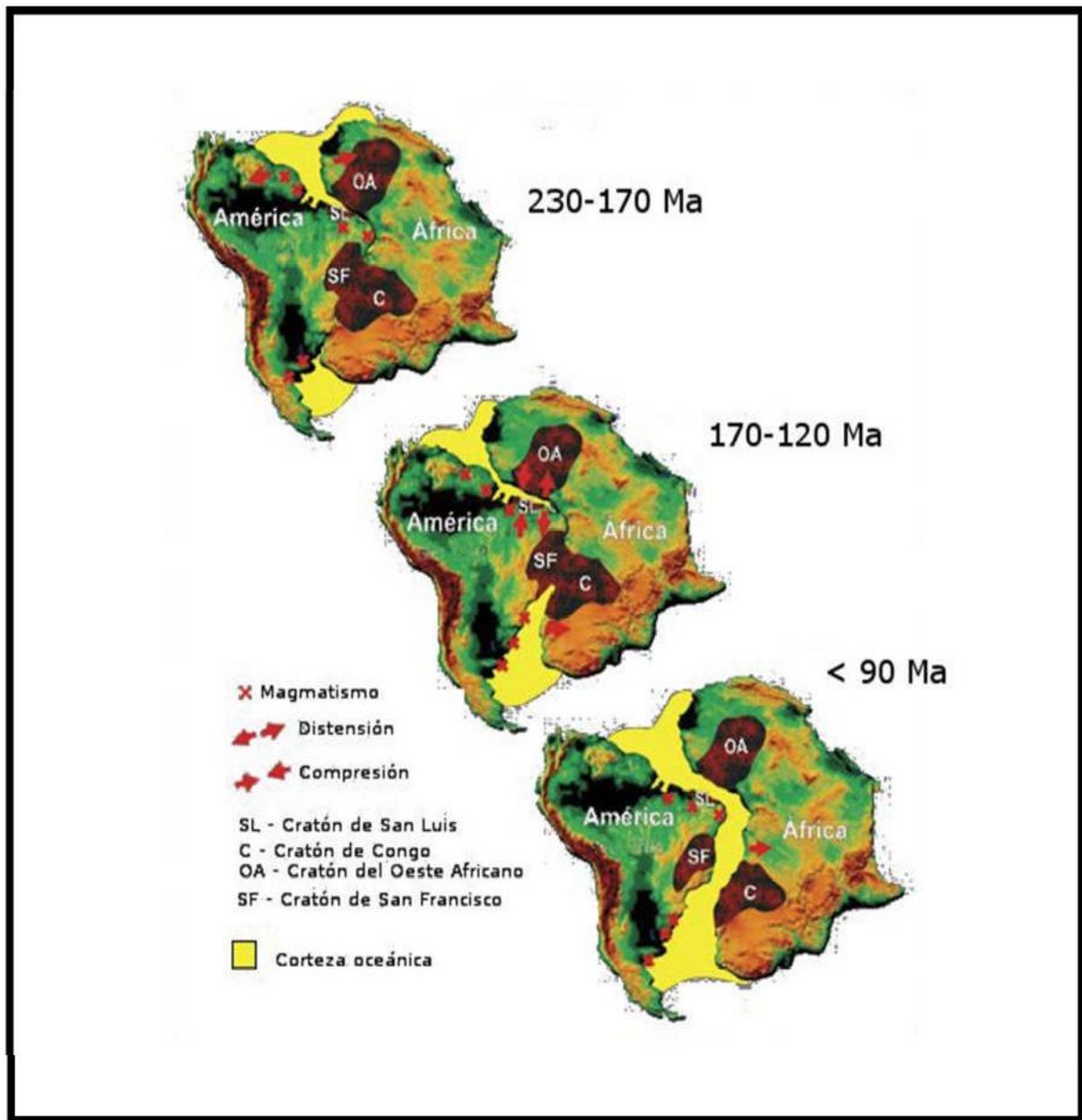


Figura 39.- Posición relativa de África y América del Sur durante la apertura del Atlántico. Pimentel y Thomas Filho (2004)

El magmatismo, de tipo tholeítico, habría comenzado a los 134,7 Ma y durado menos de dos millones de años según Thiede y Vasconcelos (2010) ocupando una extensión superior a $1,2 \times 10^6 \text{ km}^2$ (Peate, 1997), abarcando las provincias ígneas de Paraná Etendeka, ésta última de África.

A partir de la apertura del Océano Atlántico en la región Sudoeste del Gondwana se distinguen las Cuencas Chacoparanense y Paraná con estratigrafías y estructuras diferenciadas.

En concordancia con el modelo geofísico planteado por Mira *et al.*, (2015; 2016) se abre la posibilidad para Corrientes, no demostrada aún por medio de perforaciones, de la existencia de un espesor significativo de sedimentos precarbónicos.

CUENCA CHACOPARAENSE

Parte de la provincia de Corrientes se inscribe en el ámbito de la Cuenca Chacoparaense que abarca asimismo las provincias argentinas de Formosa, Chaco, Santiago del Estero, parte de Tucumán, Santa Fe, Entre Ríos, Córdoba y parte de Buenos Aires y La Pampa. Con 643.000 km² de superficie es una de las de mayor extensión del continente Sudamericano.

Tiene forma alargada con dirección del eje mayor nor-noreste a sur-suroeste, cuyo origen primigenio es la lineación precámbrica originada por la unión de los paleobloques continentales que conformaron Gondwana durante la orogenia Brasilia-Panafricana (Tankard *et al.*, 1995; Fernández Garrasino *et al.*, 2005).

Una de las características más destacables de esta cuenca es su basamento marcado por procesos de rift continental abortados de tipo retroarco, acaecidos durante el Cámbrico-Ordovícico y coincidentes con el inicio de los procesos de subducción en el margen continental (Ramos, 2000).

Los depósitos sedimentarios de plataforma conforman ciclos regresivos transgresivos derivados de procesos tectónicos del margen continental. Durante el Silúrico la cuenca pasó a ser subsidente por carga tectónica lo que produjo una acumulación de hasta 1.200 m de sedimentos marinos, continentales y glaciales en función del clima y la variabilidad tectónica debida a la reactivación de las antiguas fallas de rift que queda reflejada en la entrada del mar a mediados del Devónico y por tanto en las zonas proclives a la acumulación de sedimentos marinos (Fig. 37).

Posteriormente la orogenia Gondwánica, desde el Carbonífero Inferior al Triásico Superior, condicionó la sedimentación en la medida de que la subsidencia fue por flexión continental y por extensión cortical previa a la ruptura de Pangea. (Fig. 38)

Se tienen acumulaciones de 2.300 m de depósitos fluviales, glacioluviales, glaciales y de transición (Barredo y Stinco, 2010).

A partir de Triásico la cuenca pasó a tener características de rift continental con un relleno de sedimentos fluvio-lacustres (Fernández Garrasino *et al.*, 2005). En el Jurásico se produjo una elevación continental previa a la apertura del Atlántico y provocó la inversión tectónica de las fallas preexistentes.

Se trataba de una situación en la que el antiguo supercontinente Pangea entrampó una gran cantidad de energía térmica. La posterior subsidencia por enfriamiento y la fusión de grandes volúmenes de manto litosférico produjeron el derrame de grandes masas de basalto de la gran provincia ígnea del Paraná-Etendeka (Fig. 39).

La posterior subsidencia fue lenta y prolongada de tal forma que no fue hasta el Mioceno cuando se produjo el ingreso del mar Paranense, que quedó marcado en el registro sedimentario con 350 m de pelitas, areniscas y yesos. Desde el Mioceno los casi 2000 m de depósitos restantes son post-orogénicos y están relacionados con la orogenia andina.

Una de las características principales de esta cuenca es la presencia de varios depocentros por lo que hay variaciones en la naturaleza y espesor de las unidades estratigráficas que la componen.

En su zona oriental, los afloramientos rocosos más antiguos corresponden a las unidades sedimentarias clásticas del Jurásico y, fundamentalmente, a las coladas basálticas neojurásicas – eocretácicas del Complejo Efusivo Sedimentario Serra Geral.

Sin embargo, se ha podido constatar a partir de perforaciones profundas (de explotación petrolífera y de investigaciones geofísicas (sísmicas, gravimétricas, geoeléctricas, magnetoteléuricas) que los terrenos más antiguos detectados en esta cuenca se adscriben al periodo Proterozoico, hace entre 2.500 y 542 Ma, y constituyen el basamento ígneometamórfico regional.

Para el Paleozoico Inferior (Cámbrico a Devónico, 542 a 359 Ma) han sido descritos cuatro conjuntos sedimentarios limitados por discontinuidades (Fernández Garrasino, 2008).

De base a techo serían:

a) Areniscas de ambiente marino de plataforma (Fm. Árbol Blanco) culminadas por unas areniscas más finas con clastos volcánicos (Fm. Pirané) y unas pelitas micáceas de la base de la Fm. Las Breñas, todas de edad Cámbrico y Ordovícico.

b) Le sigue una segunda sección de areniscas también de ambiente marino de plataforma, compuesta por partículas de cuarzo de origen magmático y cementadas por sílice. El tamaño de grano es medio a grueso y con una pobre selección (Fm. Las Breñas).

c) El tercer nivel marca un cambio de ambiente sedimentario: unas diamictitas que marcan unas condiciones glaciales (Fm. Zapla) y unas pelitas oscuras marinas (Fm. Copo) de edad Silúrico.

d) Areniscas finas, de cuarzo, con cemento silíceo (Fm. Caburé) y por encima unas pelitas casi negras (Fm. Rincón), ambas de origen marino y edad Devónico.

Durante el Paleozoico Superior, desde hace 359 Ma (Carbonífero) hasta 251 Ma (Pérmico), se depositan en esta zona una serie de materiales detríticos de facies marinas someras o de litoral relacionadas con un paleomargen continental (Silva Busso, 1999). Este hecho produce que haya una gran variabilidad lateral en los sedimentos. Así, hacia el Oeste, la Fm. Sachayoj del Carbonífero superior, está compuesta por pelitas fluviolacustres mientras que hacia el Este esta formación pasa lateralmente hacia la Fm. Ordóñez constituida por areniscas y conglomerados de origen fluvio-glacial.

En el Pérmico se destaca la Fm. Chacabuco, formado por unas diamictitas (de naturaleza glacial) con niveles de varves lacustres. Lateralmente, hacia el Este, pasa a la Fm. Victoriano Rodríguez compuesta por areniscas, limolitas y arcillitas.

A lo largo de 120 Ma, se sucedieron “desiertos” de edades diferentes superpuestos en casi un mismo ámbito geográfico y asociados todos ellos al megaproceso de continentalización de Gondwana Occidental. Sus registros arenosos se preservaron por la protección que les ofreció la cobertura basáltica del Cretácico asociada al *break-up* continental

El Mesozoico es la Era geológica comprendida entre 251 Ma. y 65.5 Ma. Incluye tres periodos que, de más antiguo a más moderno, son: Triásico, Jurásico y Cretácico. Los materiales más antiguos pertenecientes a esta Era en la cuenca Chacoparanense son los de la Fm. Buena Vista, del Triásico Inferior. Se trata de una sucesión de arenas de cuarzo con intercalaciones de gravas y algunas lutitas en la base. La misma se divide en dos miembros. El inferior de carácter fluvial y el superior de carácter eólico. Han sido descritos afloramientos en Uruguay y en el estado Brasileño de Rio Grande do Sul (Santa Ana *et al.*, 2008). Junto con la Fm. San Cristóbal, situada encima de ella, conforman el Grupo Alhuampa que de acuerdo a los estudios sismosestratigráficos o de perforaciones está presente en el subsuelo de Córdoba, Chaco y Santa Fe. En Corrientes

han sido atravesados por las perforaciones profundas de Monte Caseros y Curuzú Cuatiá. En esta primera fue posible identificar toda la secuencia de la Formación Buena Vista estimándose que iría desde los 620 m b.b.p. hasta los 1005 m b.b.p. o sea unos 385 metros de espesor, apoyándonos en este trabajo también en las proporciones de los minerales de las arcillas presentes (ver Figura 40).

Coetáneos con los anteriores, los materiales Mesozoicos más antiguos afloran directamente en superficie en el Departamento de las Misiones (Paraguay). Se trata de unas areniscas atribuibles a la Fm. Misiones de edad triásica y jurásica (Herbst y Santa Cruz, 1995; LEBAC, 2008b; Santa Ana *et al.*, 2008). Son de grano medio a fino y tiene clastos de cuarzo y algo de feldespato. Su origen sedimentario procedente de un ambiente eólico se deduce de su estructura interna presentando una notable estratificación cruzada. Fueron depositadas en un ambiente desértico que ocupó la zona central del paleocontinente Gondwana desde el final del Triásico correspondiente al paleodesierto de Botucatu (Assine *et al.*, 2004).

El espesor de la Fm. Misiones-Botucatu-Tacuarembó podría en general estar representado en 221 m (pozo Concordia-1) en la provincia de Entre Ríos.

En Corrientes también ha sido atravesado por la perforación profunda Monte Caseros, especialmente entre las profundidades de 364 m b.b.p. hasta los 520 m b.b.p. Es posible que continúe hacia abajo en una especie de transición con la Fm. Buena Vista hasta los 620 metros. El espesor de la Fm. Misiones entonces sería de 156 m a 256 metros. Todas estas conclusiones son apoyadas por el tipo de arcilla dominante (ver Figura 40), y la mineralogía de pesados y livianos bajo microscopio petrográfico (ver metodología en el Anexo).

Estratigráficamente por encima del complejo de areniscas triásicas y jurásicas se sitúa el Complejo Efusivo Sedimentario Serra Geral. Está formado por la Fm Serra Geral con coladas de basaltos tholeíticos (formados por una plagioclasa básica y pigeonita, con vidrio intersticial o con intercrecimiento de feldespato cuarzo-alcalino), con diques y filones capa asociados que representan un 90% del total, acompañadas de manera subordinada por andesitas (7%) y riolitas-riolitas (3%) según Lagorio y Vizán (2011).

Se caracterizan por la abundancia de labradorita y andesina, escaso feldespato potásico, augita y pigeonita cloritizadas, muy escaso olivino (iddingsitado en los afloramientos más meteorizados), y muy abundante magnetita. Su textura es generalmente ofítica y afanítica y a veces, hialina y traquítica (Marengo *et al.*, 2005).

La Fm. Serra Geral ocupa una extensión superior a $1,2 \times 10^6$ km² y el volumen de su material es mayor a 1×10^6 km³. Lo más característico de esta Formación es que se extruyó en muy poco tiempo, lo cual implica una tasa de extrusión muy alta y una rápida disipación térmica.

Los basaltos afloran o se encuentran cerca de la superficie en el centro y extremo noreste de la provincia de Corrientes y ocupa prácticamente toda la de Misiones y han sido atravesados por perforaciones hidrotermales ubicadas en las localidades de Monte Caseros, Curuzú Cuatiá, Yapeyú, 2 de Mayo, Apóstoles, Cerro Azul, Posadas, Oberá y El Dorado entre otras. En Entre Ríos afloran al noroeste y han sido atravesados por los sondeos allí realizados, especialmente los dedicados a la explotación hidrotermal (Federación y Concordia) Luego, mediante las perforaciones, los basaltos fueron hallados en Chajarí, Villa Elisa, Colón, Basavilbaso, Concepción del Uruguay y Gualguaychú (Santa Ana *et al.*, 2008).

Las coladas son subhorizontales y de espesores muy variables. En Misiones Gentili y Rimoldi (1979) describieron 11 coladas superpuestas con espesores entre 3 y 80 m.

Tiene textura alveolar, con vesículas y amígdalas total a parcialmente rellenas con calcedonia, ópalo, calcita, zeolitas, cloritas y, en ocasiones, cobre nativo o minerales de cobre.

Los basaltos se hallan densamente diaclasados según tres direcciones preferenciales perpendiculares entre sí. En zonas muy cercanas a la superficie es muy habitual la disyunción esferoidal (Aceñolaza, 2007). Intercalados en algunos niveles basálticos se presentan brechas peperíticas, que indican interacción entre lavas y sedimentos no consolidados húmedos (Lagorio y Leal, 2005).

De manera general estas vulcanitas pueden describirse como basaltos tholeíticos y andesitas basálticas, con alguna colada de riolitas y riolacitas (Peate, 1997). Las dataciones absolutas realizadas sobre estas rocas en los últimos 45 años posiciona, por término medio, el evento Serra Geral entre 137 a 127 Ma (Milani, 2007).

Sin embargo según las últimas mediciones realizadas mediante el método geocronológico $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (Thiede y Vasconcelos, 2010), el vulcanismo que originó estos basaltos habría comenzado a los $134,7 \pm 1$ Ma y durado menos de dos millones de años, valor casi idéntico al aportado por Janasi *et al.* (2011) de $134,3 \pm 0,8$ Ma.

Como se dijo, está constituido mayormente por lavas basálticas tholeíticas, a las cuales se asocian algunos filones capa en su borde oriental y diversos enjambres de diques de similar composición. El plateau basáltico está coronado por extensos derrames riolíticos, que están estrechamente asociados a la evolución magmática del mismo. (Peate, 1997; Thiede y Vasconcelos, 2010).

En cualquier caso el magmatismo coincide con el rifting que dio origen a la separación de América del Sur de África. Las tensiones que se originaron en los cratones y la resistencia a esta apertura, provocaron el agrietamiento en la litosfera y la elevación de la astenosfera, que dio lugar a la salida de volúmenes significativos de rocas volcánicas que cubrieron los estratos sedimentarios del norte de Brasil y de la cuenca Chacoparanense (Thomaz Filho *et al.*, 2000). La respuesta tectónica produjo un agrietamiento hacia dentro de la cuenca y hasta a considerables distancias del punto de separación de los continentes. También hubo zonas con menor extrusión de rocas volcánicas o donde no hubo fracturación por lo que las coladas que llegaron hasta esos sitios lo hicieron con menores volúmenes y por tanto, con menos espesor.

El Grupo Serra Geral presenta unas lentes areniscosas intertrap en los basaltos que constituyen la Fm. Solari (Herbst y Santa Cruz, 1985), como ya fue tratado.

Éstas areniscas asoman de manera notable pero discontinua en la provincia de Misiones (Longarzo R. F, 2007) y de Corrientes en la margen derecha del Uruguay, ribera de Miriñay y la ruta 40 que une Mercedes y Colonia Pellegrini, y más ampliamente en las inmediaciones de Mercedes o General Virasoro.

Además han sido descritos varios niveles de cantos rodados de basaltos y diabasas intercalados entre ellos (Silva Busso y Fernández Garrasino, 2004) que rompen la homogeneidad sedimentaria de las areniscas eólicas e informan de que acaecieron procesos erosivos y sedimentarios donde los flujos de agua tuvieron una gran importancia (Fernández Garrasino, 2008).

El espesor de estas areniscas es variable como así también su ocurrencia dentro de los basaltos ya que se las halla ya sea como intertrap dentro de los basaltos.

En Corrientes los espesores basálticos van aproximadamente desde los 100 m hasta los 650 m dependiendo de su localización en el esquema de grábenes y horst planteados para la región (Fig 41).

En el área de Curuzú Cuatiá, por datos de perforaciones para agua, varían entre pocos metros hasta varias decenas, siempre intercaladas entre coladas de basalto. En el pozo termal de **Curuzú Cuatiá** se constató un espesor de 642 metros de basalto en tanto que en el pozo termal de **Monte Caseros** hay 355 metros de Fm. Serra Geral. Una perforación en **Virasoro** de realización reciente encontró un espesor de basalto de 492 metros (Angeleri, enero 2017, com. pers.) Ver Anexo

En el pozo termal de **Monte Caseros** se registrarían aproximadamente 156 m de espesor infrabasáltico de la Fm. Misiones que originalmente fueron descriptos (en parte) como Fm. Solari (Angeleri, 2012). En base a las arcillas dominantes, tales sedimentitas son atribuidas en ésta contribución a a la Formación Misiones y trasicionalmente a la Formación Buena Vista (Fig 40 y 41). El pozo termal de **Curuzú Cuatiá** atraviesa entre los:-642 m b.b.p.y los 1.010 m b.b.p. (368 metros de espesor) arenas infrabasálticas que podrían corresponder a la Fomación Misiones dada su litología y composición de las arcillas dominantes (esmetctitas). Por debajo de los 1.010 metros y hasta los 1.050 alcanzados por la perforación, ya tendríamos a las arenas de la Formación Buena Vista (Ver Anexo).

A partir de los resultados de la integración de datos geológicos de pozos de Uruguay (Fig 42) y geofísicos, Mira *et al.* (2015) presentan un modelo geológico del subsuelo de Corrientes, que permite la visualización de su estructura geológica profunda. El modelo fue construido a partir de cinco capas fácilmente distinguibles en el subsuelo regional: basamento, sedimentos pre-Fm. Misiones (Paleozoico), sedimentos de la Fm. Misiones (Triásico-Cretácico Inferior), basaltos (Grupo Serra Geral, Cretácico Inferior) y sedimentos post basálticos.

Según de Magnetoteluria (Geodatos, 2008) y de la interpretación de modelos geofísicos (Mira Carrión, 2015) y de los datos de perforación de los pozos profundos Monte Caseros, Curuzú Cuatiá y 2 de Mayo, se observan basaltos con espesores de hasta 1.400 m en Corrientes. La geometría resultante muestra un basamento con un alto estructural (la dorsal Asunción-Río Grande), donde la Fm. Misiones y la capa basáltica son más delgadas y los sedimentos mesozoicos se encuentran cerca de la superficie. Además, dos depocentros importantes han sido identificados: Corrientes y Curuzú Cuatiá, con al menos 3.500 m de rocas sedimentarias y depósitos volcanosedimentarios que sugieren la existencia de unidades de sedimentos pre-carboníferos significativos asociados a antiguas estructuras extensionales de principios del Paleozoico. El modelo propuesto permite definir una columna litoestratigráfica para Corrientes (Figs 43 y 44)

Profundidad (mbbp)	Litología	Formación
0	Arenas gruesas, gravas y rodados de cuarzo. Unos 2m de relleno artificial	Cuaternario
9	Coladas de basaltos grises o pardo rojizo oscuros, alveolares, lajosos o masivos. Alvéolos rellenos de arcillas verdes o blanquecinas, calcita o cuarzo. Hacia los 200m presencia de Cu nativo en escamas finas Entre 329 a 330m arenisca cuarzosa blanca fina a mediana, muy duras y frágiles. Normal presencia de silice en alveolos y fracturas.	Fm. Serra Geral
364	Areniscas y arenas ocráceas, de grano fino a mediano que pasan en transición a areniscas finas rosadas Escasa intercalaciones arcillosas rosadas.	Fm. Misiones (Tacuarembó)
520	Arenas y areniscas finas a medianas predominantemente rosadas o blanquecinas, algo arcillosas. Eventualmente bancos litificados. Intercalaciones esporádicas de areniscas de grano grueso blancas y arcillas rojizas.	Fm Misiones con transición a Fm. Buena Vista (Mbro. Eólico)
824	Bancos competentes y densos de: Arenas y areniscas silicificadas medianas a gruesas rojas, con entercalaciones arcillosas, que pasan hacia la base a areniscas finas rosadas con intercalaciones arcillosas o limosas grises, que predominan a partir de los 1005m.	Fm. Buena Vista (Mbro Fluvial)
1005 1035	Bancos pelíticos grises, negros, o blanquecinos poco competentes. Escasos niveles de areniscas de muy poco espesor. Son frecuentes la presencia de nódulos de arcillas verdes o gris obscura.	Paleozoico

Figura 40. Perfil Litológico Simplificado. Pozo Termal de Monte Caseros. Fuera de Escala. Modificado de Angeleri, 2012.

Formación	Arcillas
	Es: Esmectita
Cuaternario	
Fm. Serra Geral	
Fm. Misiones (Tacuarembó-Botucatú)	Es: 90% I: 10%
Fm Misiones con transición a Fm. Buena Vista (Mbro. Eólico)	Es: 70% I: 30% Es: 90% I: 10%
Fm. Buena Vista (Mbro Fluvial)	Es: 25% I: 75%
Paleozoico	Es: 5% I: 95%

Figura 41. . Pozo Termal de Monte Caseros. Criterios estratigráficos agregados: minerales de las arcillas

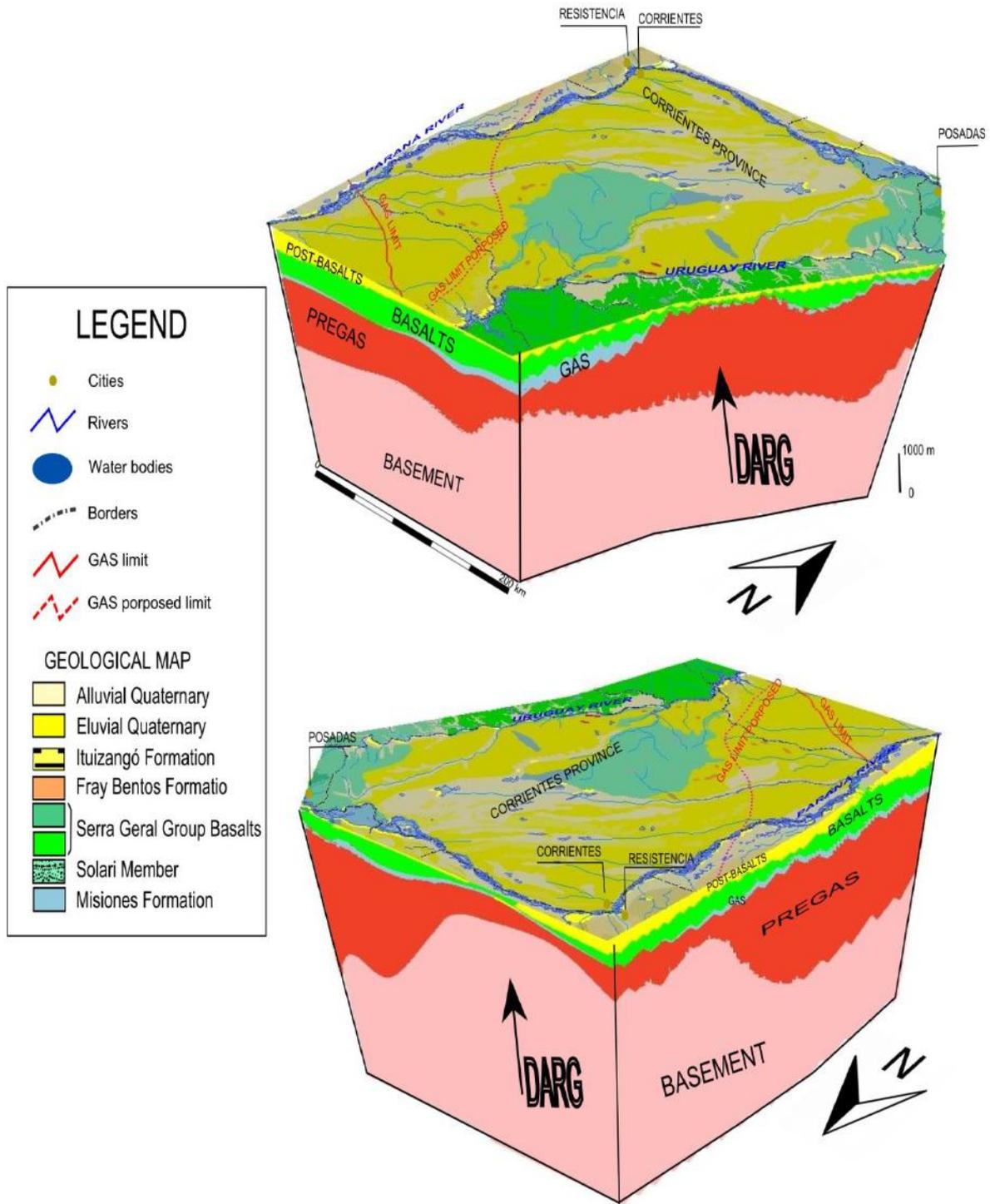


Figura 42 Corrientes. Bloque diagrama con la interpretación geológica y estructural. (Mira et al 2015)

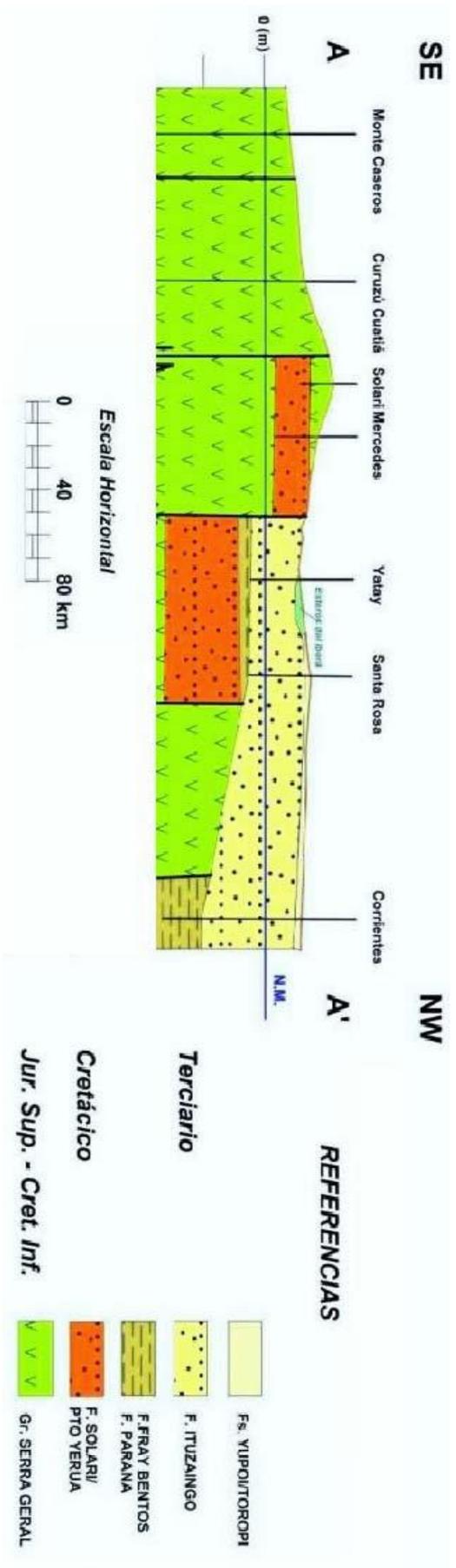


Figura 43. Corte Geológico de Corrientes SE-NW. Pozos Monte Caseros, Curuzú Cuatiá, Solarí, Mercedes, Yatay, Santa Rosa y Corrientes. (Gulissano, F. Tesis Doctoral, en preparación)

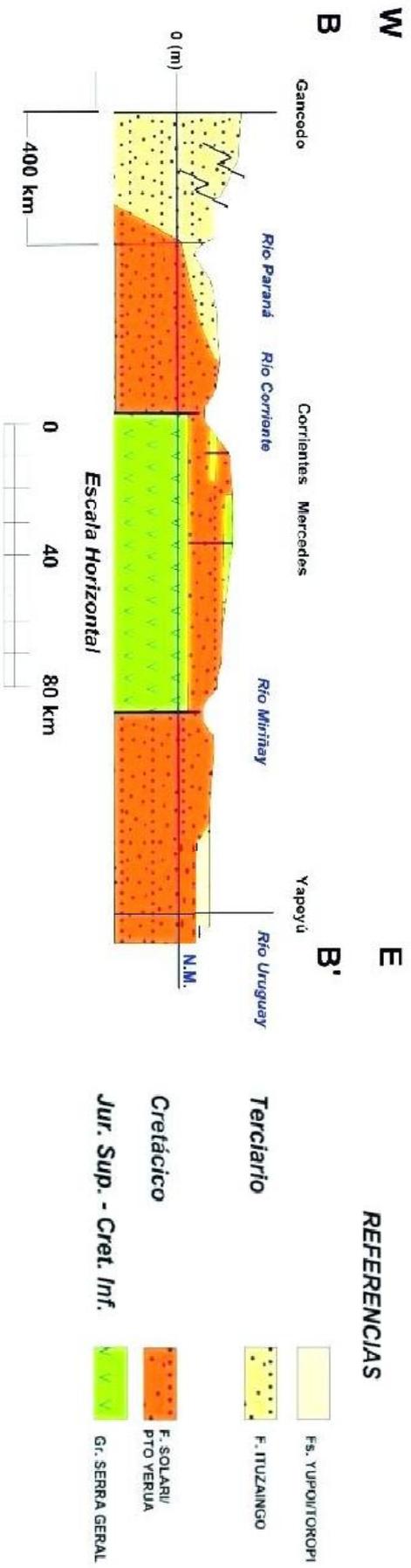


Figura 44. Corte Geológico W-E (Chaco – Corrientes). De Izquierda a Derecha. Pozos Gancedo (Chaco), Corrientes, Mercedes y Yapeyú. (Gulissano, F. Tesis Doctoral, en preparación)

Sobre los basaltos se encuentran los materiales areniscosos y calcáreos, en parte conglomeráticos de la Fm. Puerto Yerúa, de edad Cretácico Superior. Bajo esta denominación se agruparon todos los sedimentos finicretácicos situados por encima de los materiales volcánicos (Herbst y Santa Cruz, 1995).

Sin embargo Tófaló *et al.* (2008) describieron las Formaciones Guichón y Mercedes en la localidad correntina de Alvear, por lo que es probable que con más estudios pueda acotarse con más precisión la ubicación y distribución de los distintos materiales del final del Cretácico, de la misma forma que han sido descritos en Uruguay. Estas últimas formaciones afloran ampliamente en Uruguay y fueron también descritas en el pozo ER N-1 Nogoyá entre 258 y 660 mbbp.

Sobre ellas se dispondrían las calizas y calcretas con abundantes rizolitos de la Fm. Pay Ubre. Son materiales depositados en un medio lacustre como secuencias de colmatación de la cuenca Chacoparanense y su posterior subsidencia y erosión.

Tal como se fue señalado, en Argentina se agruparon muchos de los sedimentos post-basálticos como Fm. Puerto Yerúa, incluida la Fm. Pay Ubre, por lo que no se tiene una visión clara de la transición Cretácico/Paleógeno ya que dentro de esta denominación se incluyen sedimentos cretácicos con otros de edad Oligoceno.

En Uruguay la Fm. Mercedes ha sido claramente incluida dentro del piso Mastrichciense y la inmediatamente superior, Fm. Queguay equivalente a la Fm Pay Ubre (Herbst y Santa Cruz, 1985) como paleógena (Alonso-Zarza *et al.*, 2010).

El Cenozoico (antiguamente denominado Terciario) es una Era que cubre el registro sedimentario de los últimos 65,5 Ma. Se divide en tres periodos: Paleógeno (65,5 – 23 Ma), Neógeno (23 2,58 Ma, y Cuaternario que se extiende hasta la actualidad. El antiguo período Terciario, actualmente no reconocido por la Comisión Internacional de Estratigrafía, comprendía lo que hoy se denomina Paleógeno y Neógeno. Los sedimentos asignados a este período tienen una gran expresión en la cuenca del río Paraná en relación a la del río Uruguay.

En párrafos anteriores se comentó la asignación al Paleoceno (primera época del Paleógeno) de los materiales de la Fm. Pay Ubre. Serían pues los más antiguos dentro del Cenozoico para esta zona.

Cubriendo estos materiales se encuentra la denominada Fm. Fray Bentos, en el límite Oligoceno-Mioceno. Está compuesta por limolitas arenosas o arcillosas cementadas por carbonato cálcico y sílice. Su espesor máximo es de 55 m en Entre Ríos, apreciándose una disminución de la potencia hacia el norte. En Corrientes se encontró en profundidad (INCYTH Proyecto 1230, 1977) en las perforaciones Santa Rosa y Concepción. En Santa Rosa se extiende desde los -96 a -109 mbbp. En Concepción se encuentra entre los 66 mbbp y 89 mbbp.

Formación Paraná

Durante el Mioceno superior se produce una importante ingesión marina, cuyos depósitos se conocen como Formación Paraná y la componen secuencias marinas someras y litorales. En el actual litoral fluvial de Argentina, los depósitos de la Fm. Paraná se sitúan en el subsuelo del Oeste de Corrientes y afloran especialmente en el Centro Oeste y Suroeste de Entre Ríos.

Se trata fundamentalmente de arcilitas algo limo-arenosas, de color gris verdoso-oliva, con delgadas intercalaciones de areniscas de color gris hasta amarillento, a veces de cierto espesor, relativamente friables. Estas pelitas pueden ser algo calcáreas, y en algunos casos contienen restos megascópicos de *Ostrea* y muchas veces con microfósiles marinos y palinomorfos.

La fracción arena es predominantemente cuarzosa. Otros minerales son microclino y plagioclasas ácidas. Entre los minerales pesados, que se encuentran en reducida proporción, se citan minerales opacos, y más subordinadamente cianita, estaurolinita, turmalina, granate, epidoto y zircón. La arcilla dominante es la montmorillonita, pero hacia los términos inferiores los tenores de illita aumentan de proporción. La caolinita está casi ausente. (Herbst y Santa Cruz, 1985).

En Corrientes esta formación está exclusivamente localizada en el subsuelo en una franja de ancho variable (del orden de los 50-70 km aproximadamente) de rumbo dominante norte-sur, paralela al río Paraná. Se extiende desde la ciudad de Corrientes (a una profundidad de -170 m) hasta Santa Lucía (a -69 m de profundidad). En Reconquista (Santa Fe) frente a la ciudad de Goya fue registrada -60 m de profundidad y en la isla Patí, aproximadamente frente a Esquina, a una profundidad igual a -48m. (Herbst y Santa Cruz, 1985)

El contenido fosilífero, en particular los ostrácodos y foraminíferos, aunque escasos en número de especies, sumado a la constitución litológica, indican sin lugar a dudas que se trata de la Formación Paraná tal como fue redefinida litológica y paleontológicamente por Herbst y Zabert (1977). Por lo tanto, su edad resulta ser Mioceno Superior (Herbst y Santa Cruz, 1985).

En la Perforación Corrientes N° 1 – Corrientes Capital(Proyecto 1230-INCYTH) la Formación Paraná se encontró entre los -166 y los -234 mbbp, correspondiendo a arcillita poco limo arenosa con sectores arenosos muy finos color amarillento verdoso. Presenta yeso. Entre los minerales livianos predomina casi totalmente el cuarzo, con escaso microclino y plagioclasa ácida. Los pesados son predominantemente opacos, con cianita, estaurolita, turmalina, granate, epidoto y zircón. Las arcillas corresponden a Illita con montmorillonita en partes subordinada.

Entre el Mioceno superior y parte del Plioceno se produce una amplia regresión del denominado Mar Paranense que ocupó gran parte del territorio, permitiendo que tales depósitos fueran erosionados o cubiertos por sedimentos fluviales de la Fm. Ituzaingó, posiblemente durante el límite entre el Plioceno y el Pleistoceno.

La Formación Ituzaingó (como se indicó con anterioridad), está compuesta por areniscas finas a medianas (ocasionalmente gruesas hasta conglomeráticas) de color amarillo hasta pardo rojizo y composición básicamente cuarzosa (Herbst y Santa Cruz, 1985). Tiene niveles con matriz secundaria debido a la presencia de óxidos férricos, y lentes de arcilla caolinítica.

En la perforación Corrientes N° 1 (Capital) del INCYTH, esta unidad se encontró desde los -10 a -166 mbbp y los granos están constituidos por cuarzo muy dominante. Los minerales pesados, en muy reducidas cantidades, corresponden a opacos y la serie zircón, cianita, estauroлита, epidoto y turmalina del escudo brasilero en última instancia. Los minerales arcillosos dominantes son: caolinita con montmorillonita subordinada. En esta localidad, entre los -70 y -72 mbbp de intercala una capa de toba ácida con 90% de trizas de vidrio volcánico. En la perforación Santa Rosa, la Fm Ituzaingó se encuentra entre 0 y -96 mbbp y en Concepción entre -4 y -66 mbbp. Las arcillas en ambos casos son predominantemente caoliníticas.

O sea, según los registros disponibles, en la zona Norte de los esteros del Iberá (Provincia de Corrientes) la Fm. Ituzaingó yace en discordancia erosiva sobre los basaltos de la Fm. Serra Geral o sobre las areniscas de la Fm Solari, aunque hacia el centro de la provincia de Corrientes asienta en discordancia sobre la Formación Fray Bentos y cerca del río Paraná descansa sobre la Formación Paraná. En superficie aflora en forma de abanico formando cordones discontinuos de distribución radial con ápice en la localidad de Ituzaingó (Orfeo *et al.*, 2011).

Se le sobreponen los sedimentos Pleistocenos de las Formaciones Toropí y Yupoí en discordancia erosiva, la cual subyace del mismo modo a la Formación Yupoí, tratándose de sedimentos finos (areniscas limo-arcillosas y limolitas areno-arcillosas) con concreciones carbonáticas y de manganeso. Estos sedimentos son los que circundan casi totalmente los bañados y esteros de Iberá. Han sido descritos además afloramientos con interdigitaciones de la Fm. Ituzaingó y algunos canales de grava (Iriondo *et al.*, 1998).

Durante el Holoceno se produjeron notables cambios climáticos que quedaron reflejados en el registro sedimentario. Así durante el Holoceno inferior y medio la región estuvo sometida a clima húmedo, favoreciendo el desarrollo de las redes fluviales (Iriondo, 1991) y en el Holoceno superior, en un clima seco, se desarrolla una capa de no más de 25 cm de limo eólico (Fm. San Guillermo), que cubre la Fm Ituzaingó y la Fm Toropí/Yupoí. En cualquier caso, la extensión de la cuenca y la gran cantidad de eventos hacen que la condensación de datos del registro sedimentario sea difícil.

CUENCA DE PARANÁ

Rasgos Generales

La Cuenca de Paraná es una amplia región sedimentaria del continente sudamericano que incluye grandes porciones territoriales de sur de Brasil, este de Paraguay, Nordeste de Argentina (Misiones) y norte de Uruguay. Ocupa una superficie aproximada de 1.500.000 km². (Figura 46).

Presenta una forma ovalada con el eje mayor de dirección norte-sur. De manera general puede afirmarse que hay una gran analogía entre las cuencas sedimentarias de todo el paleocontinente de Gondwana, especialmente de la ya comentada Cuenca Chacoparanense. En efecto, los mismos eventos tectónicos y climáticos que acaecieron desde el Cámbrico afectaron a todo el margen occidental de Gondwana.

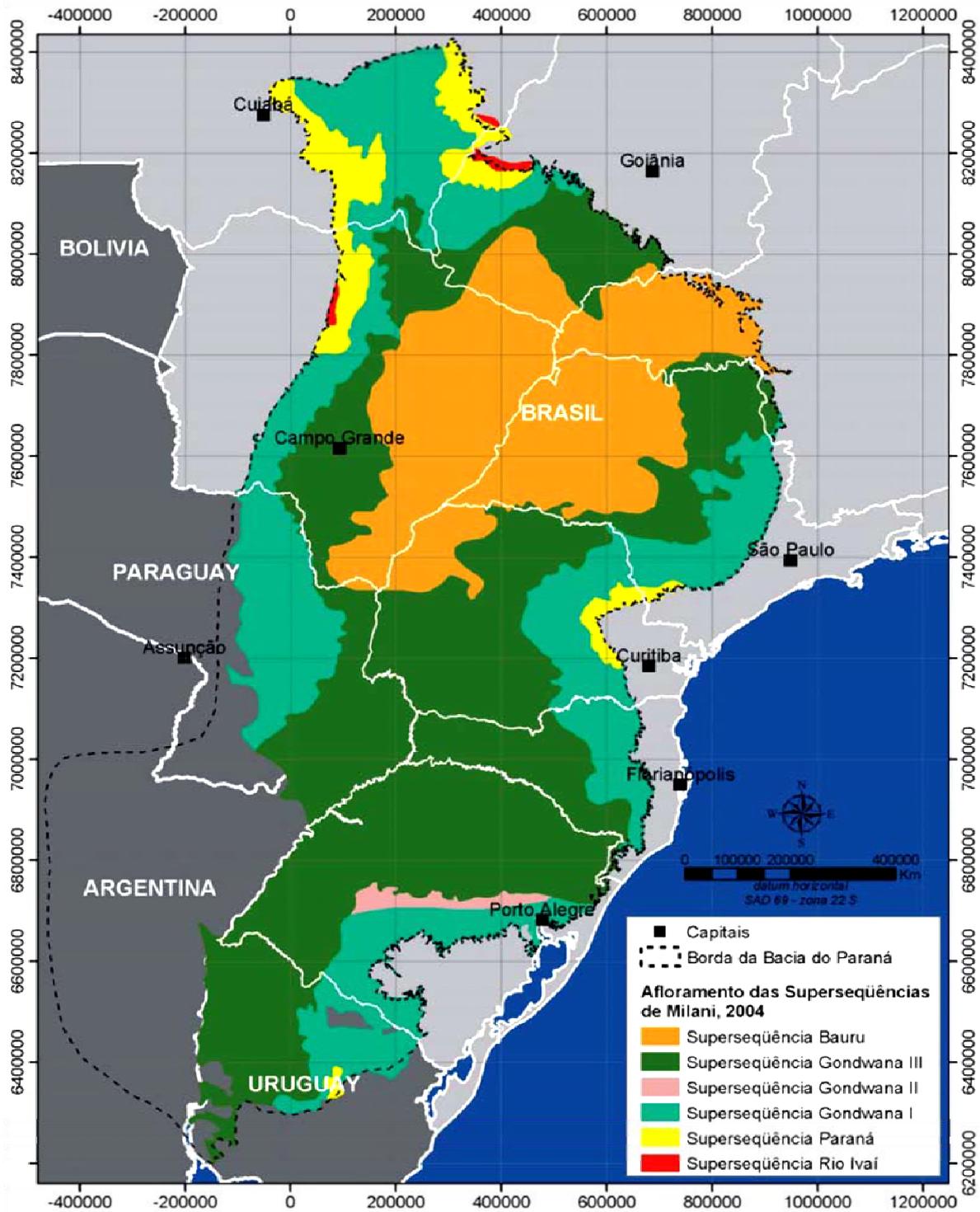


Figura 46. Mapa geológico simplificado de la Cuenca de Paraná (Milani, 2004 in Ary, 2015).

Sin embargo, la Cuenca de Paraná tiene varias particularidades que la distinguen en su sucesión estratigráfica debido a la presencia de altos estructurales que compartimentaron la cuenca. Esa regionalización hizo que, según las zonas, fueran más o menos efectivas las transgresiones o regresiones marinas (Fulfaro *et al.* 1997).

Las estructuras generadas presentan una orientación preferente de dirección este-noresteoeste-sudoeste (Chebli *et al.*, 1999) y la conjugada oeste-noroeste-este-sudeste (Fariña *et al.*, 2007) que suelen ser fallas inversas de alto ángulo. De ahí la comparti-

mentación en bloques que debido a sus movimientos diferenciales ha influido notablemente en la distribución de facies dentro de la paleocuenca sedimentaria.

Los sondeos mineros efectuados en la margen oeste de la cuenca llevan a la conclusión de la existencia de una serie de sistemas de fallas de dirección oeste y noroeste con desplazamientos desde pocos hasta cientos de metros (Cue Resources, 2008). El principal rasgo diferenciador es la presencia de un basamento fallado y basculado en bloques, tipo rift, situado en el centro de la actual Cuenca de Paraná y con la misma orientación que el Río Paraná. Este rift central fue relevado mediante exploración sísmica realizada por la empresa Petrobras en los años 90 del siglo XX (Santa Ana *et al.*, 2008).

Ese rift central se originó por la reactivación de antiguas discontinuidades corticales debido a un tipo de tectónica transtensiva asociada a un campo de esfuerzos compresivos vinculados con las colisiones que ocurrieron en el margen occidental de Gondwana durante el Ordovícico (Milani y Ramos, 1998; Milani, 2004).

Durante el Mesozoico la tectónica extensional produjo de manera asociada el derrame de gran material lávico, como se señaló en el capítulo precedente.

En el Cenozoico la tectónica está determinada por la orogenia Andina que afectó al Alto de Asunción (Rosello *et al.*, 2006) y llevó consigo la ocurrencia de varios hechos: la reactivación de las antiguas fallas profundas, el basculamiento del bloque de Asunción hacia el sudoeste, episodios de magmatismo y la formación del valle de Ypacarai en Paraguay (Fariña *et al.*, 2007).

El basamento de la cuenca está formado por granitos calco-alcalinos y rocas metamórficas de alto grado (gneises, esquistos micáceos y cuarcitas) todas ellas más antiguas del Cámbrico (Preciozzi *et al.*, 1985).

En Paraguay el Alto de Caacupú, se considera vinculado genéticamente al Alto del Río de la Plata (Fulfaro, 1996). Está compuesto por: a) migmatitas, anfibolitas, esquistos y diques de riolitas hacia el sur (Complejo Tebicuary) de edad Paleoproterozoico; b) metaconglomerados, areniscas, limolitas (Grupo Paso Pindo) y granitos, riolitas, granodioritas, cuarcitas, gneises y mármoles (Grupo Villa Florida) en el centro, de edad Mesoproterozoico y, c) granitos, riolitas y rocas piroclásticas en la zona norte, del Neoproterozoico.

Estratigrafía de la Cuenca Paraná

La estratigrafía de la Cuenca Paraná tiene vinculación estrecha con la registrada en el ámbito del subsuelo correntino.

La subsecuente evolución tectónica y estratigráfica de la Cuenca de Paraná queda registrada en seis unidades de amplia escala o supersecuencias (Milani, 1997) en forma de paquetes rocosos que representan cada uno de ellos un intervalo de tiempo correspondiente a decenas de millones de años de duración y separados por superficies de discordancia regional.

En total abarcarían más de 7000 m de espesor de sedimentos. Se trata de las secuencias: Río Ivaí (Ordovícico-Silúrico), Paraná (Devónico), Gondwana I (Carbonífero Triásico Inferior), Gondwana II (Triásico medio y superior), Gondwana III (Jurásico superior-Cretácico inferior) y Baurú (Cretácico superior). (Figura 47)

Las tres primeras están representadas por sucesiones sedimentarias que definen ciclos transgresivos-regresivos por variaciones del nivel del paleomar durante el Paleozoico.

El resto se corresponden con paquetes sedimentarios continentales además de los niveles de rocas ígneas asociados.

Supersecuencia Río Ivaí

Es la supersecuencia estratigráfica más antigua y descansa directamente sobre diversos dominios del basamento de Brasil y está bien representada en el pozo Río Ivaí, al noroeste de la cuenca. En la base de toda esta secuencia se sitúan los Basaltos de Tres Lagoas y constituye un afloramiento particular asociado a los sedimentos Río Ivaí.

Son tres formaciones las que constituyen esta supersecuencia. De más antigua a más moderna son:

-Fm. Alto Garças: es una formación de 300 m de espesor formada por arenas de cuarzo con tamaño de partícula fino a grueso con un nivel de base de conglomerados. A techo las arenas presentan niveles limosos o arcillosos de colores amarillentos.

-Fm. Iapó: formada por unas diamictitas de cantos de origen diverso y coloración abigarrada con matriz limoarenosa. Se dispone de manera discordante sobre la Fm. Alto Garças.

-Fm. Vila Maria: un conjunto de pelitas y pizarras sedimentarias con abundante fauna fósil y unas decenas de metros de espesor. Se han datado en 435.9 ± 7.8 Ma por lo que se incluye dentro de la época Llandoveryense al límite entre los pisos Aero-niense -Telychiense (Milani, 2007).

Supersecuencia Paraná

Durante el Devónico se depositaron una serie de materiales que acumularon hasta 800 m de espesor (pozo Alto Piquiri) y que quedan englobados dentro de dos formaciones, la inferior arenosa (Fm. Furnas) y la superior pelítica (Fm. Ponta Grossa). La base y techo de este paquete devónico coincide con sendas discordancias regionales.

La Fm. Furnas está formada por areniscas medias a gruesas de granos de cuarzo, con color blanquecido y matriz arcillosa (caolín). De manera general puede decirse que se dispone en capas tabulares con estratificación cruzada y abundantes restos de icnofósiles. En su base son frecuentes los bancos de conglomerados con 1 m de espesor. En su tramo medio se intercalan niveles de esquistos y pizarras con moscovita. A techo presentan más contenido en capas de arena fina y arcillas. En la cima de la Supersecuencia Paraná se encuentra la Fm. Ponta Grossa, formada por tres miembros que de base a techo son: Mb Jaguariaíva, Mb. Tibbagi y Mb. Sao Domingos. El inferior formado por pizarras con intercalaciones de arenas y 100 m de espesor, los últimos 20 con mucha materia orgánica. El intermedio es limoarenoso y el tercero fundamentalmente arcilloso. En total suman más de 600 m de potencia.

En Uruguay, los materiales devónicos cubren de manera disconforme al basamento precámbrico. Se sitúan en la zona más septentrional de la Cuenca Norte donde conforman un ciclo transgresivo-regresivo de hasta 276 m de espesor reconocido en la perforación La Paloma (Preciozzi et al. 1985).

Todos ellos se engloban dentro de unas de las tres formaciones siguientes: Fm. Cerrezuelo, la más antigua, está formada por areniscas con niveles de arcillas; Fm. Córdoba situada de manera concordante sobre la anterior responde a unas areniscas y lutitas finas; Fm. La Paloma compuesta por areniscas medias a gruesas y limos arenosos.

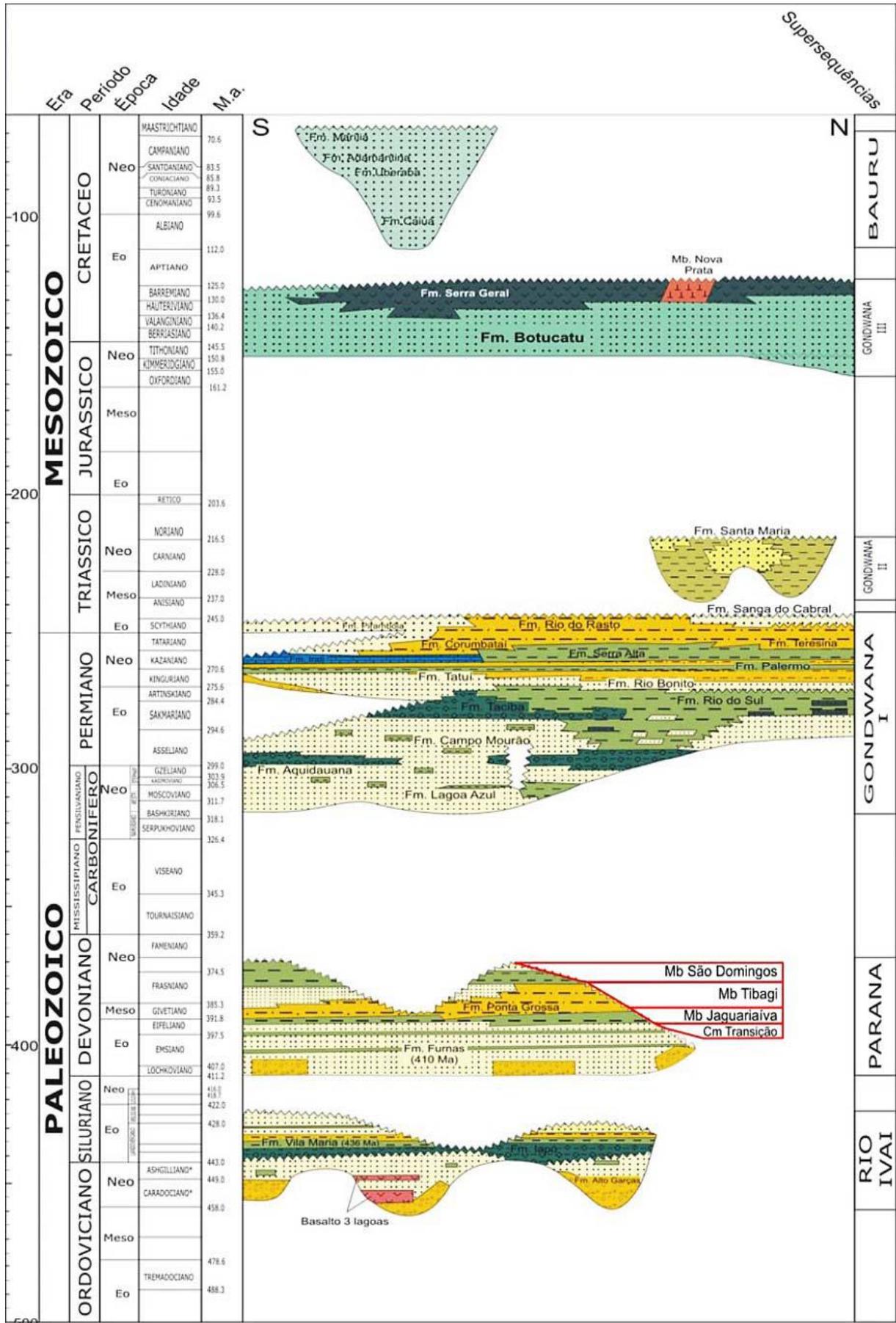


Figura 47. Diagrama cronoestratigráfico de la Cuenca de Paraná (Milani, 2004 in Ary, 2015)

Supersecuencia Gondwana I

La Supersecuencia Gondwana I, depositada desde el Carbonífero Superior (Moscoviense) al Triásico Inferior (Olenekiense), engloba la mayor parte del volumen de sedimentos de la Cuenca de Paraná, con una suma total del orden de 2500 m (Milani, 2007).

Reflejan una gran variedad de condiciones sedimentarias que oscilan entre un ambiente glacial en la base hasta un medio continental árido al inicio del Mesozoico. Todos ellos quedan caracterizados en el Gr. Itararé, Gr. Guatá, Gr. Passa Dois y Fm. Sanga do Cabral.

Los materiales más antiguos de esta Supersecuencia reflejan una fase de desglaciación con ascenso del nivel marino. Así el Grupo Itararé estaría formado por diamictitas masivas o estratificadas con bloques de litologías variadas. Son habituales los niveles arenosos, turbidíticos y ritmitas. Dentro de este Grupo se incluye la Fm. Aquidauana que corresponde al tramo Carbonífero claramente diferenciable por su color rojo.

Como consecuencia de la subida del nivel marino durante el Pérmico (transgresión pérmica) se depositan los sedimentos limosos y arenosos del Grupo Guatá (denominadas Fm. Tieté y Fm. Tatuí en el centro y norte de la cuenca y Fm. Tres Islas de Uruguay).

En conjunto el Grupo Guatá tiene edades entre el Salmariense y el Artinskiense (Pérmico Inferior). Está formada por una serie de formaciones que, de base a techo son:

Fm. Rio Bonito, caracterizada por una alternancia de niveles arenosos y pelíticos, se divide en tres miembros (Triunfo, Paraguaçu y Siderópolis) siendo el inferior rico en carbón.

Fm. Palermo, de limolitas arenosas de color rojo amarillento con mucha bioturbación. Presenta tramos de areniscas finas y pizarras sedimentarias de tonos oscuros.

El Grupo Passa Dois responde a una regresión marina por lo que los ambientes sedimentarios pasan a ser dominantes. Pueden mencionarse las siguientes formaciones integrantes de este Grupo:

- Fm. Irati, marca un episodio de restricción de la circulación de las aguas marinas por lo que se acumularon grandes cantidades de sales y carbonatos al norte de la cuenca y es-quistos bituminosos al sur.

- Fm. Serra Alta, de pizarras sedimentarias de tonos gris oscuro muy laminadas muestra la última entrada marina a la cuenca.

- Fm. Teresina, de pelitas, lateralmente toma el nombre de Fm. Corumbataí.

- Fm. Rio do Rastro, forma un complejo de capas rojas que incluye tramos deltaicos, lacustres, fluviales y eólicos.

Finalmente se deposita al sur de la Cuenca de Paraná una sucesión de sedimentos arenosos de naturaleza fluvial y eólica, con 500 m de espesor. Es la denominada Fm. Sanga do Cabral que, hacia Uruguay puede correlacionarse con Fm. Yaguarí y Fm. Buena Vista. Ha sido datada por fósiles en el piso Olenekiense (Triásico Inferior).

En Uruguay el espesor total supera los 1000 m y están englobados en varias formaciones. La Fm. San Gregorio, de rocas pelíticas, areniscas con grandes gravas, típicas de ambientes fluvio-glaciares, durante el Carbonífero. En el Pérmico inferior la Fm. Tres Islas, situada de manera concordante sobre la Fm. San Gregorio, está compuesta por unas areniscas de finas a gruesas con niveles finos de edad Pérmico Inferior.

Durante el Pérmico Medio se tienen unos sedimentos pelíticos de la Fm. Fraile Muerto que se depositaron de manera concordante sobre los anteriores al igual que la Fm. Mangrullo, ésta de lutitas y esquistos bituminosos. Por encima se sitúan las areniscas finas y arcillas de la Fm. Paso Aguilar.

La posterior retirada del mar a finales del Pérmico queda reflejada en unas areniscas finas con niveles de conglomerados de la Fm Yaguarí, que tapiza todas las anteriores de manera concordante.

En Paraguay, los materiales pertenecientes al Carbonífero están representados por las dos formaciones geológicas que integran el Grupo Coronel Oviedo: Fm. Coronel Oviedo y Fm. Aquidabán. La base de la Formación Aquidabán se halla en discordancia con el Cámbrico Inferior y el Precámbrico en el norte de la Región Oriental del Paraguay. Hacia el sur se observa una transición lateral hacia la Formación Coronel Oviedo (Fariña *et al.*, 2007).

Desde el punto de vista litológico, la Fm. Coronel Oviedo está formada por una sucesión de sedimentos detríticos de naturaleza glaciomarina: lutitas, diamictitas, tillitas y areniscas. Todos ellos suman un espesor medio de 670 m. Por su lado, la Fm. Aquidabán con un espesor medio de 300 a 500 m está compuesta por sedimentos fluvio-glaciares a base de areniscas, tillitas y siltitas con bloques erráticos incrustados. Además, en el Pérmico queda recogidas todas aquellas formaciones pertenecientes al Grupo Independencia como la Fm. San Miguel, Tacuarí, Tapita y Cabacua.

La primera ocupa una franja de territorio continua de dirección nortesur a lo largo del flanco oeste de la Cuenca de Paraná y presenta un leve buzamiento, de 1° a 5°, hacia el Este. Está formada por areniscas finas, estratificadas en bancos delgados y con algún nivel de limolitas típica de ambientes sedimentarios deltaicos, lagunares y marinos someros, con un espesor variable entre 20 y 90 m. Presentan la particularidad de contener mineralizaciones de Uranio acumuladas en niveles de arenas finas (Cue Resources, 2008).

La Fm. Tacuarí se dispone a lo largo de una faja continua de 200 km de longitud y dirección norte-sur con buzamiento ligero hacia el sudoeste. Tiene un espesor de 280 m de areniscas de granos de cuarzo y cemento calcáreo con alguna intercalación de limolitas (Fariña *et al.*, 2007).

Supersecuencia Gondwana II

Durante el Triásico Medio y Superior y hasta el Jurásico Medio se depositan de manera discordante una serie de sedimentos fluvio-lacustres. En Brasil la Fm. Santa María (Triásico Medio y parte del Triásico Superior) está compuesta fundamentalmente por lutitas rojas con abundante fauna y flora continental fosilizada. Se divide en dos miembros, el inferior Mb. Passo das Tropas de areniscas con bancos pelíticos, y el superior Mb. Alemoa de limolitas arcillosas rojas. Las arcillas son del tipo illita y esmectita mientras que las areniscas son feldespáticas y de alta porosidad con rellenos de caolinita (LEBAC, 2008b).

En Paraguay serían equivalentes las formaciones Fm. Tapita y Fm. Cabacua que si bien inicialmente fue atribuida al Pérmico (Proyecto PAR 83/003, 1986), Fariña *et al.* (2007) la asignan al Triásico/Jurásico. Se trata de unas areniscas de origen fluvial y eólico con 125 y 210 m de potencia respectivamente. La primera se diferencia por ser areniscas masivas y limpias mientras que la segunda formación contiene intercalaciones de limolitas, lutitas y conglomerados.

En Uruguay durante este periodo se deposita un gran espesor de materiales en el centro de la cuenca que, agrupados dentro de la Fm. Buena Vista y con un espesor de 670 m, se divide en dos miembros:

1) Mb. Colonia Orozco, de areniscas finas a gruesas, con granos de cuarzo fundamentalmente pero también de naturaleza feldespática. Presenta estratificación cruzada y niveles de pelitas y conglomerados;

2) Mb. Cerro Conventos, de areniscas finas a medias de colores blanquecinos y rosados. Los granos son de cuarzo y tienen cementación carbonatada. Su estratificación es subparalela o cruzada de bajo ángulo.

Los materiales Jurásicos suponen hasta cierto punto una continuación de los triásicos debido a una litología fundamentalmente detrítica de tipo arenoso y depositada en ambientes continentales.

Santa Ana y Veroslavsky (2003) identificaron al sur de la cuenca una sucesión de coladas basálticas (Fm. Gaspar) datadas en 165 Ma (K/Ar en plagioclasa).

Durante el Jurásico Inferior y Medio se deposita la Fm. Pirambóia en la zona Este de la Cuenca de Paraná. Está formada por arenas de naturaleza eólica. En el sur de la Cuenca de Paraná pasa lateralmente hacia la Fm. Caturrita en la parte central o Fm. Guara al oeste del sur de la cuenca (Soares, 2008). Esta disposición es importante remarcarla toda vez que supone un cambio importante en la estructuración de los sedimentos mesozoicos en la Cuenca de Paraná. Hasta ahora había dos concepciones diferentes: por un lado se tiene la definición que de esta formación efectuó Scherer (1998) situándola por debajo de la discordancia Permo-Triásica; del otro, Soares (1975) situó a la Fm. Pirambóia por encima de dicha discordancia y asignándola al periodo Triásico en su totalidad. Eso implica que apoyaría sobre las Fm. Rio do Rastro, Teresina y Corumbataí y no sobre la Fm. Santa María como propone Soares (2008).

De manera más precisa y desde el punto de vista litológico, la Fm. Pirambóia está constituida por areniscas finas a muy finas de cantos de naturaleza feldespática. Presenta estratificación cruzada de escala variable y se dispone en bancos métricos subhorizontales con bioturbación y a veces laminación paralela

La Fm. Caturrita está compuesta por areniscas finas y pelitas rojizas dispuestas en bancos con estructuras sedimentarias internas que alternan con bancos de pelitas masivas. Se interpreta como sedimentos de un medio fluvial anastomosado o meandri-forme de un área continental de baja pendiente. Su porosidad es alta pero con poros rellenos de esmectitas.

La Fm. Guará está formada por una sucesión de areniscas finas a conglomeráticas de color blanco a rojo. Su estructura interna es de estratificación cruzada de pequeña a gran escala pero con tramos laminados. A veces se intercalan niveles centimétricos de pelitas. Su espesor medio es de 100 m con un máximo de 200 m pero sólo aflora en la zona oeste de Rio Grande do Sul, al sur de la cuenca.

En definitiva y a modo de resumen pueden concluirse, según Soares (2008), que:

- Las formaciones Guará y Pirambóia son la misma unidad genética con edad entre el Triásico Superior y el Jurásico Medio en la zona sur de la Cuenca de Paraná.

- Ambas son correlacionables con la Fm. Pirambóia del norte de la cuenca.

Puntualmente hay hiatos y discordancias con la formación superior, Fm. Botucatú, que impiden visualizar su separación.

La Fm. Caturrita se encuentra también bajo de la Fm. Botucatu ocupando la misma posición física de la Fm. Guará y Fm. Pirambóia hacia la parte central de la zona sur de la cuenca.

- El equivalente en la cuenca norte de Uruguay sería la Fm. Itacumbú, formada por una sucesión de areniscas finas a medias con matriz fina y mucho contenido en micas (Santa Ana y Veroslavsky, 2003). Se formó en condiciones subacuáticas y fluvio-lacustres, y tiene espesores que superan los 200 m en el pozo Itacumbú (LEBAC, 2008).

Supersecuencia Gondwana III

Comprende el intervalo de registro estratigráfico de la Cuenca de Paraná correspondiente a los sedimentos eólicos de la Fm. Botucatu (o Fm. Misiones en Argentina y Paraguay o Fm. Tacuarembó en Uruguay) y los derrames basálticos de Fm. Serra Geral.

La Fm. Botucatu (y equivalentes) está constituida por areniscas compactas de tamaño de partícula medio a fino, con granos de cuarzo (90% en peso) bien redondeados y con estratificación cruzada o plana de bajo ángulo. Su color en rosado a rojizo. Localmente presentan tramos silicificados y niveles conglomeráticos polimícticos en la base (Fariña et al., 2007; Santa Ana et al., 2008).

Son el reflejo del paleodesierto Botucatu con una gran extensión de dunas aunque con algunos elementos sedimentarios asociados a flujos acuosos (arenas gruesas y gravas) en la zona norte.

Está bien representada en toda la cuenca con espesores muy variables entre 150 y 450 m aunque en general no supera los 200 m. En la margen oeste de la cuenca se disponen en una franja de 10 km de ancho y poco más de 500 km de longitud y orientación norte-sur que solapa a las formaciones geológicas infrayacentes incluido el basamento cristalino.

En el sur su espesor aumenta hasta 550 m y descansa sobre las areniscas de las formaciones Yaguará y Buena Vista y, localmente, sobre las areniscas micáceas de la Fm. Itacumbú. Ya como Fm. Tacuarembó puede dividirse en dos miembros, el inferior denominado Mb. Batoví y el superior llamado Mb. Rivera (Perea et al., 2009).

El Mb. Batoví está formado por areniscas de tamaño de grano variable, predominantemente finas a medias, algunas veces muy finas. Los granos son de cuarzo pero localmente son de origen feldespático y el color es rojizo y verdoso con zonas violáceas. Presentan estratificación planar y cruzada de gran tamaño con tramos masivos y de limolitas laminares.

En el Jurásico Superior el Mb. Rivera queda retratado como un conjunto de dunas fosilizadas. Se trata por tanto de unas areniscas, de granos de cuarzo, finas a medias bien seleccionadas de tonos anaranjados. Las dos facies típicas de este miembro son

- a) estratificación cruzada de gran tamaño y bajo ángulo y granoclasificadas;
- b) areniscas laminadas subhorizontales con estructura interna ondulada.

A techo de este conjunto de areniscas se interdigitan coladas basálticas a la vez que abundan sedimentos lacustres con más de 10 m de potencia (Milani, 2007).

Cubriendo estas areniscas se dispone una espesa cobertura de lavas con numerosos diques asociados que cortan e incluso se interestratifican dentro de la serie sedimentaria infrayacente.

Son los basaltos de la Fm. Serra Geral (o Fm. Arapey en Uruguay, con más de 1000 m de espesor en el pozo Daymán, Uruguay) que ya fue descrita en el apartado anterior dedicado a la cuenca Chacoparanense.

Dentro de esta formación se incluyen una serie de rocas efusivas en forma de filones y sills que se interestratifican entre sedimentos pérmicos y cortan las formaciones permotriásicas con una dirección preferente noroeste (Druecker y Gay, 1987; Comin Chiaramonti et al., 1999)

En la cuenca de Paraná se acumularon en coladas de entre 37 y 90 m hasta alcanzar un espesor por encima de 1500 m con una disminución de la potencia hacia los bordes (Fariña et al., 2007). Dichas coladas están compuestas por tres grupos litológicos diferenciados: brechas basálticas (con clastos lávicos), basalto con textura vesicular y amigdaloides y basalto denso de textura porfírica que representa la mayor parte de los afloramientos.

El grado de fracturación es mínimo en las brechas y máximo en la roca densa siendo en ésta, además, de tipo horizontal en su sección inferior y vertical en el superior.

Supersecuencia Baurú

Esta supersecuencia, se dispone en discordancia sobre los basaltos Serra Geral y constituye una cobertura arenosa, de cantos de cuarzo, depositados en un ambiente continental semiárido o desértico antes del Maastrichtiense (Cretácico Sup). Tiene un espesor máximo de 300 m y ocupa una superficie de 370.000 km² en los Estados brasileños de Sao Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul, Matto Grosso, Gioás y nordeste de Paraguay.

Esta supersecuencia engloba a los grupos Caiuá y Bauru, ambos interdigitados lateralmente. El primero comprende las formaciones Rio Paraná, Goio Ere y Santo Anastácio mientras que el segundo las formaciones Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, Sao José do Rio Preto, Presidente Prudente y Marília así como varias rocas volcánicas (Milani, 2007).

Por otro lado, en el margen oriental de la cuenca y cubriendo los basaltos (o las areniscas de la Fm. Misiones hacia el oeste) se depositaron durante el Cretácico superior unos sedimentos continentales en forma de areniscas de color pardo rojizo a rojo amarillento, frecuentemente decolorada; masiva y con tramos con estratificación entrecruzada.

Localmente afloran en forma de conglomerados o lutitas. Responden al nombre de Fm. Acaray.

El Cenozoico en esta parte oeste de la cuenca se caracteriza por un fuerte levantamiento tectónico como se deduce de la presencia de fanconglomerados (brecha de base), rocas volcánicas datadas en esta era y por presencia de huellas de fisión en apatitos de las areniscas triásicas con menos de 70 Ma (Comin-Chiaramonti et al., 1999). Los fan-conglomerados se atribuyen a la Fm. Patiño (Eoceno-Oligoceno) que está compuesta por una serie de niveles de conglomerados de naturaleza variable y de hasta 40 cm de tamaño de bloques.

Se encuentra atravesada por las rocas volcánicas de la Fm. Ñemby, extruidas durante el levantamiento del Arco de Asunción (Santa Ana et al., 2008). Son rocas volcánicas ricas en olivino de edad entre 61 y 39 Ma.

En la zona sur de la cuenca, en el área que ocupa actualmente Uruguay, los materiales que se sitúan por encima de las coladas basálticas a partir del Cretácico Superior son mayoritariamente continentales. Entre las que destacan: Fm. Guichón, de areniscas rojizas con tramos calcáreos y situadas sobre los basaltos; Fm. Mercedes; formada por clastos muy heterogéneos en su origen y tamaño. Presenta intercalaciones de calizas, lutitas y conglomerados con colores abigarrados. Ya en el Cenozoico se sitúa la denominada Fm. Queguay asignada al Paleoceno y formada por unas calizas y calcretas con paleosuelos con fósiles y tramos de calizas arenosas.

La superponen las areniscas arcillosas varicolores (blancas, rojas, rosas, grises) de la Fm. Asencio asignadas por Tófalo et al. (2009) al Eoceno. Sin embargo, Alonso-Zarza et al. (2010) definen a la Fm. Queguay como aquellos materiales desde el Eoceno Medio hasta el Oligoceno Medio y que cubre a la Fm. Asencio.

A su vez, todas estas están cubiertas por la Fm. Fray Bentos. Está integrado por mantos de loess ricos en vitroclastos a partir de los cuales se generan niveles de paleosuelos con rizolitos y revestimientos de arcilla, de hierro y de carbonato de calcio. Su color es gris rosado a castaño claro y de edad Oligoceno Superior hasta Mioceno Inferior. La Fm. Camacho la superpone de manera discordante y siendo de edad miocena superior, equivalente a la Fm. Paraná de Argentina. Por tanto responde a una transgresión marina importante acaecida durante ese periodo.

Más recientes, ya durante el Plioceno Superior a Pleistoceno Medio y luego de retirarse el mar, los sedimentos continentales fluviales de la Fm. Salto yacen discordantemente sobre las anteriores.

Se compone de areniscas de granos de cuarzo y tamaño fino a medio. Están bien seleccionadas y tienen un color rojo, con óxidos de hierro y con tramos silicificados. Estos materiales se encuentran ubicados fundamentalmente paralelamente al río Uruguay y están controlados estructuralmente por una tectónica reciente que reactivó lineamientos de dirección noroeste (Veroslavky y Montaña, 2004).

Retomando, la secuencia del Cretácico Superior está constituida por dos subgrupos sincrónicos: Caiuá y Bauru, y fue depositada en una cuenca cerrada asimétrica, la cual se desarrolló en un ambiente semiárido en el borde de cuenca y llegando a ser desértico en el centro de la misma. La sedimentación aluvial en la cuenca se dio simultáneamente en todos los sectores con el levantamiento de la misma

Los grupos Caiuá y Bauru están formados por rocas esencialmente cuarzosas, sobre todo por areniscas finas a muy finas. De modo general, las unidades depositadas en las zonas más internas de la cuenca y asociadas a procesos sedimentarios eólicos, de selección más efectiva, presentan buena madurez textural y mineralógica.

Las areniscas tienen su armazón formado esencialmente por granos de cuarzo monocristalino, que corresponde a 80-90% de la roca en las areniscas eólicas (formaciones Río Paraná, Santo Anastácio y Goio Ere), 70% en áreas más marginales de la cuenca, como las de las formaciones:

Adamantina y Marília (Brandt Neto et al., 1985a). Las unidades marginales y basales acostumbra a presentar una menor madurez textural y mineralógica respecto de las unidades depositadas en las zonas de depocentro de la cuenca y un carácter subarcósico.

En dichas unidades es mayor la frecuencia de fragmentos líticos (de rocas volcánicas básicas, metamórficas y sedimentarias), feldespatos, minerales micáceos y pesa-

dos más inestables, intraclastos y bioclastos, aunque siempre en cantidades muy pequeñas.

La distribución de los minerales de arcilla en la Cuenca Bauru refleja sobre todo el ambiente sedimentario. En las areniscas del Grupo Caiuá, que son las unidades más internas, los más frecuentes son esmectita y caolinita. La illita ocurre en menor proporción, que crece en las asociaciones de facies de origen fluvial (Formación Adamantina).

Los minerales pesados transparentes no micáceos constituyen aproximadamente el 1% de la roca. En la parte septentrional de la cuenca, la frecuencia relativa de estos minerales es diferente según la clase granulométrica, o sea: en la de 0,125-0,062 mm hay zircón, rutilo, anatasa, perowskita y apatito, mientras que en la de 0,250-0,125 mm se encuentran turmalina, granate, augita, estaurolita y cianita (Coimbra, 1976)

La evolución diagenética de la Supersecuencia Baurú no sobrepasó los estadios iniciales de la mesodiagénesis, con el desarrollo de una incipiente compactación y cementación química (Fernandes et al., 1994). Se conoce la existencia en diversas zonas de la Cuenca Bauru de rocas silicificadas. La silicificación en su porción meridional es puntual, y a veces afecta, al mismo tiempo, varias unidades litoestratigráficas superpuestas. Las características geológicas y petrográficas de estas rocas indican un probable origen hidrotermal para la silicificación que han sido relacionados con los eventos volcánicos alcalinos, ocurridos sobre todo en los bordes de la cuenca y probablemente sincrónicos con la sedimentación (Fernandes et al., 1993).

13. ESTRUCTURA DE CORRIENTES

LINEAMIENTOS

Para el análisis de la estructuración correntina nos basamos en el reciente trabajo de Mira et al (2016) cuya metodología y conclusiones en la determinación de lineamientos se presenta a continuación.

Para el trazado de las lineaciones estos autores contaron con imágenes Landsat 7ETM (Banda 8, Pancromática) y el Modelo Digital de Elevación (MDE o DEM por sus siglas en inglés) procedente de los datos de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM-USGS) que fue rectificado y mejorado por TecSult (2006). Esta imagen SRTM permite definir lineamientos morfoestructurales adoptando el principio de no inferencia.

El método utilizado para identificar las lineaciones fue el propuesto por Mabee et al. (1994). Básicamente, consiste en tres grandes procesos: (i) trazado de lineamientos en una imagen varias veces por un mismo observador o una vez por varios observadores; (ii) reproducibilidad de las observaciones test, y (iii) análisis de la superposición de los trazados.

La metodología empleada consistió en realizar varios tests de una imagen por un mismo observador. A partir del modelo digital de elevación, se prepararon varios mapas con distintos filtros de sombreado y ángulo de iluminación. Se utilizaron cinco direcciones acimutales de iluminación: 0°, 45°, 90°, 135° y 180°, y un único ángulo de altura de iluminación: 45°. De esta manera, les fue posible mapear lineamientos ortogonales y estructuras secundarias formadas por la combinación de las direcciones acimutales y la altura de iluminación.

Finalmente, sobre los lineamientos georreferenciados estos autores realizaron los tests de reproducibilidad y de superposición de trazados para determinar qué lineamientos son coincidentes., según el criterio de Mabee et al. (1994), (Mira et al, 2016).

Se generaron seis mapas de lineamientos generados que fueron superpuestos para poder compararlos aplicando los criterios de concordancia.

En la figura pueden observarse los resultados, con 118 lineaciones coincidentes, de longitud media 31,3 km, siendo el rango más repetido el comprendido entre 20 y 25 km de longitud (Fig 48. c). Se puede observar que algunos de los lineamientos de mayor jerarquía no se muestran aquí, para destacar el conjunto de lineamientos de menor envergadura que no fueron puestos de manifiesto en estudios anteriores. (Mira et al, 2016).

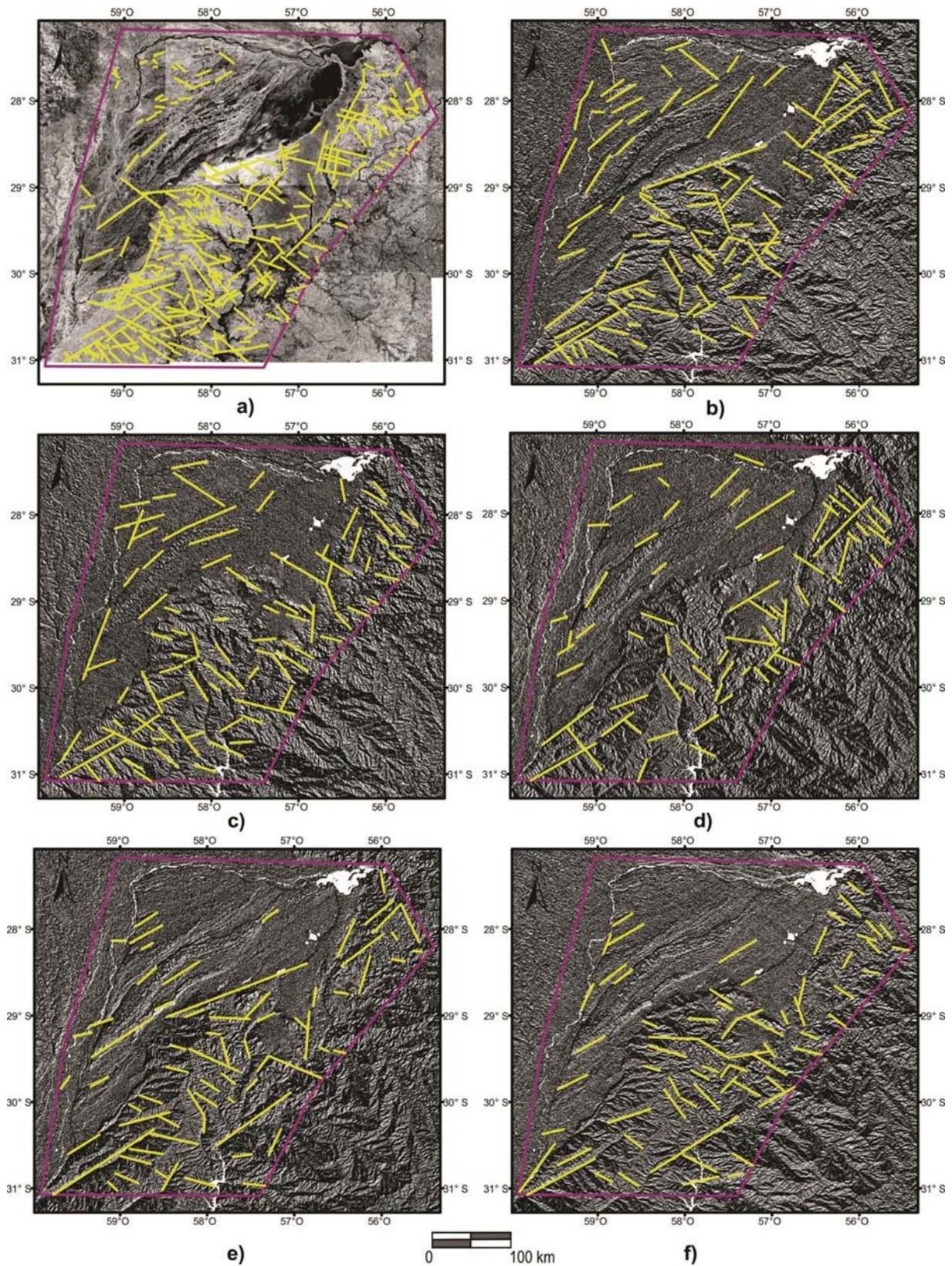


Figura. 48. a) Lineamientos medidos en imagen Landsat-ETM; b-f) Lineamientos medidos en modelo digital de elevación con orientación de la iluminación desde la dirección acimutal 0° (b), 45° (c), 90° (d), 135° (e) y 180° (f). (Mira et al 2016)

El mapa de densidad de lineamientos representa habitualmente una medida cuantitativa de la longitud de los elementos lineales por unidad de área. Se comprueba que la densidad de lineamientos es mayor en la mitad sur de la zona de estudio, donde se alcanzan valores ligeramente por encima de 42 km/km². En cambio, la mitad norte presenta los registros mínimos con apenas 1,6 km/km² (Fig. 49 a, b). (Mira et al 2016)

El análisis de las orientaciones a partir del diagrama de rosetas (Fig 49. c, d) permite comprobar que las orientaciones más frecuentes son N140° y N150° y, secundariamente, la dirección N 35°. No obstante, se aprecia disparidad de las orientaciones de lineamientos más frecuentes si se compara la mitad noroeste respecto la mitad sureste del área estudiada. En el primer caso, la dirección predominante es N 30 35° mientras que, en el segundo caso es N 140 150°. (Mira et al 2016)

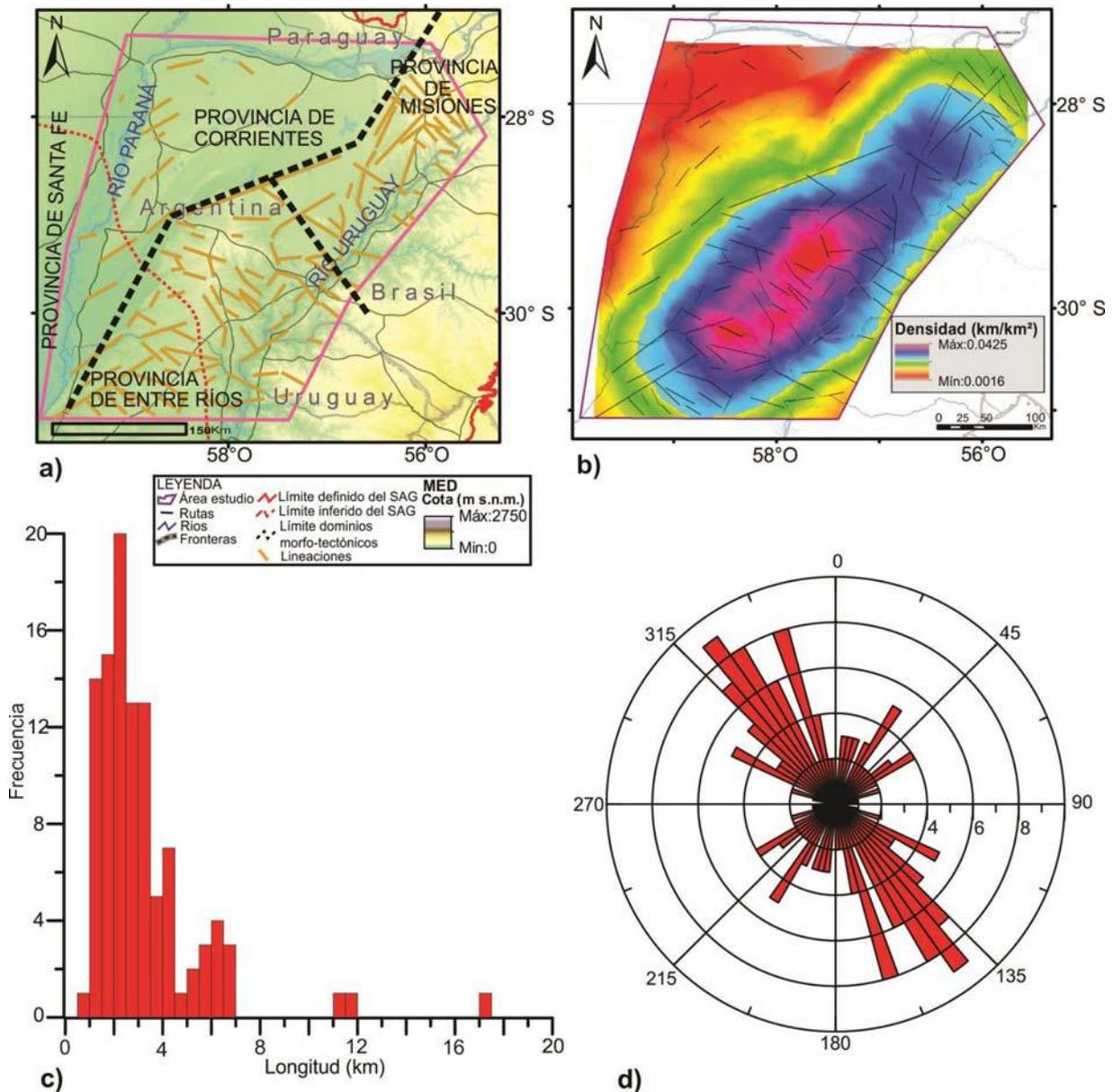


Figura 49.a) Mapa resultado de lineaciones medidas en la zona de estudio separando los tres dominios morfo-tectónicos de Corrientes; b) Mapa de densidad areal de lineaciones; c) Histograma de longitudes medidas en las lineaciones y; d) Diagrama de rosetas de la orientación de las lineaciones resultantes. (Mira et al 2016)

Los lineamientos trazados muestran una muy buena correlación con la orientación de las fracturas y estructuración regional de las cuencas Chacoparanense y Paraná. Esto implicaría que las fracturas trazadas en superficie podrían afectar a toda la serie sedimentaria, desde el basamento hasta al menos el Cretácico Superior, incluyendo las areniscas del Sistema Acuífero Guaraní (Fm. Misiones). (Mira et al 2016)

El mapa de densidad de lineamientos sugiere un control geológico más elevado donde los basaltos cretácicos afloran o se encuentran cerca de la superficie y menor, en las zonas donde predominan los sedimentos cenozoicos. El límite entre ambos dominios tectónicos lo marcaría una gran fractura de dirección noreste-sudoeste que sigue prácticamente el curso del río Corriente, y sería la expresión en superficie del Alto de Mercedes, un relieve tectónico positivo que se sitúa a lo largo de Corrientes en esa dirección, y es interrumpido por la Dorsal Asunción-Río Grande. (Mira et al 2016)

Las lineaciones con dirección NE son las predominantes en la porción este de Corrientes, como resultado de la tectónica de cubetas y domos acaecida durante el Mesozoico y que tan ampliamente está representada al sur del río Uruguay. Gran parte de los afloramientos de las areniscas del Sistema Acuífero Guaraní (Fm Misiones) en esa zona, como el Domo de Quaraí o el Domo de Boa Vista-Garupá, presentan dicha estructuración (Strieder et al. 2015).

En función de las lineaciones resultantes se puede hablar de tres dominios morfoestructurales: noroeste, noreste y suroeste. El dominio noroeste está delimitado septentrionalmente por el escarpe por el que discurre el río Corriente y se caracteriza por una menor densidad de lineamientos y la prevalencia de lineaciones de dirección noreste. El dominio noreste es donde teniendo una elevada densidad de lineamientos, coexisten las direcciones principales noroeste y noreste. El dominio suroeste se caracteriza por la mayor densidad de lineamientos y gran parte de ellos con una dirección principal noroeste. (Mira et al.,2016)

De acuerdo, entonces, a los análisis de rasgos estructurales y lineamientos efectuados para la provincia de Corrientes basados en fotointerpretación de imágenes satelitales se obtienen direcciones de lineamientos preferenciales noroeste-sudeste y su conjugado noreste-sudoeste los que se extienden a los sectores transfronterizos de Uruguay y de Brasil. El análisis pormenorizado de los lineamientos estructurales requiere un análisis regional amplio del comportamiento tectónico de los supercontinentes Pangea y Gondwana hasta la actualidad.

Así en el cratón del río de La Plata en su concepción amplia, encontramos evidencias tectosedimentarias de la vinculación de los lineamientos con procesos ocurridos en los diferentes ciclos que afectaron la región en el Proterozoico. Es muy probable que el desarrollo de dominios distensivos mesozoicos chacoparanenses y paranenses, haya sido gobernado por lineamientos preexistentes de debilidad mecánica, representados por suturas entre terrenos desde tiempos proterozoicos. El análisis de las rocas del Precámbrico del Complejo Tebicuary en el sur de Paraguay y de las rocas cristalinas de la suite metamórfica Villa Florida afectadas por metamorfismo de alto grado que se hallan foliadas y plegadas, con ejes de plegamiento de dirección sudoeste-noreste. Meinhold et al (2011) concluyen que las mismas fueron afectadas en el ciclo Transamazoniano del Proterozoico inferior (2000 m.a.) y pertenecen al cratón del río de la Plata.

Estas estructuras fueron afectadas durante la historia geológica post proterozoica por distintos movimientos responsables de la reactivación parcial de las distintas fracturas y lineamientos como los relativos a la separación del Gondwana en el Eojurá-

sicoNeocretácico que dieron origen al complejo efusivo Alto Paraná que en la provincia de Corrientes denominamos Complejo Efusivo Serra Geral.

Toman principal relevancia asimismo los movimientos cenozoicos de filiación andina que terminan por fracturar el sector en un mosaico de pequeños bloques, a través de pequeñas fallas con fuerte tendencia norte-sur.

En forma análoga podríamos asignar el origen de los fallamientos y lineamientos estructurales observados en la provincia de Corrientes en los Ciclos Transamazoniano (2000 ma) (lineamientos noroeste-sudeste) y Brasiliano (500-700 ma.) (noreste-sudoeste) y que continúa con los movimientos compresivos permo-triásicos (noreste-sudoeste), de distensión (este-oeste y norte-sur) y de compresión (noroeste-sudeste) del Neojurásico y Eocretácico que condujeron a la separación del Supercontinente del Gondwana. (Gulisano F. Tesis Doctoral, en preparación).

EL ALTO DEL PAY UBRE

En la provincia de Corrientes El Alto de Pay Ubre coincide, de modo aproximado, con la Meseta de Mercedes donde el Complejo Efusivo Serra Geral se muestra en el sector mediterráneo correntino, entre las poblaciones de Concepción, Mercedes y Curuzú Cuatía, como un elemento longitudinal positivo buzante hacia los cuadrantes del sur.

Alcanzaría por el occidente las vecindades del límite Corrientes Entre Ríos (ríos Guayquiraró y Mocoretá), al parecer sin ingresar a territorio entrerriano.

Existen fundadas posibilidades de que al menos el Alto de Pay Ubre resulte un rasgo tectónico positivo, originado por el diastrófismo andino, y entonces atribuible al lapso Neocretácico – Cenozoico.

De ser así, el sector central de Corrientes y la Meseta de Mercedes, durante el Mesotriásico tardío (Ladiniano), Jurásico y gran parte del Cretácico, quizás hasta el inicio del Campaniano (Neocretácico tardío), o aún hasta más tarde, habrían pertenecido a un escenario deprimido, albergante de sedimentitas continentales y efusiones basálticas.

Tal espacio de relleno clástico y volcánico mesozoico correspondería a un ámbito regional caracterizado por un estilo tectónico de distensión, del cual participaron conspicuas fallas directas y escalonadas de crecimiento que tendían a horizontalizarse en profundidad y bloques bajos rotados dispuestos al oeste de las superficies de fractura, estableciendo un sistema estructural en gradería, con descenso regional hacia los cuadrantes del poniente.

Algunos de tales fallamientos habrían sido facilitados por lineamientos preexistentes de debilidad mecánica.

En la Mesopotamia Correntina, este sería el dominio de acumulación sedimentaria, y localización de efusivas de la Fm Misiones (clásticos continentales, Mesotriásico tardío Jurásico) y del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) constituidos por la Formación Serra Geral (basaltos, Neojurásico Eocretácico), y por la Formación Solari (clásticos continentales, Neojurásico – Eocretácico), y también por la Fm Puerto Yerúa (clásticos continentales, Cretácico).

Los esfuerzos compresivos del diastrófismo ándico (Neocretácico – Cenozoico), actuantes desde el Cretácico superior tardío (Campaniano) y generadores de direcciones oeste-este, habrían causado múltiples reactivaciones e inversiones tectónicas en los primigenios fallamientos distensivos mesozoicos, incluidas partes centrales de Corrientes, provocando ascensos iniciales de bloques bajos de fallas originalmente directas. Es

menester señalar que, respecto de un mismo episodio de inversión, sendos rechazos de las diversas fallas reactivadas, no necesariamente habrían tenido igual magnitud.

Así, desde el Neocretácico tardío, o a partir de tiempos posteriores, el sector correntino central -originalmente deprimido después, merced a reactivaciones de fallas inicialmente directas y sus inversiones tectónicas de sello compresivo ándico, tornaría-se un rasgo positivo, al cual se llamó primariamente Alto de Pay Ubre, cuyas evidencias morfológicas actuales serían la Meseta de Mercedes y la conexa divisoria de aguas correntina central (Santa Cruz, 1981 y Fernández Garrasino in LEBAC, 2008).

Procesos erosivos posteriores a su ascenso, habrían exhumado parte de las coladas basálticas neojurásicas-eocretácicas del Complejo Serra Geral.

La elevación del Alto de Pay Ubre por reactivaciones e inversiones tectónicas de fallas directas iniciales, tendría que haber estado necesariamente asociada a las removilizaciones de esos fallamientos durante el Neocretácico – Cenozoico.

Entonces, el resultado debió ser la consiguiente fracturación de los registros de la Fm Misiones (Mesotriásico tardío – Jurásico), más la de las coladas basálticas de la Fm Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) y sus alternancias clásticas de la Fm. Solari (Neojurásico – Eocretácico), como también la de las unidades cretácicas y aun cenozoicas.

La existencia del Alto de Pay Ubre produjo en Corrientes una compartimentación supuestamente desarrollada durante el lapso Neocretácico – Cenozoico, atento al carácter andino inferido para ese elemento tectónico positivo. Además, ese elemento positivo separó las partes orientales de Corrientes, de sus correspondientes análogas occidentales; estas últimas siguieron en continuidad con las regiones chacoparanenses de Chaco y Santa Fe.

Las manifestaciones estructurales actuales se deberían a la reciente reactivación parcial y/o total de las antiguas fracturas y zonas de debilidad por los movimientos de filiación andina del Cenozoico responsables de la elevación del Alto de Pay Ubre (norte-sur).

SUCUENCA DE GUAVIRAVÍ.

En la faja oriental correntina, entre el segmento mesopotámico del Arco de Asunción y el Río Uruguay, se distingue la llamada Subcuenca de Santo Tomé – Guaviraví – Paso de los Libres, o más simplemente, Subcuenca de Guaviraví.

FOSAS TECTÓNICAS DE CORRIENTES Y DE CURUZÚ CUATÍA

La geometría del espesor sedimentario de Corrientes muestra un basamento mucho más somero en el rincón noroeste de la provincia cercano al límite internacional entre Argentina y Paraguay.

El basamento se profundiza hacia el este y al sur debido a la acción del conjunto de fallas normales de rumbo noreste a sudoeste y noroeste a sudeste.

Es un basamento de tipo irregular y profundo con la importante presencia de altos y bajos estructurales los cuales delimitan dos depocentros mayores: los grábenes de Corrientes y de Curuzú Cuatía (Mira et al 2015)

Ellos tienen una dirección noreste-sudoeste y están divididos por el Alto de Pay Ubre (o Alto de Mercedes) o bien el inferido a partir de las isópacas de las sucesiones del Cretácico Inferior de Paraguay Central denominado también Alto Mesopotámico de

Padula y Mingramm (1968) . El basamento estaría situado en los 4500 m de profundidad en el graben de Corrientes y tendría un promedio de 3500 m de profundidad en ambos grábenes.

Estas estructuras profundas de la provincia de Corrientes se relacionarían a la existencia de un importante corredor extensional de rumbo noreste, que incluiría sedimentitas Pre-Carboníferas en sus áreas más profundas. La presencia de basamento cristalino a profundidades que exceden 3500 y 4500 m podrían no ser explicada por los espesores conocidos de la secuencias del Carbónico-Pérmico y Mesozoico en las cuencas de Paraná y Chacoparanense.

De acuerdo a Mira et al 2016, la hipótesis más ajustada a la realidad sería que los grábenes de Corrientes y Curuzú Cuatiá alberguen sedimentación más antigua que el Carbonífero, probablemente asociada a depósitos a partir del Ordovícico (Cambro Ordovícico ?) al Devónico. En consecuencia se establece una analogía con las observaciones estructurales y estratigráficas descritas para el “Rift Central” o “Calha” Central de Milani (2004). Este rasgo estructural mayor de la cuenca de Paraná ha sido originado en la tectónica extensional del Ordovícico. Los bloques altos y bajos de este corredor extensional podrían además haber continuado en el subsuelo de la provincias de Corrientes y Misiones.

Debe señalarse que depocentros profundos con rellenos sedimentario del Paleozoico (desde el Cámbrico) y con el mismo control estructural son conocidos hacia el Oeste en el Hemigraben de Las Breñas, en las provincias de Santiago del Estero y Chaco. (Chebli et al., 1999).

14. RASGOS TECTÓNICOS REGIONALES

ORIGENES Y EVOLUCIÓN

Como se ha mencionado, el análisis de los lineamientos estructurales presentados necesita de un análisis regional amplio del comportamiento tectónico de los supercontinentes Pangea y Gondwana hasta la actualidad.

Así, en el cratón del Río de la Plata en su concepción amplia, encontramos evidencias tectosedimentarias de la vinculación de los lineamientos con procesos acaecidos en los diferentes ciclos que afectaron la región en el Proterozoico. Es muy probable que el desarrollo de dominios distensivos mesozoicos chacoparanenses y paranenses, haya sido gobernado por lineamientos preexistentes de debilidad mecánica, representados por suturas entre terrenos desde tiempos proterozoicos como la que se manifiesta actualmente en el sistema de Tandilia (Teruggi, et al. 1988).

Basta como ejemplo el análisis de las rocas del Precámbrico del Complejo Tebicuary en el sur de Paraguay y de las rocas cristalinas de la suite metamórfica Villa Florida afectadas por metamorfismo de alto grado que se hallan foliadas y plegadas, con ejes de plegamiento de dirección sudoeste-noreste. Meinhold et al. (2011) concluyen que las mismas fueron afectadas en el ciclo Transamazoniano del Proterozoico inferior (2000 m.a.) y pertenecen al cratón del Río de la Plata.

Discordantemente sobrepuestas al complejo Tebicuary, se encuentran rocas metasedimentarias clásticas pertenecientes al Grupo Paso Pindó. Dichas rocas están suavemente plegadas (ejes dirección noroeste-sudeste) y fueron afectadas por metamorfismo de bajo grado durante el Ciclo Brasileño, por rocas magmáticas ácidas de edad eocámbrica (531 m.a.) pertenecientes a la suite magmática Caapucú. Las rocas del Grupo Paso Pindó y de la suite magmática Caapucú son parte del cinturón Paraguay-Araguaia.

Estas estructuras fueron afectadas durante la historia geológica post proterozoica por distintos movimientos responsables de la reactivación parcial de las distintas fracturas y lineamientos como los relativos a la separación del Gondwana en el Eojurásico Neocretácico que dieron origen al complejo efusivo Alto Paraná.

Toma principal relevancia asimismo los movimientos cenozoicos de filiación andina que terminan por fracturar el sector en un mosaico de pequeños bloques, a través de pequeñas fallas con fuerte tendencia norte sur

Es oportuno señalar que las cuencas Chacoparanense y Paranense sufrieron diversos eventos tectónicos, que afectaron también la región mesopotámica y áreas de influencia:

a) del Triásico medio a superior, ocurrieron procesos extensionales que fueron responsables de la aparición y desarrollo de grandes hundimientos de bloques tectónicos separados por fallas con instancias de evolución magmática denominados ámbitos de rift.

b) desde el Triásico tardío hasta el Jurásico medio, hubo predominio de esfuerzos de distensión, y comenzó la fragmentación del Gondwana Oriental (Madagascar, India, Australia y Antártida) con la apertura del Indico.

c) en el intervalo Mesojurásico tardío (Caloviano) – Neojurásico (Kimmeridgiano) tuvo lugar otro reordenamiento del campo de esfuerzos, que dio lugar a procesos distensivos de alcances regionales, con desarrollo de distintas geometrías de bloques hundidos simétricos, también denominados rifts y /o de bloques asimétricos o hemigrabens. Aproximadamente desde el Mesojurásico tardío comenzó y avanzó la separación entre América del Sur y África.

d) El Arco de Asunción-Río Grande o dorsal Asunción-Río Grande (DARG) según Rossello et al. (2006) es definido como un accidente tectónico de primera magnitud que constituyó un alto regional responsable de la distinta sedimentación posterior al Triásico en las cuencas Chacoparanense y de Paraná.

La zona norte de la DARG, en Paraguay, está formado por el Alto de Asunción que con una inmersión del eje hacia el S-SE muestra en su núcleo el basamento del Cratón Tebicuary, superpuesto por los sedimentos paleozoicos y mesozoicos. Hacia el sur está constituido por el Alto de Río Grande y tiene una estructura similar a la anterior, con un núcleo de basamento cristalino rodeado de las secuencias paleozoicas y mesozoicas pero con la inmersión de su eje hacia el N-NW

Se deduce su trazado bajo la superficie en Argentina en la provincia de Corrientes, denominándose Alto de Pay Ubre (Herbst y Santa Cruz, 1985), Segmento Mesopotámico del Alto de Asunción (Fernández Garrasino in LEBAC, 2008) etc. y siendo definido a través de correlaciones estratigráficas y de los mapas geológicos y de anomalías gravimétricas disponibles.

La reseña esbozada pone de manifiesto entonces la importancia de los procesos distensivos durante gran parte del Mesozoico en la Mesopotamia Argentina. En forma genérica podríamos determinar que el origen de los fallamientos y lineamientos estructurales observados en la Mesopotamia Argentina y Zonas Transfronterizas responden a los Ciclos Transamazoniano (2000 ma) (lineamientos noroeste-sudeste) y Brasiliano (500-700 ma.) (noreste-sudoeste) y que continúa con los movimientos compresivos permo-triásicos (sudoeste-noreste) y de distensión (este-oeste y norte-sur), y de compresión (noroeste-sudeste) del Neojurásico y Eocretácico que condujeron a la separación del Supercontinente del Gondwana. La manifestaciones estructurales actuales se deberían a la reciente reactivación parcial y /o total de las antiguas fracturas y zonas de debilidad por los movimientos de filiación andina del Cenozoico. (norte-sur)

Así los lineamientos observados son productos de la rica historia geotectónica de las cuencas Paraná y Chacoparanense. (Carneiro et al., 2012 y Strieder et al., 2015, Mira et al 2016).

ESTRUCTURAS REGIONALES

Las características estructurales principales de la región suroeste del Gondwana sería la presencia de altos estructurales como los de San Vicente y Canastra al norte, el de Asunción y el de Las Breñas al oeste y el Alto o Cratón del río De la Plata al sur.

Otras estructuras importantes son el Arco de Río Grande al sudoeste, el Arco de Punta Grossa y el Sinclinal de Torres (Fig 50), además de la generación de espacios sinclinales, estructuras homoclinales en las cuencas Chacoparanaense y Paranaense.

Esquemas de deformación permo-triásica de dirección noroeste-sudeste en la porción suroeste del Gondwana fueron medidos a partir de indicadores cinemáticos (Cobbold et al. 1991 in Rossello et al. 2006) (Fig. 51)

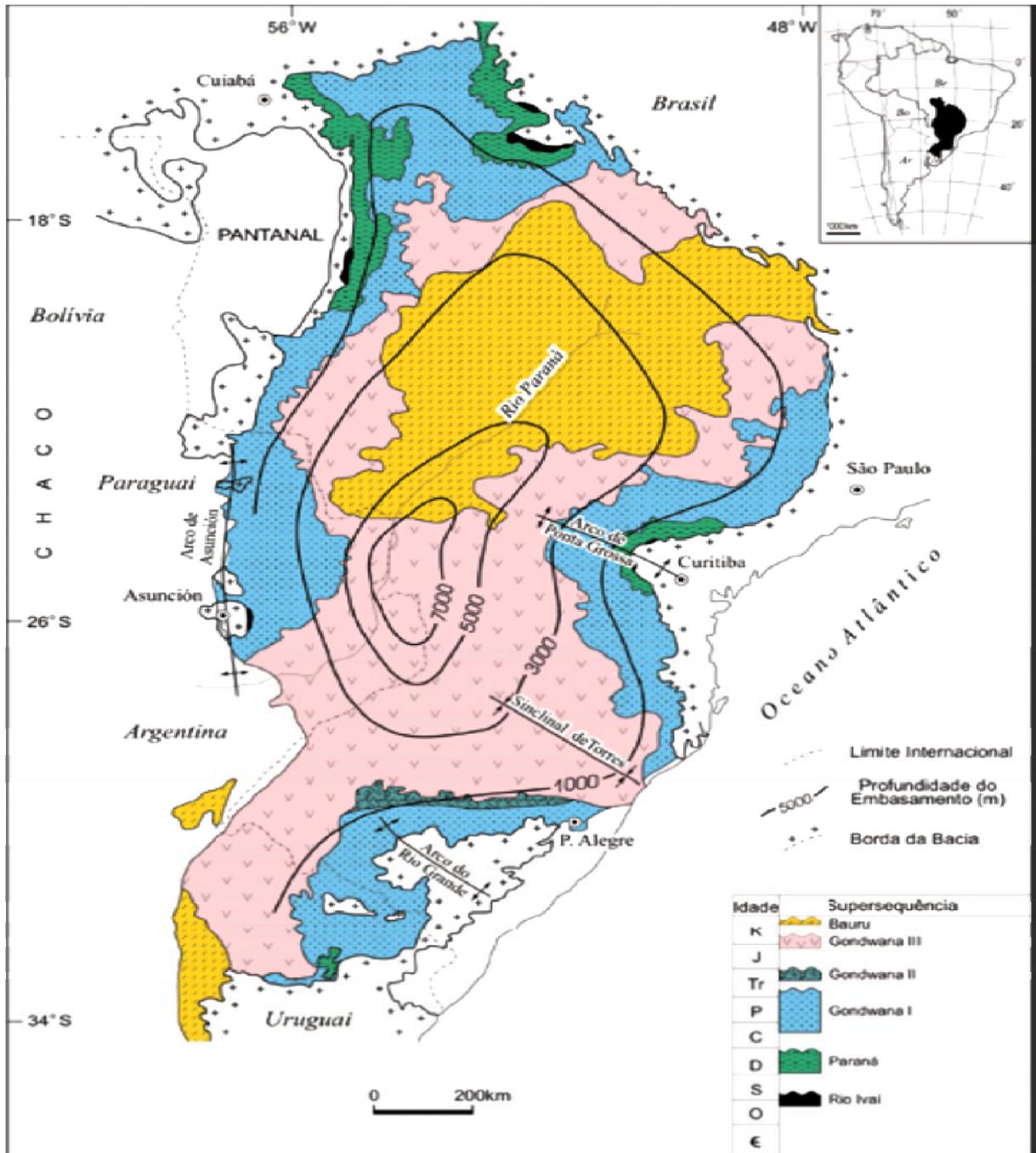


Figura 50 Cuenca de Paraná (Milani et al, 2007)

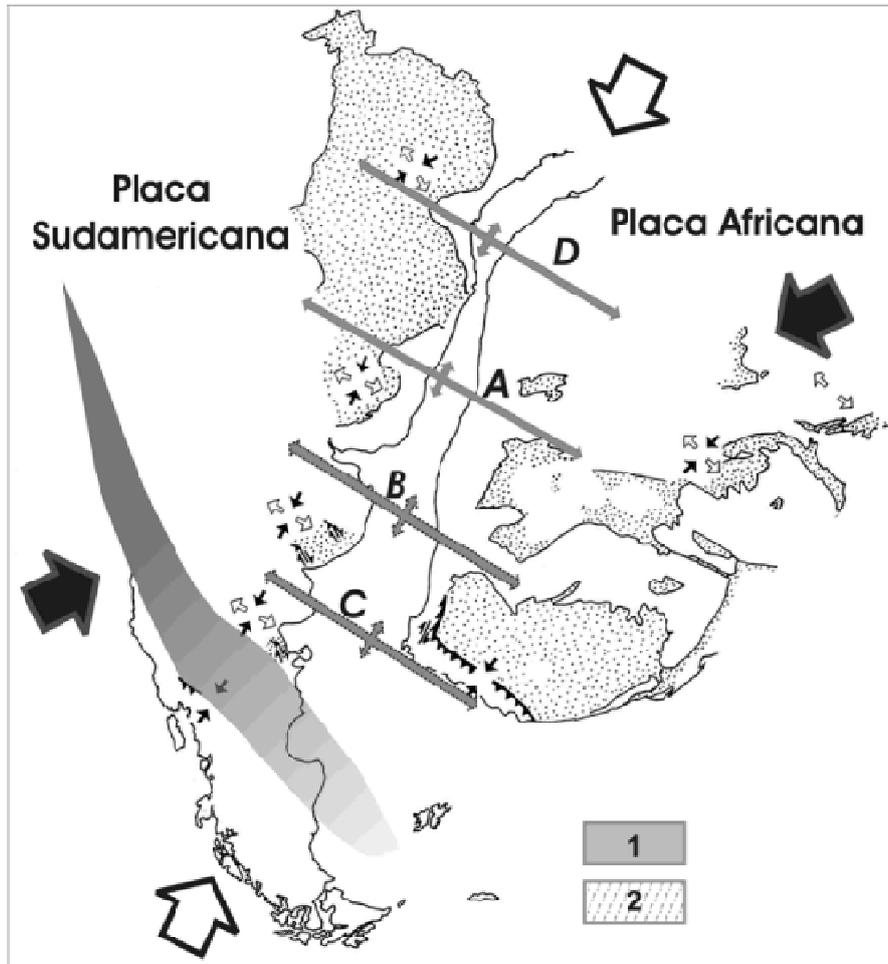


Figura 51. Deformación de dirección NW-SE en la porción suroeste del Gondwana (Cobbold et al. 1991 in Rossello et al. 2006)

Asimismo se hallan representados elementos de dirección noreste-sudoeste conjugados en las cuencas Chacoparanense y Paranaense como el rift central de esta última con distintos bloques que forman altos y bajos estructurales (Milani, 2007) (Fig 50)

Pero el evento tectónico que más ha influido en el Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) es sin duda el inicio de la separación de Sudamérica de África, a partir del Neojurásico al Eocretácico.

Esta separación indujo, debido al efecto elevador del rifting, un levantamiento del margen atlántico de Sudamérica incluyendo a las cuencas Chacoparanense y de Paraná con las formaciones rocosas que las constituyen. La velocidad de levantamiento no fue constante habiéndose constatado una aceleración al inicio del Paleógeno (Araújo et al., 1999).

Según LEBAC (2008), a escala regional hay otros elementos tectónicos que estructuran la región como son el Alto de Rivera y Alto de Colón-Paysandú en Uruguay o la falla de Entre Ríos en Argentina.

Por su lado, como ya había referido, las zonas de fracturas se caracterizan por presentar unas direcciones principales noroeste-sudeste en algunos casos intruidos por diques básicos y la conjugada noreste-sudoeste. Existen asimismo en menor grado lineamientos norte-sur.

Zalan et al. (1990) añadió a las anteriores una dirección de lineamientos este-oeste, conformando entre las tres una compartimentación en bloques de ambas cuencas. Las dos principales direcciones estructurales presentan patrones distintos. En efecto, las fallas con orientación noroeste se reactivaron durante Cretácico coincidiendo con las efusiones lávicas de la Fm Serra Geral y los lineamientos se presentan habitualmente rellenos por diques de diabasas.

Las fallas de sentido noreste-sudoeste tienen como característica principal su presencia como una única falla o zona de falla recta y longitud variable y casi sin presencia de diques básicos asociados a ellas.

Es interesante analizar la influencia de las distintas lineaciones sobre la compartimentación de los distintos niveles de la cuenca. Trazar un plano de lineaciones es difícil debido a la distinta procedencia de los datos y escalas de estudio que han empleado los distintos autores. Soares, (2008) realiza una recopilación de distintas fuentes y mediante un análisis de frecuencia de lineaciones de mapas gravimétricos, magnetométricos, satelitales y a partir de un modelo digital del terreno logra trazar un nuevo mapa de frecuencias de lineamientos de Brasil.

La Fig. 51 muestra claramente dos lineamientos en las direcciones noroeste y noreste, pero no queda claramente remarcadas otras direcciones.

Adicionalmente realizó una interpolación con el contorno estructural de la Fm. Irati, Fm. Pirambóia y Fm. Botucatú para comprobar cuáles de estos lineamientos tiene influencia en la compartimentación de los espacios paranenses y chacoparanenses. El resultado obtenido muestra una diferenciación en bloques estructurales donde se observa una tendencia a que las capas de los bloques elevados tienen menos espesor presumiblemente por un control estructural durante su sedimentación. Así, la estructura central de la cuenca de Paraná es el denominado rift central o calha central constituido por una fosa o hundimiento tectónico de dimensiones continentales, desvinculada del entorno cratónico por fallas escalonadas.

Dicho rift fue afectado por la sedimentación y la consecuente subsidencia y deformación de los materiales paleozoicos y mesozoicos, produciendo un aumento de hasta 350 m de espesor en la Fm. Piramboia (Soares, 2008)

Fernández y Rudolph (2001), indican que en la génesis de los rasgos estructurales tienen particular relevancia las reactivaciones tectónicas del Cenozoico y demuestran además, que las zonas fracturadas tienen particular relevancia en la capacidad de producción de aguas subterráneas.

En general se puede apreciar que los hundimientos tectónicos mencionados sufrirán las consecuencias de diversos eventos de reactivación tectónica que producirán acunamientos y acortamientos sedimentarios en las cuencas Chacoparanaense y Paranense.

Otros elementos estructurales de importancia son los arcos o pliegues anticlinales de grandes dimensiones. Entre los principales arcos con influencia en el depósito de litologías sedimentarias paleozoicas y mesozoicas se destacan los arcos de Asunción, de Punta Grossa y de Rio Grande.

Estos dos últimos, de dirección noroeste, forman dos entradas con forma semi-elíptica en la margen oriental de la cuenca de Paraná y el de Asunción en la margen occidental.

En general puede decirse que los arcos son áreas preferentes de aparición de enjambres de diques ígneos perpendiculares al eje del pliegue.

El Arco de Punta Grossa con eje de sentido noreste-sudoeste, se caracteriza por tener un juego de fracturas perpendicular NW-SE, rellenos de material volcánico con una longitud máxima de hasta 40 km. Aparentemente no involucran a materiales sedimentarios del Paleozoico inferior y fueron las líneas de debilidad utilizada por el rift Cretácico que originó el margen pasivo atlántico (LEBAC, 2008) y que conformó todo ese enjambre de diques perpendicular al eje del arco

El Arco de Asunción-Río Grande o dorsal Asunción-Río Grande (DARG) según Rossello et al. (2006) es definido como un accidente tectónico de primera magnitud que constituyó un alto regional responsable de la distinta sedimentación posterior al Triásico en las cuencas Chacoparanense y de Paraná.

La zona norte de la DARG, en Paraguay, está formado por el Alto de Asunción que con una inmersión del eje hacia el S-SE muestra en su núcleo el basamento del Cratón Tebicuary, superpuesto por los sedimentos paleozoicos y mesozoicos. Hacia el sur está constituido por el Alto de Río Grande y tiene una estructura similar a la anterior, con un núcleo de basamento cristalino rodeado de las secuencias paleozoicas y mesozoicas pero con la inmersión de su eje hacia el norte-noroeste

En Argentina se deduce su trazado bajo la superficie de la provincia de Corrientes denominándose “segmento mesopotámico del Alto de Asunción” a través de correlaciones estratigráficas y de los mapas geológicos y de anomalías gravimétricas disponibles.

En definitiva, esa disposición geométrica puede asemejar a la propuesta en el bloque diagrama de la Fig 52. (Rossello et al., 2006)

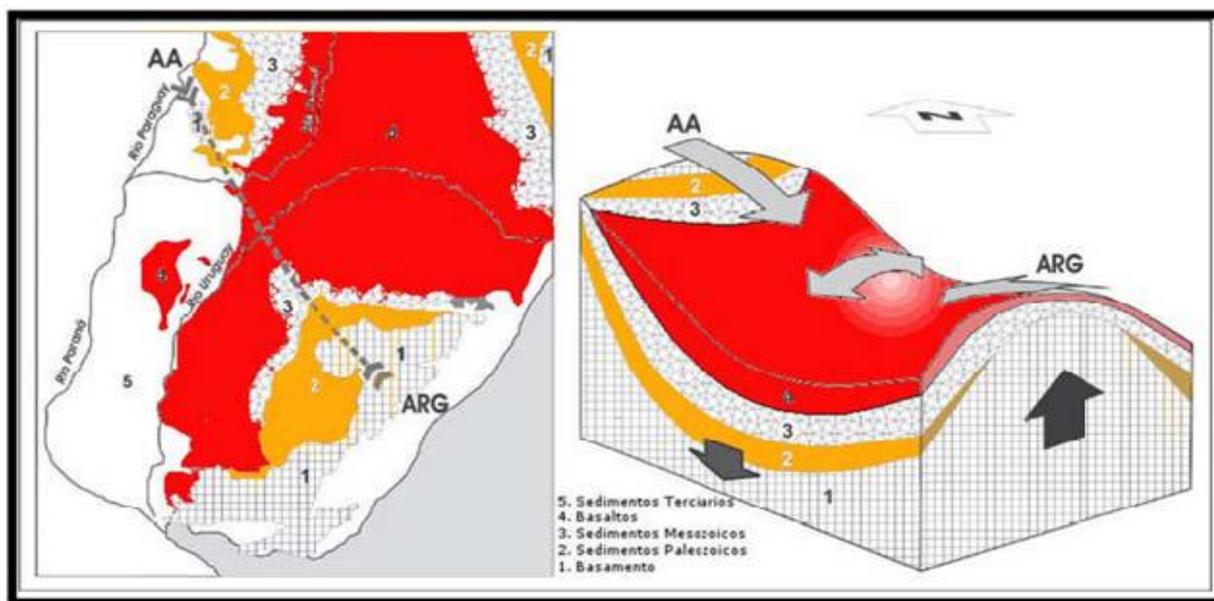


Figura 52- Dorsal Asunción – Río Grande (Rossello et al., 2006)

Finalmente en el borde norte de la cuenca se sitúa el Arco de Goiania/Arto Paranaíba que también posee diques de diabasas profundos. Debido al evento tectónico relacionado con la formación de la Serra do Mar al inicio del Cretácico y durante el Terciario, la costa se elevó hasta los 800-1200 m actuales con descenso hacia el oeste-noroeste (Zalán et al., 1990;).

Se describen a continuación los altos estructurales que tienen mayor relevancia para la zona mesopotámica.

Arcos de Asunción y Río Grande

Williams (1995) esquematiza a través de diferentes secciones conceptuales el comportamiento del Alto de Asunción a lo largo de toda su historia tectónica.

La Cuenca Paraná, en territorio brasileño, ha sido recientemente descripta, al menos para el Siluro-Devónico, como constituida por dos subcuencas con sus propios depocentros claramente definidos.

Una, la más meridional, denominada Subcuenca Apucarana, y otra más septentrional Subcuenca de Alto Garças (Bergamaschi, 1999; Pereira, 2000). La Cuenca Paraná en el intervalo Ordovícico Silúrico tuvo su evolución marcada por dos estilos o comportamientos estructurales distintos posicionados al norte (Subcuenca de Alto Garças) y al sur (Subcuenca de Apucarana) de una zona estructural definida por el Lineamiento de Guapira (en esa época "Alto de Guapiara").

Paleozoico tardío al Mesozoico temprano.

Estudios sísmicos, gravimétricos, fotogeológicos y de campo en la porción paraguaya de la Cuenca Paraná revelaron fallamientos en bloques, grandes traslapamientos sedimentarios y un paquete sedimentario de más de 5000 metros de potencia total lo que conduce a una necesaria reformulación de la geometría de la cuenca (Redmond, 1979).

Mapas gravimétricos regionales de Bouguer son consistentes con los datos sísmicos y de superficie.

Por otro lado, dos grandes levantamientos pre-triásicos, visibles en imágenes de satélites constituyen domos con núcleos cristalinos. La cuenca es ligeramente asimétrica con un flanco occidental más pronunciado cuya deformación suave puede ser atribuida a la actividad conjunta del Arco de Asunción y el Sinclinal de Torres (Fulfaro y Perinotto, 1996).

Posteriormente, las compañías Pecten Occidental y Trend realizaron dos pozos: Asunción 1 (1981) con una profundidad final de 3223 m y Asunción 2 (1982) con una profundidad final de 2985,9 m situados a lo largo de la Dorsal Alto de Asunción – Río Grande que confirmaron las secciones geológicas de Redmond (1979) y que fueron expuestas con mayor detalle por Fulfaro y Perinotto (1996).

Estos trabajos señalaron al Bajo de San Pedro situado periféricamente a los Altos de Caacupú, al sur y de Apa, al norte, como una cuenca o aulacógeno que se forma en el interior de un cratón cuando se produce un proceso de apertura o rifting. Dicha estructura corta el Arco de Asunción y sirve como conexión marina para las secuencias ordovícicas, silúricas y devónicas.

El Complejo Tebicuary del Precámbrico Sur de Paraguay se compone de rocas cristalinas de la Suite Metamórfica Villa Florida, afectadas por un metamorfismo de alto grado. Ellas son foliadas y plegadas, con ejes de plegamientos de dirección SW-NE. Corresponden al Ciclo Transamazónico del Proterozoico inferior (1800 a 2200 ma) y pertenecen al Cratón del Río de la Plata.

Discordantemente sobrepuestas al Complejo Tebicuary, se encuentran rocas metasedimentarias clásticas pertenecientes al Grupo Paso Pindó; dichas rocas están sua-

vemente plegadas (ejes de dirección NW-SE) y fueron afectadas por metamorfismo de bajo grado durante el Ciclo Brasiliano del Proterozoico Superior (circa 600 ma). (Meinhold, et al., 2011)

Ambas series de rocas metamórficas fueron intruidas, en una fase post-tectónica al final del Ciclo Brasiliano, por rocas magmáticas ácidas de edad Eocámbrica (531 m.a.) pertenecientes a la Suite Magmática Caapucú. Las rocas del Grupo Paso Pindó y de la Suite Magmática Caapucú son parte del Cinturón Paraguay-Araguaia. (Ver Zalán et al., 1990) Las rocas metamórficas demuestran foliación y están levemente plegadas. El rumbo de los planos axiales de diaclasamiento primario es generalmente NE-SW con un buzamiento predominante hacia el noreste. (máx. $249^\circ / 38^\circ$ NW) Los ejes de los pliegues presentan dirección noreste. Pliegues de igual inclinación o isoclinales a veces exhiben unos planos de diaclasamiento axiales y una vergencia al SE.

Durante la fase post-tectónica del Ciclo Brasiliano se originó el gran complejo de la Suite Magmática Caapucú con tendencias de diferenciación desde granodiorita/dacita hasta riolita/granito de feldespato alcalinos. Dataciones K/Ar iniciaron edades de enfriamiento entre 580 a 480 m.a. Las rocas no se encuentran plegadas ni metamorfi-zadas, pero se detectan alteraciones hidrotermales a lo largo de las zonas cataclásticas, con rumbo E-W y de edad magmática tardía.

Posteriormente a esa fase de alteración, los conglomerados ordovícicos y areniscas de la Suite Caapucú fueron depositados por encima de las rocas precámbricas y eocámbricas y el área completa fue afectada por un proceso de fallamiento. Este proceso resultó en la formación de bloques tectónicos sobreelevados (horstes) y fosas tectónicas (grabenes) generalmente siguiendo la dirección noroeste a sureste. Estas estructuras dieron lugar más tarde a un mosaico de pequeños bloques, a través de pequeñas fallas con una fuerte tendencia N-S (Meinhold, et al., 2011).

Por otro lado, Riccomini y Fernández Velázquez (1999) estudian superficies estriadas relacionadas con la acción glacial neopaleozoica sobre el Alto de Asunción que sugieren un área de aporte de hielos situados hacia el sur-sudeste de la Cuenca Paraná.

Estos datos no resultan consistentes con un centro de proveniencia glacial localizado sobre el Alto de Asunción, tal como lo han propuesto otros autores (Crowell y Frakes, 1975; Santos et al., 1996).

Esta sería otra evidencia indirecta de la presencia de este alto fondo en esos tiempos. La inversión antes citada, se reactivó al final del Paleozoico superior, plegando levemente esa secuencia tal como ocurre mucho más intensamente con unidades contemporáneas de las Sierras Australes de Buenos Aires (véanse entre otros: Teruggi et al. 1998, Cobbold et al., 1991; Rossello et al., 1997).

En el borde norte de las Sierras Pampeanas Orientales, se reconoce también un episodio transpresional antes del Mesozoico, que deformó transpresionalmente a las secuencias paleozoicas.

Estas estructuras tienen una orientación preferencial estenoreste-oestesudoeste, y están limitadas por fallas inversas de alto ángulo. Igualmente, los altos de Rincón-Caburé, Laboulaye, Saira, Camilo Aldao y Junín-Las Cañas, que compartimentalizan los diferentes depocentros paleozoicos de la Llanura Chacopampeana se elevaron antes del Neocomiano, facilitándose la erosión de su cobertura paleozoica superior (Chebli et al., 1999).

Como fuera señalado, la Isla Cristalina de Rivera del Uruguay fue una porción positiva durante la depositación de la Fm San Gregorio, ya que controló el ingreso de los lóbulos glaciares, se hundió paulatinamente hasta ser el principal depocentro durante la depositación del Pérmico de las formaciones Iratí y Mangrullo (portadoras de esquistos bituminosos) para luego mostrar hacia finales del Pérmico - inicio del Triásico (Formación Buena Vista) un ascenso progresivo. (Andreis et al. 1996)

Como la distribución del Mar Irati-Mangrullo está limitado por el oeste (Oelofsen y Araújo, 1987) coincidentemente con la posición estimada de la Dorsal Alto de Asunción -Río Grande se puede asociar al Pérmico superior (Kunguriano) ese levantamiento, ya que el Mar Palermo Fraile Muerto si está presente hacia el oeste en Argentina y Uruguay.

La elaboración de la información estructural y las interpretaciones tectónicas realizadas permiten reconocer en la Cuenca Norte de Uruguay la existencia de una tectónica paleozoica tardía de tipo compresional, tal como ocurre en las Sierras Australes de Buenos Aires (Teruggi et al. 1988, Cobbold et al., 1991; Rossello et al., 1997; LópezGamundí y Rossello, 1997). (Ver Teruggi et al., 1988)

Además, son concomitantes con la depositación del Grupo Pillahuincó (López Gamundí et al., 1995) y otras unidades litoestratigráficas contemporáneas preservadas en algunas porciones del subsuelo de la Llanura Chacopampeana de Argentina (Chebli et al., 1999)

Meso-Cenozoico.

El desmembramiento extensional generalizado que observó el continente Gondwana a partir del Jurásico tuvo como consecuencia la separación de África y Sudamérica reflejándose en la generación de cuencas de rifts o bloques tectónicos hundidos en la periferia a la porción austral de la comarca estudiada (Cuenca del Salado, Cuenca Santa Lucía, Cuenca Merín - Pelotas, Cuenca Macachín, etc.). Estas cuencas se clasifican como pericratónicas.

Además, esta extensión generalizada está remarcada por el emplazamiento de diferentes tipos de coladas, filones capa, diques y cuerpos subvolcánicos de naturaleza preferencialmente alcalina.

Entre ellos, se destacan las coladas basálticas la Formación Serra Geral (sensu Complejo Serra Geral (Neojurásico - Eocretácico), Uliana y Biddle., 1988; Peate, 1997; Mira Carrión, 2012, Fernandez Garrasino C.A y Urva, 2001,) que observan desde potencias máximas del orden de los 1.200 m en el litoral argentino-brasileño hasta desaparecer progresivamente a medida que se avanza hacia el oeste en las inmediaciones de las provincias argentinas de Córdoba, Chaco, Santiago del Estero y Buenos Aires. Thiede y Vasconcelos, 2010 y Gulisano (2013, a y b).

Como consecuencia de la acción de los últimos eventos tectónicos debidos a la convergencia andina, los principales depocentros cretácicos de la porción centrooccidental de Argentina están totalmente cubiertos por una carpeta potente y continua de sedimentos loésicos cuaternarios (Uliana y Biddle, 1988; Malumíán et al., 1983; Chebli et al., 1999).

De esta manera, el conocimiento geológico de estos volúmenes sedimentarios está determinado prácticamente por los trabajos de exploración de hidrocarburos.

En este sentido, los trabajos realizados en las últimas décadas han proporcionado relevamientos sísmicos y algunos sondeos exploratorios que permiten adquirir nuevos

datos que facilitan el ajuste de las interpretaciones realizadas. Sin embargo, si se analizan en conjunto todos los depocentros continentales cretácicos localizados en la porción centro occidental de Argentina y se integra la información de subsuelo en perfiles regionales sublatitudinales, se pueden interpretar (a pesar del carácter discontinuo de los datos disponibles), fajas submeridionales anchas que expresan distintos ambientes geotectónicos que han controlado su sedimentación continental (Rossello y Mozetic, 1999).

El origen de esta zonación de faja de depocentros, está temporal y espacialmente asociado a la creación del Océano Atlántico (Urien et al., 1981 y 1995; Rossello y Mozetic, 1999) ya que podría expresar una extensión localizada intracontinental aborrotada hacia fines del Cretácico, como es el ejemplo de la Cuenca General Levalle (Webster et al., 2004).

Este rasgo habría constituido un corredor transcontinental que pudo haber conectado los océanos Pacífico y Atlántico en tiempos cretácicos superiores (Rossello y Lopez de Luchi, 2005) y actuado como nivel de base regional para el control de la sedimentación continental del Grupo Baurú en la Cuenca Paraná. Sobre esta faja pueden reconocerse rasgos transcurrentes (según los criterios de Christie-Blick y Biddle, 1985; Nielsen y Sylvester, 1995), a partir de la particular disposición en planta y perfil de la arquitectura externa y estructuras de los rellenos volcanosedimentarios con respuesta sísmica (Webster et al., 2004).

Por su parte en Paraguay, la Dorsal de Asunción y Río Grande se asocia con el emplazamiento de intrusivos alcalinos del Cretácico inferior en el Alto Asunción. Además, se reconocen efusivos terciarios que también se vinculan con la dinámica de esa región, tales como Formación Ñemby (Sonoki y Garda, 1988) que se relacionan con un rifting.

Como fuera explicado, al iniciarse la apertura del Atlántico sur que culminó en el Cretácico inferior tardío (Aptiano), y aproximadamente desde el Mesojurásico tardío hasta el Eocretácico tardío, comenzó y avanzó la separación América del Sur – Africa, y consecuentemente se generó un eje atlántico de expansión del fondo oceánico y de acreción cortical conexas.

Sincrónicamente, y en forma compensatoria a la expansión atlántica, fue establecido un sistema de consumición cortical en el Paleopacífico, mediante interacción de las placas subductantes de Nazca y Antártica al oeste y convergencia de ambas con la Placa Americana Sur al este (Rossello et al., 2006.). Es muy probable que, inicialmente, el par subducción – colisión referido involucrara sólo a corteza oceánica de ambas partes en choque.

Como resultado de dicha convergencia en una dirección general estenoreste-oestesudoeste durante los últimos 49 Ma (Pardo-Casas y Molnar, 1987) se han producido importantes deformaciones próximas al borde occidental, como la actual Cordillera de los Andes. Los acortamientos horizontales ligeramente oblicuos producidos reactivaron transpresionalmente las estructuras preexistentes en su antepaís de las Sierras Pampeanas y se han propagado por todo el continente sudamericano, incluso sobre su borde atlántico (Cobbold et al., 1996 y 2005; Rossello y Bordampé, 2005).

A partir de la influencia de la tectónica andina que involucra al conjunto del continente sudamericano y en particular sobre discontinuidades preexistentes (Cobbold et al. 1996 y 2005) estos fallamientos directos que tienden a horizontalizarse en profundidad, también denominados fallamientos de crecimiento (especialmente los que limitan por el oeste a los rifts), fueron invertidos.

La intensidad de estas reactivaciones se incrementan a medida que se aproximan a la Cordillera de los Andes y se interrelacionan más íntimamente con bloques de basamento cristalino que constituye su antepaís.

Así entonces, los lineamientos observados son productos de la rica historia geotectónica de las cuencas Paraná y Chacoparanense. (Fig. 53).

Ma	Era	Periodo/Época	Actividad orogénica	Fase tectónica	Deformación principal	Evento geológico e interpretación	
2.58	Cenozoico	Holoceno	Activación mesozoica	Fase deriva continental	Régimen extensional ONO-ESE	Orientación de deformación según equilibrio entre el <i>drifting</i> del Atlántico sur y la formación de los Andes, subducción de Placa de Nazca	
5.33		Cuaternario-Pleistoceno			Graben N-S		
23.03		Plioceno			(s1): NS y EO		
33.9		Neógeno			Paleógeno	NNO (s1)	Intrusión alcalina de Jaboticabal Silicificación hidrotermal Fm. Itaqueri
56.0						NE (s1): relleno diques, lamproitas	Desarrollo cuenca Baurú (Brasil) Mercedes y Asencio (Uruguay)
65.5						NO (s3)	Sistema transcurrente sinestral
100.5	Mesozoico	Cretácico	Activación mesozoica	Fase rift III	NO (s1): orientación diques. Arco Ponta Grossa NE (s3): N-S: tectónica en domos y cubetas	Sistema transcurrente dextral	
145.5				Fase rift II			
163.5		Jurásico		Fase rift I	NE (s1): orientación de basaltos, diques. NO (s3): eje de mínimo esfuerzo	Eventos previos a la apertura del Atlántico	
174.1							
199.6							
37.0							
247.2	Triásico	Fase transgresión marina	Continentalización	Desarrollo cuencas Paraná y Chacoparanense			
251.0							
299.0	Paleozoico	Pérmico	Estabilidad tectónica	Fase transgresión marina			
359.2		Carbonífero					
416.0		Devónico					
443.7		Silúrico					
488.3		Ordovícico					
542.0		Cámbrico					
	Proterozoico	Neoproterozoico	Orogenia Brasiliana III				

Fig. 53. Fases de deformación en las cuencas de Paraná y Chacoparanense y orientación principal de las estructuras deformacionales. Modificado de Carneiro et al. (2012) y Strieder et al. (2015).

Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico)

Como fuera explicado, Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) se origina a partir de la asenso de materiales mantélicos básicos debido a la separación del

Supercontinente Gondwana en el Neojurásico Eocretácico lo que generó zonas de debilidad por fallamiento transcurrente en direcciones preferenciales noreste-sudoeste y la conjugada noroeste-sudeste y en forma secundaria en direcciones este-oeste y norte-sur

En el norte de la Provincia de Misiones y Zonas Transfronterizas del Estado de Santa Catarina (Brasil) se encuentra la Fosa Tectónica o Graben de Misiones asociado a grandes fallas sudoeste-noreste durante el ciclo de formación de la Cuenca Paraná durante el mencionado ciclo de separación del Gondwana.

En el noreste de Corrientes y sureste de Misiones, De Alba (1953) estudia en detalle las características geotécnicas de los basaltos con motivo de los trabajos de derrocamiento en el Alto Paraná entre Ituzaingó y Posadas y observa direcciones de diaclasamiento noroeste-sudeste y noreste-sudoeste y menciona diaclasas horizontales consecuentes con los planos de flujo lávico.

De acuerdo a los últimos estudios efectuados a raíz del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní (2003-2009), un rasgo fundamental de filiación andina es la elevación del segmento mesopotámico del Arco de Asunción responsable de la constitución geológica de la Provincia de Corrientes con posible afectación por deformación y fracturamiento de las Zonas Transfronterizas de los estados de Paraná y Rio Grande Do Sul (Brasil) por elevación y posterior erosión de la Meseta de Mercedes y de la fracturación del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico). (Rossello et al. 2006, LEBAC, 2008)

Rimoldi (1962) estudia en detalle las características de los basaltos con motivo de la construcción de la represa en Paso El Hervidero (Salto Grande, Entre Ríos) y observa direcciones de diaclasamiento preferencial norte-sur. Asimismo los esfuerzos de compresión andinos dieron lugar a reactivaciones tectónicas responsables de distintos alineamientos y estructuras en la provincia de Entre Ríos y Zonas Transfronterizas de Rio Grande Do Sul (Brasil) y de Uruguay

Como se mencionó, el Complejo de Serra Geral ha sido estudiado mediante el análisis estructural de datos de cota y de espesor hallado en distintas perforaciones con objetivos petroleros y de explotación de acuíferos como así también de monitoreo del Sistema Acuífero Guaraní. Como producto de estos estudios se ha confeccionado un plano estructural del tope del Complejo de Serra Geral.

Asimismo se confeccionó un plano isopáquico en el mismo se observa de acuerdo a la disposición espacial y relativa a los elementos estructurales mencionados dos depocentros: La Fosa Tectónica de Misiones y Zonas Transfronterizas del Estado de Santa Catarina (Brasil) con espesores de hasta 1200 m y otro depocentro en la Platea de Entre Ríos en el centro de la Provincia de Entre Ríos, entre el segmento mesopotámico del Alto de Asunción al norte y el Cratón del Río de la Plata al sur, donde el Complejo llegaría con un espesor mínimo de 750 m (Pozo YPF. Nogoyá x-1) y hasta 950 m de espesor estimado por extrapolación.

Entre estos dos depocentros observamos el afloramiento del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) en la Meseta de Mercedes de la Provincia de Corrientes. (Figs, 53 y 54)

Este afloramiento se habría producido debido a la elevación del segmento mesopotámico del Alto de Asunción en el Cenozoico con motivo de los movimientos de filiación andina; que habría dejado expuesto el Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) que posteriormente fuera intensamente erosionado llegando a espesores

mínimos de menos de 100 m. Asimismo el resultado obligado debió ser la consiguiente fracturación de los registros de la Fm. Misiones (Mesotriásico tardío – Jurásico) más el Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) (Neojurásico – Eocretácico) como también la de las unidades cretácicas, terciarias y aún cuartarias (Gulisano, F. Tesis Doctoral, en preparación).

Plano Estructural del Tope del Complejo Serra Geral

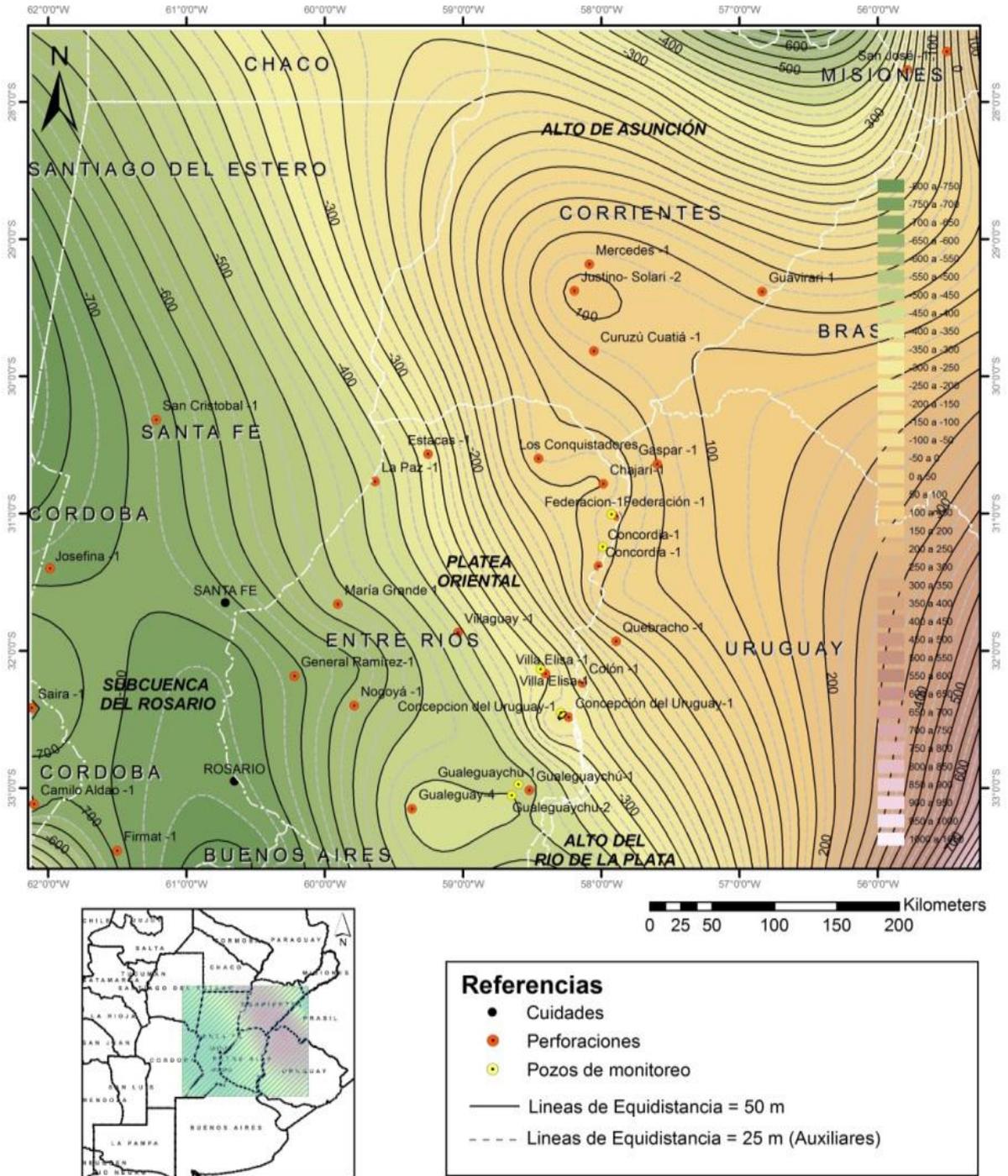


Figura 53. Plano Estructural al Tope del Complejo Serra Geral. (Gulisano F., 2013).

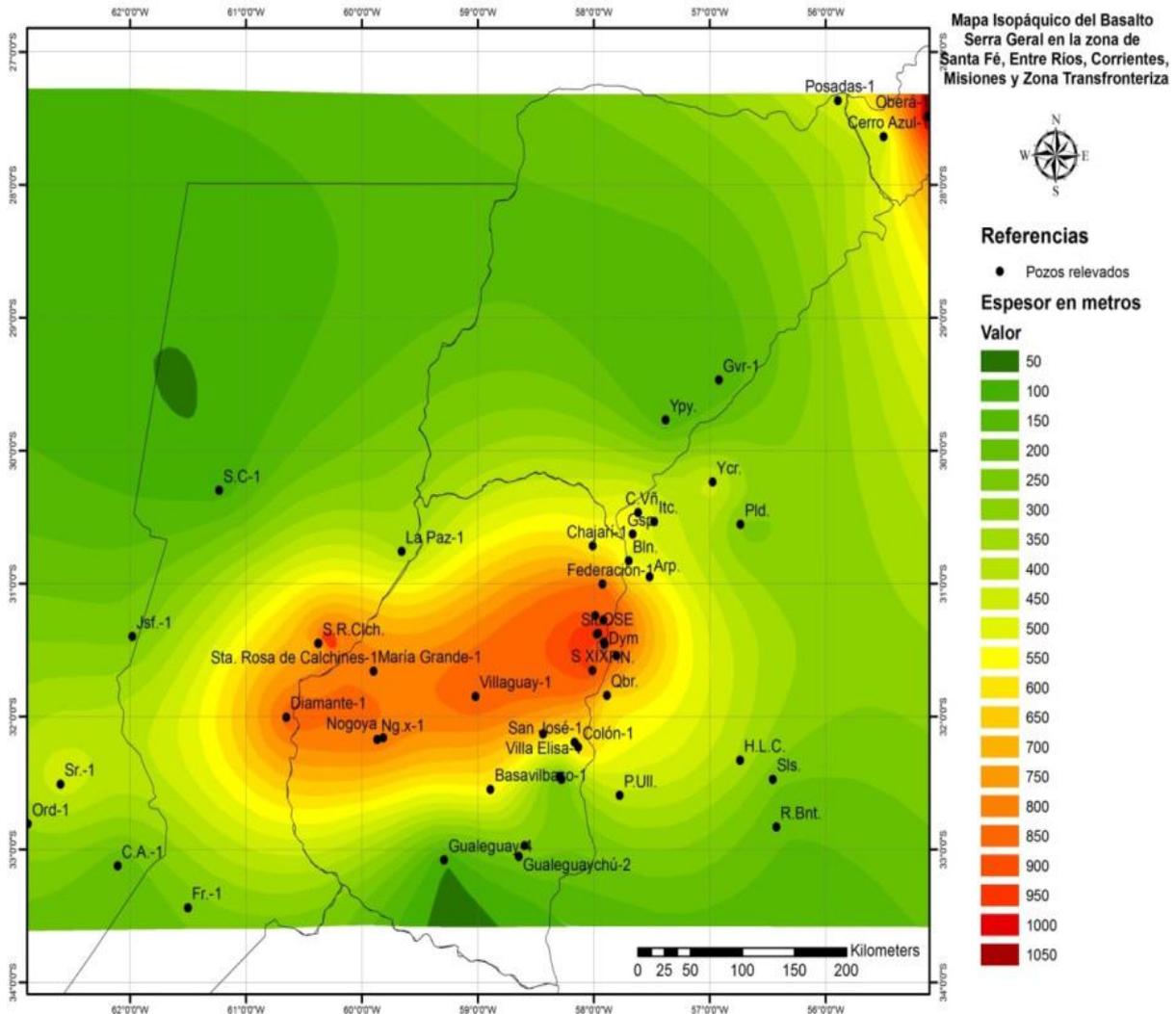


Figura 54. Mapa Isopáquico del Basalto Serra Geral. (Guliano, F. 2013)

En una interpretación amplia podemos entender que el límite depositacional oeste del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) coincide con el sector oriental de la Provincia de Formosa entre los pozos Mariano Boedo x-1 y Pirané x-1 y según lo observado por la información sísmica disponible (Rossello y Veroslavsky, 2012).

El límite sur no se halla bien definido pero parece coincidir también en forma depositacional con las elevaciones del Cratón del Río de la Plata en la zona al sur de Entre Ríos y norte de la Provincia de Buenos Aires. Por otro lado, en el sector noreste del Uruguay afloran los basaltos de la Fm Arapey que desaparecen hacia el sur y oeste dando lugar a formaciones más antiguas y al basamento cristalino (Guliano, F. Tesis Doctoral, en preparación).

A continuación se describen detalladamente las estructuras de deformación y los elementos tectónicos evaluados.

Estructuras de Deformación

Referido a las estructuras de deformación en la Mesopotamia Argentina, cabe esperar rasgos más bien simples.

En cuanto a las conformaciones discontinuas, ellas estarían principalmente representadas por distintos tipos de fallamiento directo. Algunas variedades de estructuras de deformación serían las siguientes:

Pliegues antiformes de arrastre inverso (roll over folds, reverse dragging folds), adyacentes a las superficies de dislocación. Estos pliegues se pueden vincular a reactivaciones tectónicas de fallas del Proterozoico, Paleozoico o Mesozoico que en un primer momento respondieron a una tectónica distensiva de bloques tectónicos hundidos y que posteriormente invirtieron parcial o totalmente su sentido con la llegada de la etapa compresiva del Neocretácico-Cenozoico que culminó con el ascenso de la Cordillera de Los Andes.

Esto determinó la inversión parcial o total en el sentido de movimiento de los bloques separados por dichas fallas, de forma de generar acuñamientos sedimentarios y flexuras por arrastre inverso. Flexuras de este tipo suelen afectar a unidades estratigráficas de litologías no excesivamente competentes o rígidas

Flexuras antiformes de la cubierta, inducidas por movimientos de componente vertical dominante, explicables por reactivaciones generadoras de inversiones tectónicas de fallas originalmente directas, cuyos primitivos bloques bajos fueron ascendidos merced a esfuerzos compresivos de filiación ándica

Otras posibilidades son:

Pliegues antiformes debidos a compactación diferencial, causada por variaciones del espesor original de secciones pelíticas del sustrato. Pueden dar lugar a morfologías "en cortina o en cortinado" (drape morphologies, drape folds).

Pliegues antiformes afines al tipo llamado "supratenué", originados por subsidencia real o relativa, sincrónica con la sedimentación. También suelen mostrar disposiciones "en cortina".

Los pliegues antiformes no compresivos, acostumbran a ser idiomórficos, es decir, geográfica o regionalmente aislados, muchas veces de magnitud considerable, y sin guardar proporción con estructuras sinformes o depresiones adyacentes. Otras deformaciones vinculadas con estas formas de plegamiento, son las fallas directas que pueden afectar a sus flancos, muchas de ellas de alto ángulo.

En los casos de superficies de dislocación constituidas por fallas directas que se horizontalizan en profundidad o también denominadas de crecimiento, es posible el desarrollo de fallas antitéticas o conjugadas igualmente directas y localizadas en el bloque bajo desplazado y rotado, sobretodo si participan de la deformación unidades sensiblemente rígidas o competentes.

También es razonable esperar la presencia de fallamientos de desplazamiento lateral, que a veces pueden generar estructuras de cuño compresivo, en eventuales segmentos de fallamiento con fuerte componente de desplazamiento lateral o transpresivo.

Para la descripción de los rasgos tectónicos mayores de la Mesopotamia, se ha utilizado una técnica de mapeo de anomalías gravimétricas denominadas de Bouger. La misma consiste en considerar la primer derivada del diferencial matemático resultante de las mediciones de valores isogálicos lo que acentúa la observación de anomalías gravimétricas que representan en el caso de valores positivos un acercamiento del basamento cristalino-proterozoico y en el caso de valores negativos amplios espacios depositacionales que albergarían rocas del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. (Ver Anexo).

El Graben de Misiones

Las coladas basálticas neojurásicas – eocretácicas de la Fm. Serra Geral y las alternancias clásticas continentales coetáneas de la Fm. Solari, constituyen gran parte de la estratigrafía expuesta de la provincia de Misiones (Argentina) donde el conjunto de lavas básicas y sus intercalaciones sedimentarias alcanza espesores cercanos a los 1200 m (Gentili y Rimoldi, 1979).

Esta presencia conspicua de rocas efusivas comparativamente densas, favorecería la aparición de anomalías de gravedad positivas.

No obstante, todo el territorio misionero se distingue, sin excepciones, por valores negativos de anomalías de Bouguer (LEBAC, 2008 y Mira Carrión, 2012; Fig.14). La aparente paradoja se explicaría por la existencia, en el subsuelo, de espesas sucesiones sedimentarias infrabasálticas, que ejercerían un efecto de compensación gravimétrica, frente a la mayor densidad de las efusivas del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) que en esta provincia alcanzaría espesores de 1200 m.

De acuerdo con las mencionadas proposiciones, se daría en Misiones una localización profunda del sustrato ígneo – metamórfico, acorde con las magnitudes negativas de Bouguer. (LEBAC, 2008 y Mira Carrión, 2012).

Así, varios elementos de juicio indicarían que el subsuelo misionero contiene un muy profundo espacio depositacional rellenado con espesas secciones basálticas, que llegan a aflorar, y potentes registros sedimentarios subyacentes a las vulcanitas. Sugestivamente y en acuerdo con la cartografía geológica y esquemas tectónicos de Zalán et al. (1990) y Milani (2004) este sector deprimido del basamento se vincularía, sin mayores dudas, con una faja noreste-sudoeste de bloques tectónicos hundidos que responden al ambiente de rifts y grabens, que lleva al inmediato “depocentro paranense” (calha central; Zalán et al., 1990; Milani et al. 2007).

La distribución de las anomalías gravimétricas analizadas indica que el Alto de Asunción no alcanza al territorio misionero.

De acuerdo al análisis de direcciones de fracturamiento y lineamientos tectónicos efectuado se observan direcciones preferenciales NW-SE y su conjugada NE-SE y en menor grado lineamientos este-oeste y norte-sur que se extenderían a secciones transfronterizas (Gulisano, F. Tesis Doctoral, en preparación).

El Alto de Asunción

Coincidiendo de modo aproximado con la Meseta de Mercedes, las curvas estructurales del tope del Complejo de Serra Geral (Ver Anexo), muestran en el sector mediterráneo correntino, entre las poblaciones de Concepción, Mercedes y Curuzú Cuatiá, un elemento longitudinal positivo, buzante hacia los cuadrantes del sur, al cual se lo supone representativo del Alto de Asunción en la Mesopotamia Argentina.

Alcanzaría por el occidente las vecindades del límite Corrientes Entre Ríos (ríos Guayquiraró y Mocoretá), al parecer sin ingresar a territorio entrerriano.

El mapa de anomalías de Bouguer, deja ver un positivo gravimétrico bien definido en la mitad septentrional oeste de Corrientes, que sin mayores dudas, pone de manifiesto la presencia del Alto de Asunción en la Mesopotamia Argentina.

Además, este máximo de gravedad se muestra como la prolongación austral de una posible faja meridiana de anomalías positivas, aproximadamente paralela al río Para-

guay, la cual se ofrecería en coincidencia con la disposición longitudinal de afloramientos de unidades precámbricas y paleozoicas inferiores que definen al arco asunceño en Paraguay (Milani, 2007 y Zalán et al., 1990).

En el mapa global de anomalías magnéticas (Maus et al. 2007), el Alto de Asunción estaría señalado por una lineación bastante visible.

Existen fundadas posibilidades de que al menos el segmento mesopotámico del Alto de Asunción resulte un rasgo tectónico positivo, originado por el diastrofismo andino, y entonces atribuible al lapso Neocretácico – Cenozoico. De ser así, el sector central de Corrientes, y con él la Meseta de Mercedes durante el Mesotriásico tardío (Ladiniano), Jurásico y gran parte del Cretácico, quizás hasta el inicio del Campaniano (Neocretácico tardío), o aun hasta más tarde, habrían pertenecido a un escenario deprimido, albergante de sedimentitas continentales y efusiones basálticas.

Tal espacio de relleno clástico y volcánico mesozoico correspondería a un ámbito regional caracterizado por un estilo tectónico de distensión, del cual participaron fallas directas y escalonadas de crecimiento que tendían a horizontalizarse en profundidad y bloques bajos rotados dispuestos al oeste de las superficies de fractura, estableciendo un sistema estructural en gradería, con descenso regional hacia los cuadrantes del poniente.

Algunos de tales fallamientos habrían sido facilitados por lineamientos preexistentes de debilidad mecánica.

En la Mesopotamia Correntina, este sería el dominio de acumulación sedimentaria, y localización de efusivas de la Fm Misiones (clásticos continentales, Mesotriásico tardío Jurásico) y del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) constituidos por la Formación Serra Geral (basaltos, Neojurásico Eocretácico), y por la Formación Solari (clásticos continentales, Neojurásico – Eocretácico), y Puerto Yerúa (clásticos continentales, Cretácico).

Los esfuerzos compresivos del diastrofismo ándico (Neocretácico – Cenozoico), actuantes desde el Cretácico superior tardío (Campaniano) y generadores de vergencias oeste-este, habrían causado múltiples reactivaciones e inversiones tectónicas en los primigenios fallamientos distensivos mesozoicos, incluidas partes centrales de Corrientes, provocando ascensos iniciales de bloques bajos de fallas originalmente directas. Es menester señalar que, respecto de un mismo episodio de inversión, sendos rechazos de las diversas fallas reactivadas, no necesariamente habrían tenido igual magnitud.

Así, desde el Neocretácico tardío, o a partir de tiempos posteriores, el sector correntino central, originalmente deprimido, después, merced a reactivaciones de fallas inicialmente directas y sus inversiones tectónicas de sello compresivo ándico, tornaría-se un rasgo positivo, al cual se llamó segmento mesopotámico del Alto de Asunción, cuyas evidencias morfológicas actuales serían la Meseta de Mercedes y la conexas divisorias de aguas correntina central (Fernández Garrasino in LEBAC, 2008; Santa Cruz, 1981).

Procesos erosivos después de su ascenso, habrían exhumado parte de las coladas basálticas neojurásicas – eocretácicas del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico).

La elevación del segmento mesopotámico del Arco de Asunción por reactivaciones e inversiones tectónicas de fallas directas iniciales, tendría que haber estado necesariamente asociada a las removilizaciones de esos fallamientos durante el Neocretácico Cenozoico.

Entonces, el resultado obligado debió ser la consiguiente fracturación de los registros de la Fm. Misiones (Mesotriásico tardío – Jurásico), más la de las coladas basálticas de la Fm. Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) y sus alternancias clásticas de la Fm. Solari (Neojurásico – Eocretácico), como también la de las unidades cretácicas, terciarias, y aun cuartarias.

Como fuera explicado, la posible circunstancia a considerarse especialmente, es que las repetidas y sucesivas reactivaciones e inversiones tectónicas andinas de fallamientos distensivos mesozoicos, vinculados con la génesis del segmento mesopotámico del Alto de Asunción, pudieron causar importantes rupturas de secciones efusivas del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico).

En la faja oriental correntina, entre el segmento mesopotámico del arco asunceño y el Río Uruguay, se distingue la llamada Subcuenca de Santo Tomé – Guaviraví – Paso de los Libres, o más simplemente, Subcuenca de Guaviraví, puesta de manifiesto por la disposición de negativos gravimétricos en el mapa de anomalías de Bouguer (Figura 55).

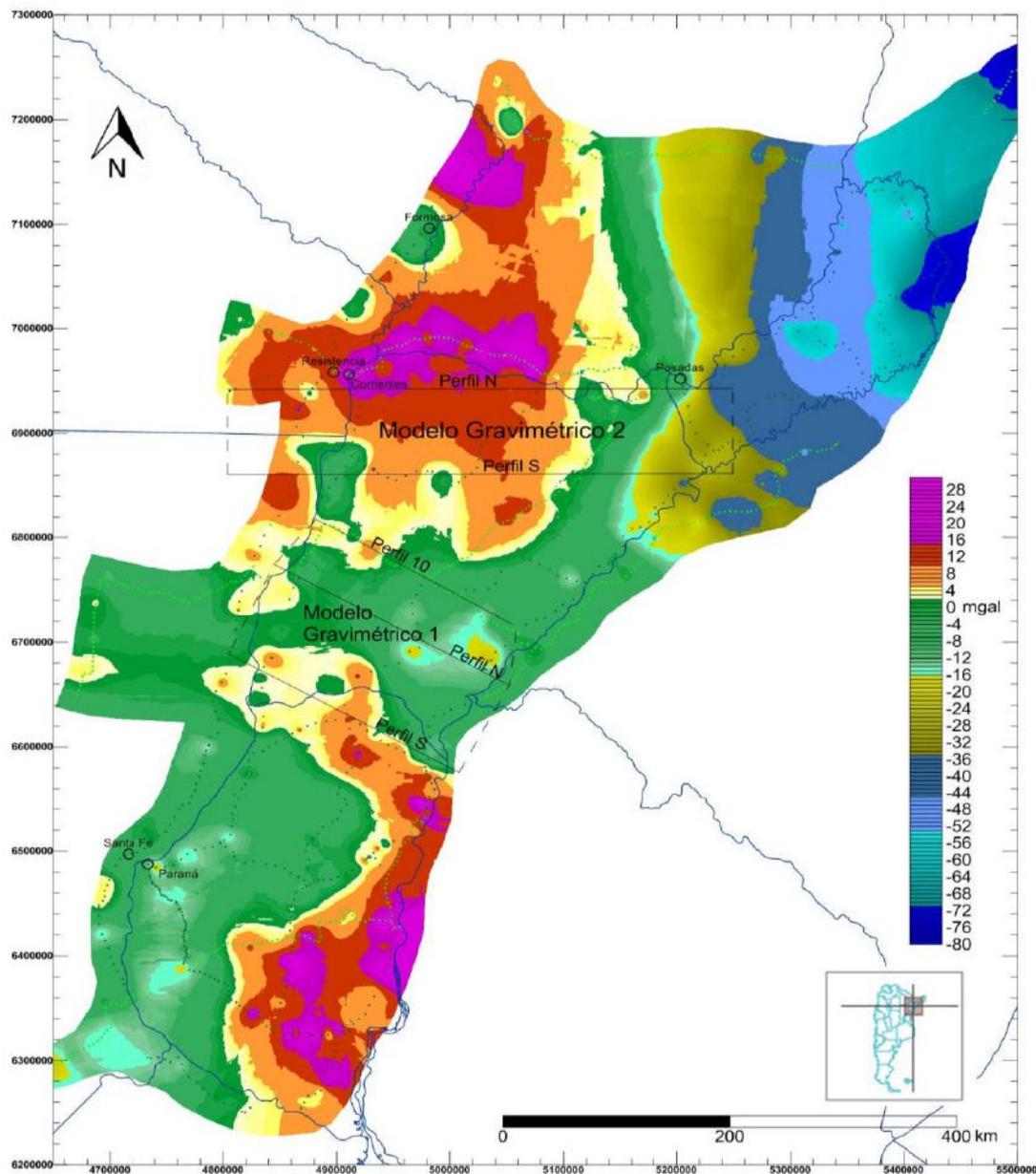


Figura 55. Mapa de anomalías gravimétricas de Bouguer (Mira Carrión, 2012).

La existencia del segmento mesopotámico del Alto de Asunción produjo, en Corrientes una compartimentación supuestamente desarrollada durante el lapso Neocretácico – Cenozoico, atento al carácter andino inferido para ese elemento tectónico positivo. Además, ese elemento positivo separó las partes orientales de Corrientes, de sus correspondientes análogas occidentales; estas últimas siguieron en continuidad con las regiones chacoparanenses de Chaco y Santa Fe

De acuerdo a los análisis de rasgos estructurales y lineamientos efectuados para la provincia de Corrientes basados en fotointerpretación de imágenes satelitales y análisis del mapa de anomalías de Bouger, se obtienen direcciones de lineamientos preferenciales noroeste-sudeste y su conjugado noreste-sudoeste los que se extienden a los sectores transfronterizos de Uruguay y de Brasil (Figura 56) (Gulisano, F. Tesis Doctoral, en preparación).

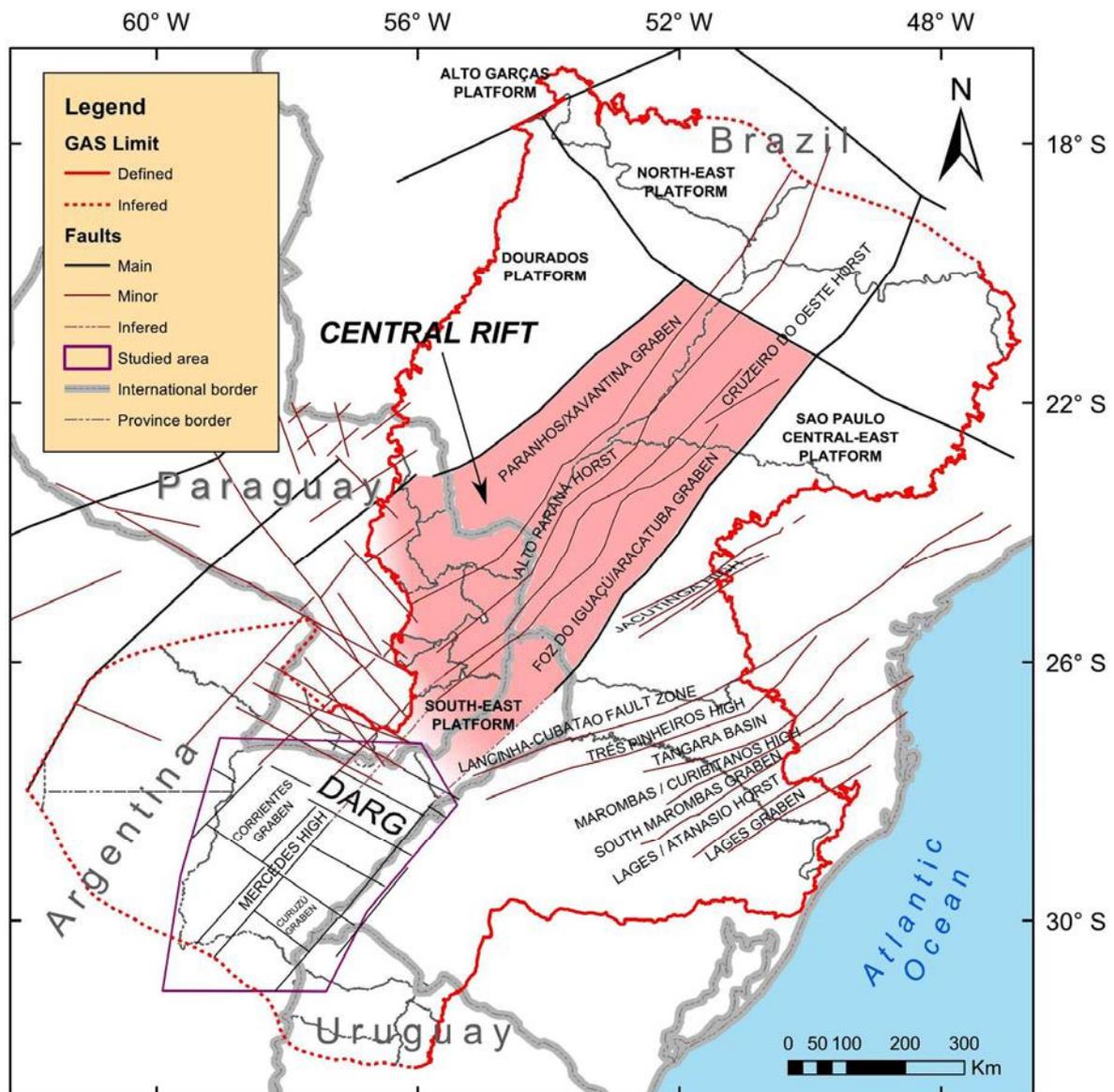


Figura 56. Lineamientos Estructurales de Corrientes y su vinculación con la "Calha Central" de la Cuenca de Paraná Brasil. (Mira 2015)

Rasgos Tectónicos Generales de Entre Ríos.

Hacia el sur de Corrientes y del segmento mesopotámico del Alto de Asunción, en el centro y norte de Entre Ríos, está localizada lo que se dio en llamar “Platea Oriental” (Fernández Garrasino 1998; Fernández Garrasino y Vrba 1999, 2000), y que luego fuera denominada “platea entrerriana” (Fernández Garrasino 2008) y aquí se nomina como Platea de Entre Ríos.

La Platea de Entre Ríos y el Cratón o Alto del Río de la Plata son rasgos tectónicos relevantes de Entre Ríos.

En el subsuelo, de acuerdo con las curvas estructurales del tope del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) la Platea Oriental (sensu Platea de Entre Ríos), se extiende principalmente en el centro y norte de Entre Ríos, e inclina con suave descenso hacia los cuadrantes del poniente, tendencia que también insinúan, con alguna excepción, estudios geoeléctricos recientes (Castiglione y Mamaní 2007 in Fernández Garrasino, 2008) y Gulisano a y b, (Fig.52).

La información de pozos utilizada para la confección del plano estructural al tope del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) fue complementada con una prueba de refracción en la localidad de Los Conquistadores (LC; tope Complejo Geral, 23 m.b.n.m.). Las propuestas gravimétricas (anomalías de Bouguer) de Introcaso (1997) muestran parecida disposición a la de las curvas estructurales del mapa de la Fig. 54.

Además, la existencia de la Platea de Entre Ríos encuentra fuerte sustento en la sección geológica L M versión 1995 segmento Río Quarai Pozo Artigas 2 Pozo YPF Nogoyá 1, Araujo, Barros França y Potter in Montaña et al. (1996). Los estudios de Favetto et al. (2005), referidos al sudeste entrerriano, también concuerdan con los conceptos expresados en este párrafo.

En el norte y centro de Entre Ríos, las Formaciones Misiones (Mesotriásico Jurásico), Serra Geral (Neojurásico Eocretácico), Solari (Neojurásico – Eocretácico) y Puerto Yerúa (Cretácico, Cretácico inferior – Eoceno medio), habrían ocupado un escenario regional mesozoico de naturaleza distensiva, constituido por múltiples fallamientos directos que se tornan horizontales en profundidad o también denominados de crecimiento, con bloques bajos rotados, sitios al oeste de las superficies de dislocación, según un arreglo en gradería inclinada, que gana profundidad hacia el oeste .

Varios cursos fluviales de manifiestos recorridos meridianos en la totalidad o gran parte de sus cauces, como los ríos Gualaguaychú y Gualaguay y arroyos Clé, Molle, El Colorado, Moreyra, El Chañar, Nogoyá, Quebrachitos, sugerirían un buen grado de control del drenaje atribuible a fallamientos, como se discutirá enseguida. Asimismo, es posible inferir que lineamientos previos de debilidad mecánica hayan influido en las localizaciones de algunas fracturas. (Fernández Garrasino, 2008 y LEBAC, 2008)

Sugestivamente, el Río Gualaguay y el Arroyo Clé se asocian estrechamente con máximos gravimétricos locales, en tanto que anomalías también positivas, pero de escasa magnitud en miligales, bordean la margen izquierda del Arroyo Nogoyá.

Esos máximos de Bouguer disminuyen su intensidad hacia el poniente, hasta que de inmediato al oeste del Arroyo Nogoyá, las anomalías son nulas, y poco más lejos, comienzan a ser negativas, incrementando su valor absoluto en dirección a occidente, de acuerdo con un posible sistema en gradería con incremento de profundidad hacia el oeste.

La información gravimétrica comentada en este párrafo, más las interpretaciones de relevamientos audiomagnetotéluricos (AMT) tienden a corroborar las siguientes inferencias:

Los máximos de carácter local, quizás señalarían bloques originalmente bajos en antiguos sistemas de fallas directas de distensión del primitivo sistema de gradería, luego ascendidos por reactivaciones compresivas andinas, generadoras de las consecuentes inversiones tectónicas de esas fallas inicialmente directas.

La sección audiomagnetotélúrica (AMT) Colón – Villa Elisa (PSAG, 2003-2009) y (Corbo y Oleaga 2008a) también sugiere la existencia de fallas inicialmente distensivas, y posteriores inversiones tectónicas por ascenso de los bloques bajos originales. En inmediaciones del punto de referencia 5, la citada sección 2D (AMT) Colón – Villa Elisa mostraría una fractura primitivamente directa, con cierto grado de inversión tectónica, a expensas de la cual el ascenso del bloque bajo original indujo una flexura anti-forme en unidades sobreyacentes. (Ver Anexo: Geofísicay Proyecto Sistema Acuífero Guaraní).

Entre los puntos 12 y 13 de la misma sección AMT, pudiera darse otra falla inicialmente directa, con similares efectos de inversión y plegamiento, que además pareciera haber favorecido y controlado el ascenso y emplazamiento de un cuerpo subvolcánico de disposición vertical, relacionable con el Magmatismo Neojurásico – Eocretácico de Serra Geral. (Fernández Garrasino, 2008 y LEBAC, 2008)

Se recuerda que, relativo a un mismo evento de reactivaciones e inversiones, los distintos rechazos así generados no necesariamente habrían sido de magnitudes similares.

Lomadas longilíneas de orientación cercana a los meridianos, como la Cuchilla Grande, podrían ser evidencias morfológicas de flexuras antiforales generadas por ascensos de primitivos bloques bajos de fallas originalmente directas, alcanzadas por procesos de inversiones tectónicas, que resultaron de acciones compresivas y reactivantes de filiación andina, durante el intervalo Neocretácico – Cenozoico

Al poniente del Arroyo Nogoyá, el incremento hacia el oeste de los valores absolutos de las anomalías negativas, pareciera señalar una pendiente regional con suave descenso en dirección a los cuadrantes occidentales, como así también lo muestra el mapa estructural del tope del Complejo Serra Geral (Fernández Garrasino, 2008 y Gulisano, 2013, a y b)

Según la información disponible, el Escalón Colón – Villa Elisa es uno de los sectores de mayor complejidad relativa. Además de la inferida falla que lo limita por el oeste, deja ver varios lineamientos transversales, posiblemente también fallas, definidos mediante gravimetría (anomalías de Bouguer) y disposiciones morfológicas de cursos fluviales en territorios argentino y uruguayo.

En dirección al sur, la falla limitante occidental del Escalón Colón – Villa Elisa se muestra extendida desde el segmento entrerriano del alineamiento Pozo YPF Tostado 1 (Santa Fe) – Río Salado (Santa Fe) – Norte de Entre Ríos – Río Arapey Grande (Uruguay) y es posible que alcance el extremo austral del corto tramo recto N-S del bajo Río Uruguay, comprendido entre Fray Bentos y la desembocadura del Río Negro en su margen izquierda, islas Vizcaíno y Lobos. Hacia la parte sur del Escalón Colón – Villa Elisa, se destaca el lineamiento sudeste-noroeste del bajo curso medio e inferior del Río Yí (Uruguay) – bajo curso medio del Río Negro (Uruguay), continuado en el este

entrerriano como borde austral de un máximo gravimétrico situado en márgenes del Río Uruguay (Fernández Garrasino, 2008)

En alrededores de Federación, Concordia, Colón y Concepción del Uruguay, el mapa gravimétrico de anomalías de Bouguer presenta máximos dispuestos a lo largo de las márgenes del Río Uruguay, muy posiblemente vinculados con la presencia relativamente cercana a superficie del sustrato ígneo – metamórfico. Efectivamente, el basamento en el subsuelo del Corredor Colón – Villa Elisa fue alcanzado por los pozos Colón 1 (886 m.b.b.p., Silva Busso, 2007), Concepción del Uruguay 1 (651 m.b.b.p.), y Gualeguaychú 1 (978 m.b.b.p.) a las profundidades indicadas entre paréntesis.

El Corredor Colón Villa Elisa sería el asiento geográfico de un bloque del sustrato cristalino, más elevado respecto de sus adyacencias occidentales inmediatas, y limitado al poniente por una supuesta falla, con parte baja al oeste y posible inversión tectónica, como tienden a mostrar respectivamente las interpretaciones gravimétricas (anomalías de Bouguer) y audiomagnetotéluricas (AMT).

Para la interpretación de este caso, tienen alto valor diagnóstico las flexuras antiformes inducidas por los ascensos de ex – bloques bajos de originales fallas directas.

Nuevamente se recuerda que, respecto a un mismo proceso de reactivaciones e inversiones de fracturas, los rechazos producidos no necesariamente habrían sido de valores similares.

Además de otras variables, la consistencia, calidad y claridad de las evidencias de inversiones tectónicas, dependen de las magnitudes de los rechazos iniciales y de las magnitudes de los rechazos producidos por reactivaciones compresivas de primitivas fallas directas, luego invertidas.

Adicionalmente, la conjunción e interacción de fallamiento distensivo inaugural, relleno de rift o hemigraben, reactivación compresiva e inversión tectónica de fallas directas, y la concurrencia de los rechazos de cada etapa, pueden originar geometrías algo complejas, pero de explicación sencilla, de acuerdo con las cuales, una misma dislocación, en una sección transversal a su rumbo, puede presentarse como directa en profundidad, y como inversa en cercanías de superficie o en afloramientos.

La mencionada falla directa que haría las veces de borde occidental del Escalón Colón – Villa Elisa, parecería alinearse, de modo aproximado, con partes septentrionales de la Cuchilla Grande y también haber controlado el curso del Río Gualeguaychú, y aun continuar en el corto segmento recto norte-sur del bajo Río Uruguay, entre Fray Bentos y la desembocadura del Río Negro en su margen izquierda, islas Vizcaíno y Lobos

Aun se duda si entre los pozos Villa Elisa 1 y Colón 1 existe otra discontinuidad, pero es muy posible la presencia de fallas transversales al escalón y a su fractura limitante occidental. (Fernández Garrasino, 2008 y LEBAC, 2008)

En el norte de Entre Ríos está presente el segmento entrerriano del alineamiento Pozo YPF Tostado 1 (Santa Fe) – Río Salado (Santa Fe) – Norte de Entre Ríos – Río Arapey Grande (Uruguay). Se suma la lineación noreste-sudoeste determinada por el Arroyo Feliciano, tributario del Paraná

Siempre en el norte de Entre Ríos, una alternativa posible respecto a lo señalado en el párrafo anterior, es la existencia del lineamiento de mayor longitud, definido por el Arroyo Feliciano (Entre Ríos) y el curso alto del Río Guayquiraró (Corrientes), casi hasta la localidad de Cazadores Correntinos. Esta alineación intersepararía al Lineamiento del Pozo YPF Tostado 1 (Santa Fe) – Río Salado (Santa Fe) – Norte de Entre Ríos

– Río Arapey Grande (Uruguay), según relaciones estructurales y cronológicas aun no conocidas.

Los diversos fallamientos considerados al tratar la Platea Entrerriana y el Escalón Estructural Colón – Villa Elisaincluyen un rasgo geométrico parcialmente advertido con auxilio de gravimetría (anomalías de Bouguer) y al cual se lo ha denominado, informalmente, como Lineamiento Pozo YPF Tostado 1 (Santa Fe) – Río Salado (Santa Fe) –Norte de Entre Ríos Río Arapey Grande (Uruguay) y que definiría un límite septentrional para la falla que margina, por occidente, al Escalón Colón – Villa Elisa.

Al oeste, el lineamiento parece continuar en el sureste de Santiago del Estero, según el curso del Río Salado, al menos hasta la latitud de Suncho Corral. En Uruguay, podría seguir al sureste, manifestado por los afloramientos del Proterozoico medio de las Islas Cristalinas de Cuña Pirú – Vichadero o Rivera y Aceguá (Andreis et al. 1996), cercanos a la frontera con Brasil

En el sur y sureste de Entre Ríos se advierte otro lineamiento sudeste-noroeste, definido por la Cuchilla San Salvador y el Río San Salvador (Uruguay) – Arroyo Ñancay (Entre Ríos). Probablemente, esta lineación se encuentra vinculada con varios máximos gravimétricos; además interrumpiría la supuesta falla paralela al Arroyo Clé, y también habría controlado la brusca inflexión de este a oeste del bajo Río Gualeguay. Quizás, el lineamiento así determinado guarde, además, alguna relación con el Alto del Río de la Plata.

Los lineamientos y fallamientos de Entre Ríos tienen direcciones preferenciales noroeste-sudeste y norte-sur.

GEOLOGÍA APLICADA

A) HIDROGEOLOGÍA GENERAL DE CORRIENTES

El Agua Subterránea en la región Oriental (área Serra Geral y Solari)

Los límites están constituidos por el río Uruguay y al Este y los límites del sistema del Iberá al Oeste. Si bien esta región es más irregular hidrogeológicamente que la occidental, en general las condiciones son buenas. Las perforaciones realizadas en basaltos y areniscas de la Fm. Solari, explotan el agua (por permeabilidad secundaria) que puede circular bien por fracturas o por los límites de coladas (basalto alveolar y más fisurado) en contraposición al basalto compacto del interior de las mismas. También suele haber agua en los contactos arenisca-basalto.

El análisis de antecedentes de perforaciones en la Fm. Serra Geral (Santa Cruz, 1981) indican caudales en explotación que oscilan entre 5.000 l/h y 60.000 l/h, con caudales específicos entre 1,6 h/m y 4 m³ h/m. Los mejores rendimientos se dan en general en la Fm. Solari con areniscas poco cementadas. En general las perforaciones atraviesan varios acuíferos a distintas profundidades, con niveles piezométricos ascendentes en general semejantes, lo que indica que están conectados hidráulicamente.

Otro subambiente hidrogeológico (insertado dentro del Oriental) lo constituyen las grandes depresiones excavadas en la Fm. Solari y rellenas con materiales sedimentarios de las Formaciones Ituzaingó y Yupoí principalmente.

Las localidades más típicas se encuentran entre Alvear y Paso de los Libres. Si bien hay antecedentes de caudales específicos altos (Yapeyú: 5,7 m³/h/m) en general se han extraído hasta ahora relativamente bajos caudales.

El agua que se obtiene de la Formación Solari se caracteriza por su buena calidad, con un residuo seco a 110°C que no pasa de los 400 mg/l, y valores bajos de Ca^{++} y Mg^{++} Dureza entre 200 mg/l y 400 mg/l.

Con respecto a los acuíferos en sedimentos, los mismos son generalmente bicarbonatados sódicos.

Es de destacar que en la provincia suelen existir casos de surgencia, tales como las perforaciones N° 2 y 3 Mercedes, de la ex Dirección Nacional de Geología y Minería, y casos aislados en el Rincón de Santa María. Se estima que el motivo radica en una mayor elevación topográfica en zona de recarga, que en el caso de Mercedes es local.

El Agua Subterránea en la región Nor-occidental (entre los esteros del Iberá y el río Paraná)

Regionalmente podemos considerar a esta zona como bastante regular desde el punto de vista hidrogeológico. A ello contribuye la regularidad geológica de esta región. Hasta no hace mucho casi no se conocía la característica de los acuíferos ubica-

dos por debajo de la freática; a ello contribuía el hecho de que la mayor parte de la población rural se abastecía de agua superficial o del acuífero libre. Sin embargo, los bajos caudales extraíbles, el aumento de la contaminación y su menor calidad química hicieron que en los últimos años se intensificara la explotación del 2º acuífero para consumo y usos diversos. Ello permitió el mejor conocimiento hidrogeológico del sistema a nivel regional.

La base del acuífero libre o freático se halla a profundidades que oscilan generalmente entre 10-12 metros y 17 metros (bajo el nivel del terreno) y constituida por capas limo-arcillosas de la Fm. Ituzaingó (Santa Cruz, 1981). Este acuífero está constituido por materiales de la Fm. Yupoí-Toropí, o de la Fm. Ituzaingó. El techo puede aflorar, o varía desde pocos centímetros bajo el terreno hasta 8-10 metros (b.n.terreno). Las profundidades, varían por los siguientes motivos: a) de acuerdo a la estación del año y oscilaciones climáticas generales, b) según la formación geológica donde se encuentra alojado, c) de acuerdo a la distancia a zonas de descarga y d) por explotación (INCYTH, 1977).

La dirección de escurrimiento es hacia los cuerpos de agua superficial, y en última instancia, hacia el río Paraná. En muchos sondeos geoeléctricos (Herrero Ducloux, en Proyecto 1230, INCyTH, ver Anexo)) se observa, desde la superficie del terreno hacia abajo, la siguiente sucesión: una capa resistiva de 200-400 Ohm.m, luego una capa de mucho menor resistividad (generalmente entre 20-150 Ohm.m) y hacia abajo un gran paquete resistivo. La capa de menor resistividad está dada por el acuífero libre; la capa superior corresponde al 2do. acuífero en la Fm. Ituzaingó. El acuífero libre presenta físicamente una menor resistividad eléctrica debido a la mayor cantidad relativa de sales disueltas. En efecto, en estudios regionales (INCyTH, 1977) se ha determinado que la freática, especialmente cuando está alojada en los materiales de la Fm. Yupoí, es más bicarbonatada cálcica y sódica.

El 2do. acuífero, de carácter generalmente semiconfinado, comienza entre los 10 y 16 metros bajo la superficie del terreno presentando un espesor que varía principalmente entre los 45 metros y los 80 metros (Santa Cruz, 1981). Los estudios geofísico-geoeléctricos mencionados indican en algunos sectores espesores de arena de hasta 200 metros. La base impermeable está constituida por la Fm. Fray Bentos (caso Santa Rosa y Concepción) o sobre una capa más limo-arcillosa dentro de F. Ituzaingó (caso Corrientes Capital a los 60 m de profundidad b.n.t. y Bella Vista y Santa Lucía a los 40 m b.n.t.). Se estima que en muchos sectores de la Región Occidental el 1er. y 2do acuífero se comporten como un solo conjunto hidráulico.

Es común la extracción de caudales de alrededor de 50.000 l/h y caudales específicos de 10 m³/h/m. En general el agua de este importante acuífero es bicarbonatada cálcica y sódica con residuo seco entre 100 y 200 mg/l. En algunos sectores restringidos hay agua de tipo clorurada sódica (Santa Cruz, 1981).

En esta región se estima un volumen de unos 240.000 Hm³ de agua subterránea de muy buena calidad alojada en el acuífero Ituzaingó y que, por ejemplo, correspondería a un escurrimiento de medio año del río Paraná.

B) MINERÍA EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES

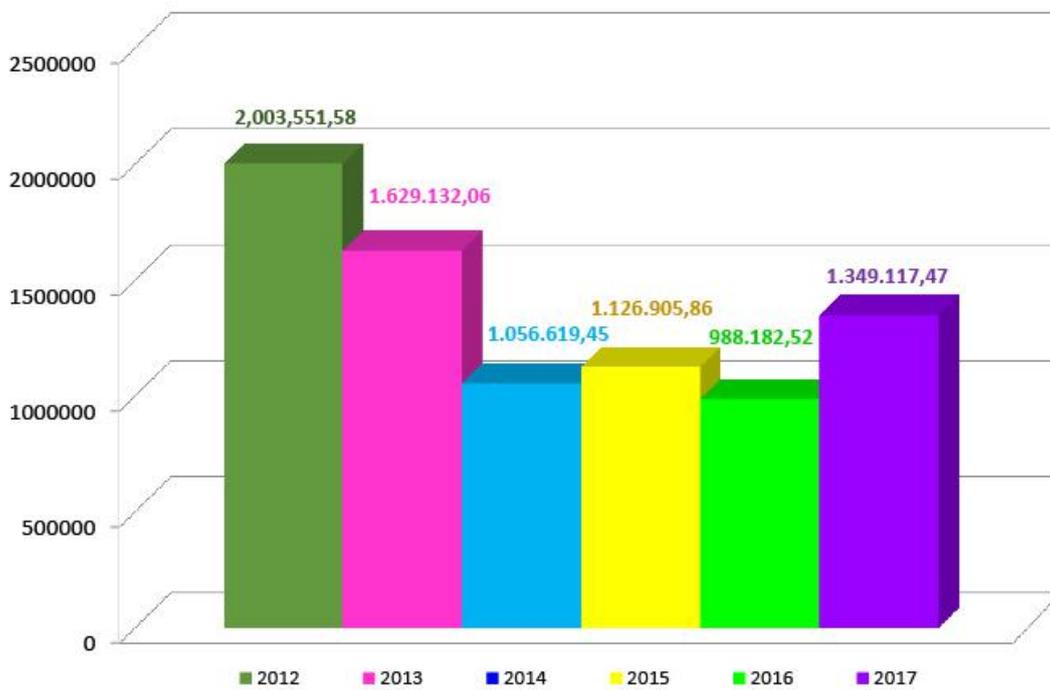
Las principales actividades mineras desarrolladas en la provincia son: la extracción de **arena** para la construcción obtenida del lechos de ríos, y la extracción de **basaltos** en canteras a cielo abierto y su trituración en diversas granulometrías con destino a su agregado como inerte en el hormigón. Estas actividades se concentran especialmente en los departamentos de Mercedes, Curuzú Cuatiá, Monte Caseros e Ituzaingó. Se abastece el mercado local como así también, Chaco, Formosa, Santa Fe y Entre Ríos.

La administración de los Recursos Mineros del territorio provincial son competencia del Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (ICAA).

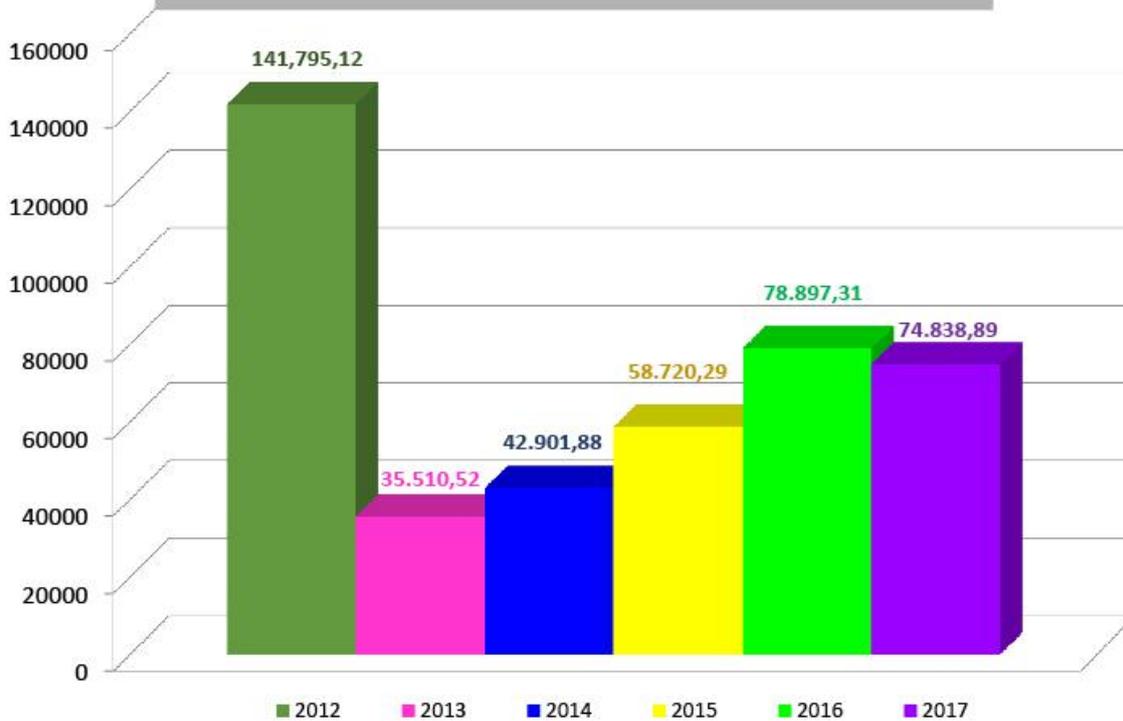
PRODUCCIÓN (datos del ICAA)



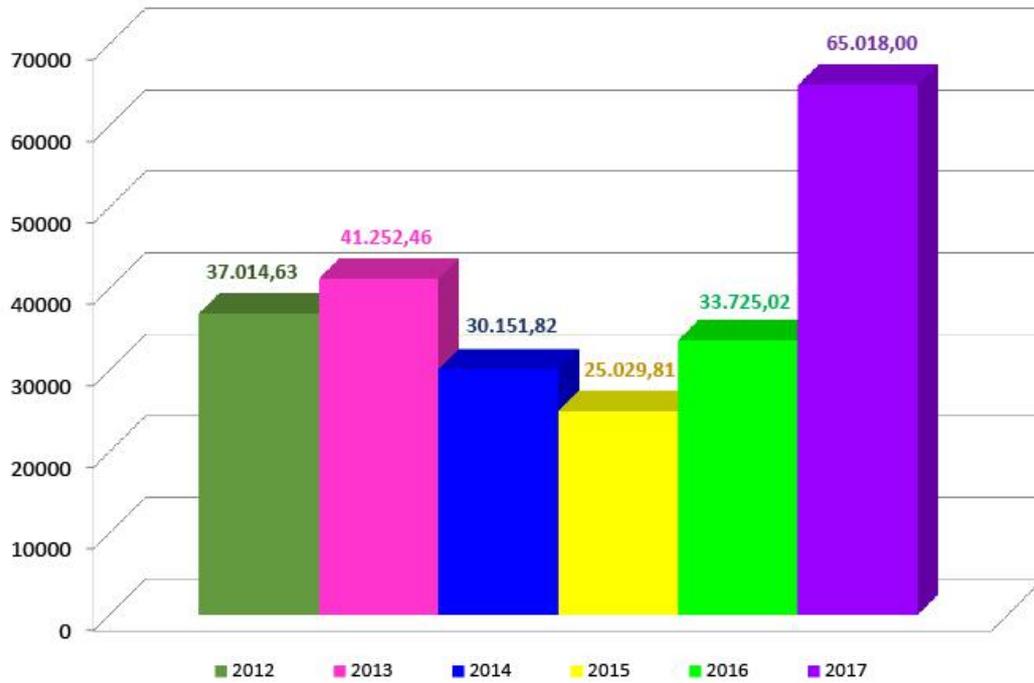
Basalto - Período 2012 - 2017 - Tn



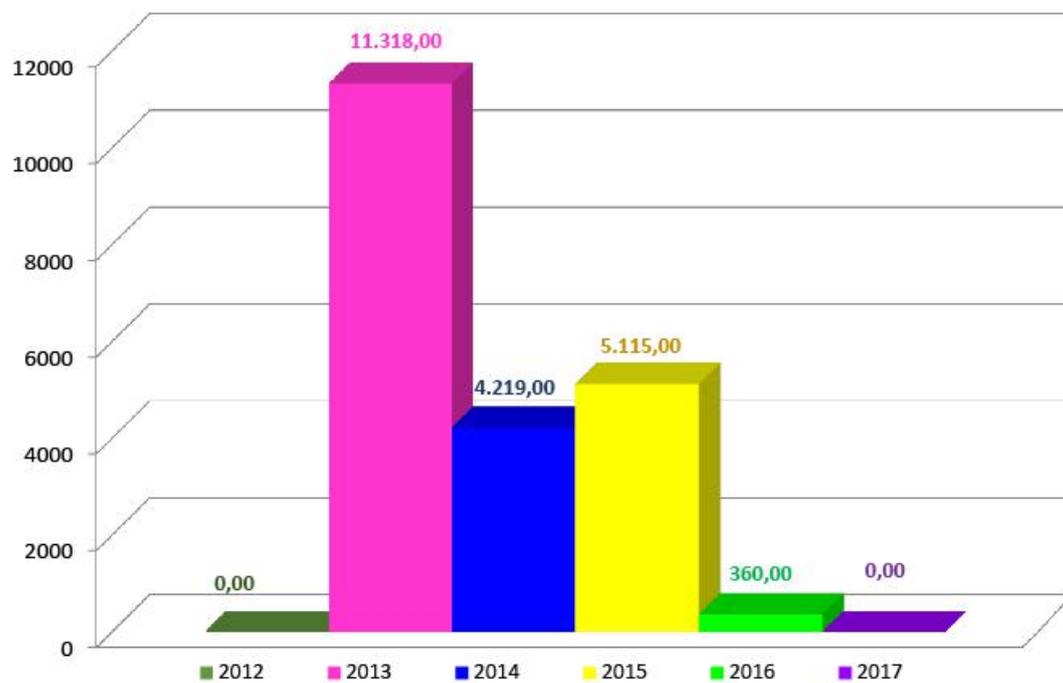
Ripio - Período 2012 - 2017 - Tn



Canto Rodado - Período 2012 - 2017 - Tn



Suelo - Período 2012 - 2016 - Tn





c) SISTEMA GEOLÓGICO EN CORRIENTES FOCALIZADO PARA LA POSIBLE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS

La posible alternativa petrolera en la provincia está directa y principalmente relacionada con el área del Alto de Asunción, y supuestos materiales generadores devónicos de origen marino.

Ello justifica la naturaleza especulativa del posible sistema petrolero que se trata, cuya notación sería “pelitas marinas devónicas (?)”, según conceptos generales de Magoon y Dow (1994).

La idea fue inicialmente explicitada en los inicios de 1980, cuando aún se tenían escasos conocimientos acerca de la presencia en Argentina del citado arco asunceño, y de sus alcances en el país.

Al promediar la década de los años 1990, y sobretudo desde su segunda mitad, la prospección geotermal en Entre Ríos, y la búsqueda de condiciones para el almacenaje subterráneo de gas natural en Córdoba, Santa Fe y Mesopotamia, hicieron posible disponer de más datos de pozos. Por esta vía, mediante creciente número de perforaciones, se obtuvieron sucesivos mapas estructurales del tope del conjunto basáltico de la Fm. Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) Las curvas estructurales dejan ver la presencia del alto de Asunción en la provincia de Corrientes, además de rasgos tales como la subcuenca de Santo Tomé Guaviraví Paso de los Libres, el alto o cratón del Río de la Plata, el depocentro de Santa Fe, la "platea" oriental, y la subcuenca de Rosario (Fernández Garrasino y Vrba 2000; Gulisano, 2013)

Por otro lado los cálculos y representaciones de anomalías gravimétricas de Bouguer (ver Anexo) ayudan a confirmar las presunciones fundadas en los mapas estructurales señalados. Las curvas isoanómalas aludidas destacan la existencia y alcances en Corrientes de la dorsal asunceña, los cuales constituyen condicionantes decisivos del sistema petrolero que se discute (Lisi 2007, Mira Carrión, 2012; Gulisano, 2013 y Mira Carrión, 2015)

El Control Tectosedimentario del Alto de Asunción

La estratigrafía aflorante en Paraguay oriental brinda algunas pautas para discutir la antigüedad del Alto de Asunción como elemento de control tectosedimentario. Tal variable cronológica es cualidad relevante que hace a la validez de la propuesta exploratoria que se analiza.

Respecto de unidades del Paleozoico inferior, se ha de considerar que al este de Asunción, en la ciudad de San Bernardino, margen oriental del lago de Ypacaraí, los Conglomerados de Paraguari parecerían descansar sobre el Granito de San Bernardino (Precámbrico), aunque tal relación presunta no fue observada en afloramientos.

Más al este y a la orilla de la ruta 2, entre la rotonda derivadora San Bernardino – Ypacaraí y la ciudad de Caacupé, existen buenos afloramientos de las Areniscas de Caacupé, definidas por Putzer (1962), y constituidas por registros litorales y de plataforma marina somera. Los reconocimientos expeditivos realizados en este itinerario, permitieron suponer cierto grado de relación lateral entre los Conglomerados de Paraguari y secciones inferiores de las Areniscas de Caacupé.

En su localidad tipo de las vecindades del predio urbano de la ciudad de Paraguari, los Conglomerados de Paraguari también presentan facies de abanicos aluviales y sistemas fluviales asociados. Hacia el este-noreste., en “Cantera Jhú”, muy cercana a la ruta Paraguari – Piribebuy, asoma la Fm. Cerro Jhú, compuesta por acumulaciones psamíticas que ofrecen algunos “sets” con estratificación diagonal y evidencias de acción de olas.

Como en el caso de las mencionadas Areniscas de Caacupé, sería posible que secuencias inferiores de la Fm. Cerro Jhú fuesen sincrónicas con los Conglomerados de Paraguari, y guardasen con estos algún grado de vinculación lateral.

Siempre relativo a las secciones “San Bernardino – Caacupé”, y “Paraguari – Cantera Jhú” del Paraguay oriental, reconocidas juntamente con P & T Consultora S.R.L.(Proyecto Sistema Acuífero Guaraní), los abanicos aluviales y sistemas fluviales asociados de los Conglomerados de Paraguari, pasarían lateralmente a secciones psamíticas de partes inferiores de las Areniscas de Caacupé y análogas de la parcialmente coetánea Fm. Cerro Jhú, observables al este de San Bernardino y Paraguari respectivamente, y compuestas por registros litorales y de plataforma somera.

Es decir, de oeste a este, se daría una transición de acumulaciones continentales a facies comparativamente más distales, distinguidas por sedimentitas litorales y marinas de ambientes no profundos.

Los Conglomerados de Paraguari serían testimonio de un cercano borde primario, en su tiempo dispuesto al poniente de San Bernardino y Paraguari, después eliminado por erosión, y que podría haber correspondido a los faldeos orientales del alto de Asunción, representados por un frente montañoso proveedor de detritos para el relleno de los espacios de sedimentación pedemontana y fluvial, ubicados de inmediato al oriente.

Desde el punto de vista regional, tanto los Conglomerados de Paraguarí como las Areniscas de Caacupé yacen en posición estratigráfica más baja que las Lutitas de Vargas Peña, albergantes de invertebrados marinos del Silúrico inferior. Luego, los Conglomerados de Paraguarí y las Areniscas de Caacupé resultan no posteriores al Silúrico inferior

En particular, se ha de prestar atención a los depósitos fluviales y de abanico aluvial integrantes de los Conglomerados de Paraguarí, y su inferida cronología considerada no más joven que Silúrico inferior, de acuerdo con su posición estratigráfica regional. Según párrafos anteriores, fue asumido que tales registros psefíticos pudieron estar limitados por un borde primario sito al Oeste de San Bernardino y Paraguarí, y luego erosionado, al cual se supone que estuvo posiblemente definido por cercanos flancos orientales del alto de Asunción, devenidos así en abastecedores de materiales clásticos para los dominios depositacionales del este.

Por lo tanto, este arco asunceño ya habría ejercido control tectosedimentario y paleogeográfico desde antes de la finalización del Silúrico inferior. (Fernández Garrasino, 2007)

Posibles Unidades Generadoras.

La cuenca chacoparanense argentina parece no incluir unidades generadoras mesozoicas ni cenozoicas. Tampoco sus registros neopaleozoicos han mostrado secciones pelíticas marinas con la buena definición, los espesores no desdeñables, los contenidos de materia orgánica, y los significativos potenciales oleogénicos propios de la Fm. Iratí (Kazaniano), testimonio de la máxima expansión del “mar pérmico” o “mar de Iratí”, y considerada “roca madre” importante de los ámbitos paranenses brasileños.

En los sectores orientales de Corrientes aun no fueron alcanzadas unidades pre – carboníferas, y por lo tanto se desconoce en ellos la presencia de posibles generadoras del Paleozoico inferior. Pero existen algunos antecedentes alentadores en territorio guaraní. En efecto, al poniente del alto de Asunción, el subsuelo del Chaco paraguay alberga espesas sucesiones pelíticas marinas devónicas del Gr. San Alfredo, que brindaron manifestaciones de gas y petróleo en algunos pozos. Esta unidad alcanza más de 2500 m. en el depocentro de Carandaity, y hasta 3600 m. de espesor en el de Curupaity, y para ella se citaron valores de COT entre 0,3 y 2,1% en peso (Wiens 1995).

Tales registros lutíticos del Gr. San Alfredo son considerados excelentes rocas generadoras; se presentan dispuestos sobre areniscas cuarzosas basales, y suelen presentar cuerpos psamíticos de igual composición, intercalados entre las sedimentitas finas.

Los antecedentes señalados son auspiciosos para alentar la validez del sistema petrolero propuesto; de modo análogo, el subsuelo mesopotámico al oeste del alto asunceño, podría dar cabida a sucesiones marinas devónicas integradas por depósitos psamíticos cuarzosos asociados con secciones pelíticas de espesores no despreciables, y poseedoras de buenas condiciones oleogénicas, como en el Chaco paraguay.

Siempre inherente a la formación de hidrocarburos, podrían sumar su aporte acumulaciones marinas silúricas, equivalentes a la Fm. Copo (Santiago del Estero).

Sería de suponer que sectores orientales de la Mesopotamia argentina hubiesen podido recibir fluidos generados en pelitas marinas del Paleozoico inferior, y aun del Pérmico superior, presentes en el subsuelo oriental de Corrientes, y del oeste de Rio Grande do Sul y noroeste del Uruguay. (Adaptado de Fernández Garrasino, 2007)

Expulsión y Migración de Fluidos.

Para el sistema petrolero que se discute, y referente a las inferidas, pero aun no comprobadas, generadoras pre – carboníferas, el depocentro de Santa Fe habría sido una “cocina”, quizás beneficiada por el magmatismo neojurásico – eocretácico de Serra Geral, y auxiliada con la sobrecarga de su relleno, necesaria para la maduración de la materia orgánica y la expulsión de fluidos.

Además, los faldeos occidentales del arco de Asunción se relacionarían directamente con los flancos orientales del depocentro; esta disposición habría resultado particularmente favorable para que hidrocarburos generados en esas comarcas santafesinas, se desplazasen hacia el este, en dirección a sectores estructuralmente altos de las márgenes occidentales del arco asunceño.

Iguales relaciones, pero con flancos orientales del arco de Asunción, quizás guardarían generadoras marinas silúricas y devónicas presentes en el este de Corrientes (posiblemente), oeste de Rio Grande do Sul, y regiones noroccidentales de Uruguay.

Además, en este último caso, también podrían participar, como eventuales “rocas madres”, pelitas marinas del Pérmico superior, equivalentes a las Fms. Iratí (Brasil), y Mangrullo (Uruguay). (Fernández Garrasino, 2007)

Reservorios.

Los eventuales reservorios estarían representados por secciones psamíticas devónicas, asociadas con pelitas marinas de igual antigüedad, y adicionalmente, por areniscas de la base del Carbonífero.

Parte o la totalidad de las cualidades petrofísicas probablemente habríanse originado por fracturación de los cuerpos psamíticos cuarzosos. Estos últimos, debido a su composición mineralógica, son sensiblemente rígidos, y tienen escasa resistencia a la ruptura por flexión; ello significa que hasta pliegues suaves y no necesariamente compresivos, podrían haber inducido cierto grado de fracturación distensiva.(Fernández Garrasino, 2007)

Entrampamiento.

Las condiciones de entrampamiento se relacionarían con tales cuerpos areníticos cuarzosos devónicos, en supuesto acuñaamiento primario pendiente arriba, sobre los flancos occidentales del arco de Asunción.

Esta alternativa requiere que el arco asunceño haya sido un elemento de efectivo control tectosedimentario por lo menos ya al inicio de la acumulación devónica, presunción sin consenso unánime, pero que sostienen y comparten varios autores. Si el arco hubiese tenido vigencia sólo desde comienzos del Carbonífero, como señalan otras opiniones, entonces las trampas podrían haber sido perfeccionadas merced a fallamientos de los flancos del arco, siempre que estos también afectasen a los preexistentes cuerpos psamíticos devónicos, estableciéndose así posibles barreras eficaces para impedir la dispersión de fluidos, merced a la contraposición lateral de litologías impermeables, adosadas a los reservorios por efectos de la dislocación).

Sería dable esperar parecidas disposiciones de entrampamiento en flancos orientales del dorso de Asunción, en el este de Corrientes

Conclusiones del Sistema Petrolero.

Tomando en cuenta las secuencias devónicas marinas de las Sierras Subandinas de Argentina y Bolivia, el sistema que se propone tiene estrechas vinculaciones espaciales entre generadoras y reservorios, establecidas por arreglos estratigráficos caracterizados por secciones psamíticas basales y sobreyacentes depósitos pelíticos, o bien por registros lutíticos y cuerpos psamíticos intercalados.

Las sucesiones pelíticas harían las veces de unidades protectoras y generadoras; así, en numerosas instancias, los modelos de este tipo no requieren migraciones prolongadas a efectos de la carga de los reservorios, y entonces tampoco unidades portadoras extensas, o de significativa continuidad.

Dada las características señaladas y aun considerando su carácter de especulativo, el segmento mesopotámico del alto de Asunción, y supuestas rocas generadoras devónicas de origen marino de Corrientes puede considerarse de interés hidrocarburífero para su exploración.

15. BIBLIOGRAFÍA

GEOLOGÍA SUPERFICIAL

- Aceñolaza, F. G.; 2000. La Formación Paraná (Mioceno Medio): Estratigrafía, Distribución Regional y Unidades Equivalentes. En: Aceñolaza F. G. y Herbst R. (Eds.). El Neógeno de Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica (ISSN 1514-4186), 14: 9-27.
- Aceñolaza, F. G.; 2004. Paleobiogeografía de la región Mesopotámica. En: Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino (F.G. Aceñolaza, Coordinador Editor). Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Miscelánea 12, 25 30.
- Aceñolaza, F. G.; 2007. Geología y Recursos Geológicos de la Mesopotamia Argentina. Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO, ISSN 1514-4186), Universidad Nacional de Tucumán, 91 – 109.
- Alberto, J. y Bruniard, E.; 1987. Atlas geográfico de la provincia del Chaco, T.I, El medio natural. Revista Geográfica, Instituto de Geografía (UNNE, Resistencia, Chaco), 5: 1-64.
- Albino, A. y Carlini, A.A. 2008. First Record of *Boa constrictor* (Serpentes, Boidae) in the Quaternary of South America. *Journal of Herpetology* 42 (1): 82-88.
- Alcaraz, M.A. y Carlini, A.A. 2003. Los cérvidos (Mammalia, Artiodactyla) de las formaciones Toropí y Yupoi (Pleistoceno Medio-Tardío) de la provincia de Corrientes, Argentina. *Ameghiniana* 40 (4): 50R.
- Alcaraz, M. y Zurita, A.; 2004. Nuevos registros de cérvidos poco conocidos: *Epieuryceros* cf. *proximus* Castellanos y *Antifer* sp. (Mammalia, Artiodactyla, Cervidae). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales (N. S.)* 6, 1: 43-50.
- Alvarez, B. B. 1974. Los mamíferos fósiles del Cuaternario de Arroyo Toropí, Corrientes, Argentina. *Ameghiniana*, 11(3): 295-311.
- Ameghino, F. 1885. Nuevos restos de mamíferos fósiles oligocenos recogidos por el Profesor Pedro Scalabrini y pertenecientes al Museo Provincia de la ciudad de Paraná. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba* 8: 5-207.
- Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 6: 1-1027.
- Anis, K., Georgieff, S., Rizo, G., y Orfeo, O., 2005. Arquitectura de la Formación Ituzaingó (Plioceno), una comparación con los depósitos del río Paraná, Argentina. *XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata*.
- Anzótegui, L.; 1974. Esporomorfos del Terciario superior de la provincia de Corrientes, Argentina. *I Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas* 2: 318-329, Tucumán.
- Anzótegui, L., 1980. Cutículas del Terciario superior de la provincia de Corrientes, República Argentina. *II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y I Congreso latinoamericano de Paleontología, Actas* III: 141-167. Buenos Aires.
- Anzótegui, L. y Lutz, A.: 1987. Paleocomunidades vegetales del Terciario superior (Formación Ituzaingó) de la Mesopotamia argentina. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 18, 2: 131-144.
- Anzótegui, L. y Garralla, S.: 2004. Palinología del Cuaternario en el Iberá, provincia de Corrientes. En: Aceñolaza, F.G. Coordinador Editor, *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino*. Instituto Superior de Correlación Geológica, Miscelánea 12, 49-54.
- Aspilcueta, J.; 1959. Estudio Geológico Económico de las Principales manifestaciones Calcáreas en la Provincia de Corrientes. Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Informe Inédito, 1-409.
- Aspilcueta, J.; 1960. Estudio Geológico Económico de las principales manifestaciones calcáreas en la Provincia de Corrientes. Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Informe Técnico Nº 8.

- Ashworth, P., Amsler, M., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sandbach, S., Sambrook Smith, G. and Szupiany, R.; 2009. The dynamics and deposits of a big river: the Rio Paraná, Argentina. 'From River to Rock Record' Conference, University of Aberdeen, 10-12 January, 2009.
- Ashworth, P., Amsler, M., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sandbach, S., Sambrook Smith, G. and Szupiany, R.; 2009. The processes and depositional architecture of big rivers: the Río Paraná, Argentina. 9th International Conference on Fluvial Sedimentology, Tucumán (Argentina), August 24-28, 2009.
- Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., Sandbach, S.D. and Szupiany, R.N.; 2009. Autogenic controls on the depositional architecture of big multi-channel rivers: the Rio Paraná, Argentina. American Geophysical Union (AGU) Fall Conference, San Francisco, USA.
- Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., Sandbach, S.D. and Szupiany, R.N.; 2009. The processes and dynamics of a large multi-thread river: the Rio Paraná, Argentina, British Society for Geomorphology (BSG) Annual Conference, Durham University.
- Avila, F. y Portaneri, J.; 1999. Mapa Geológico de la Provincia Misiones. Escala 1:500.000. Secretaría de Industria, Comercio y Minería. Servicio Geológico Minero Argentino, Gobierno de la Provincia de Misiones.
- Battaglia, A.; 1959. Estudio Preliminar sobre la Geología de la margen del Río Uruguay en la Prov. de Corrientes. Boletín GAEA, 41-42.
- Bertoldi de Pomar, H., 1979. Sedimentología de las arenas de cauce del río Paraguay. I: Caracteres Texturales. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 10: 1-12.
- Bertolini J.; 1995. Mapa Geológico de la Provincia de Entre Ríos. Escala 1:500.000. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico y Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, Dirección de Ciencia y Tecnología (Área Minería).
- Best, J., Parsons, D., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., and Hardy, R., 2005. Mean flow structure in a large confluence-diffuence: Río Paraná, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Best, J., Parsons, D., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Amsler, M., and Hardy, R., 2006. The flow dynamics of large channel confluences: the influence of density difference. River Flow 2006, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.
- Best, J., Parsons, D., Orfeo, O., Amsler, M., Lane, S., Kostaschuk, R. and Hardy, R., 2006. The dynamics and morphology of large river junctions and the influence of density contrast: a case study of the Río Paraguay and Bermejo. Jornada sobre Hidráulica Fluvial. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires.
- Best, J., Parsons, D., Kellman, P., Amsler, M., Szupiany, R., Kostaschuck, R., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2007. On the influence of density contrasts between mixing flows at channel confluences: the Río Bermejo and Río Paraguay, Argentina. Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED
- Bonarelli, G. y Nágera, J.; 1912. Observaciones geológicas en el Mesopotamiense de Corrientes. Buenos Aires. Bonarelli, G. y Nágera, J.; 1913. Informe preliminar sobre un viaje de investigación geológica a las provincias de Corrientes y Entre Ríos. Boletín de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología (serie B – Geología), 5
- Bonarelli, G. y Longobardi, E.; 1929. Memoria explicativa del Mapa Geo-agrológico y minero de Corrientes. Imprenta del Estado, Corrientes, Volúmenes I y II.
- Bonetto, A.; 1976. Calidad de las Aguas del Río Paraná. Introducción a su Estudio Ecológico. PNUD-INCYTH-ONU, 1-202.
- Bonetto, A. y O. Orfeo, 1984. Caracteres sedimentológicos de la carga en suspensión del río Paraná entre Corrientes y Esquina (República Argentina). Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, Buenos Aires, 15, 3-4: 51-61.
- Bonetto, A. A., 1978. Estudios Limnológicos en la Cuenca del Riachuelo (Corrientes, Argentina) – Ecosur (Corrientes), 5 (9): 1-118
- Bond, M., G. López, M. Reguero, G. Scillato Yané y M. Vucetich, 1998. Los mamíferos de la Formación Fray Bentos (Edad Mamífero Deseadense, Oligoceno superior?) de las provincias de Corrientes y Entre Ríos, Argenti-

- na. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 5, Paleógeno de América del Sur y de la Península Antártica: 41-50.
- Brea, M; Franco, M. J. y Lutz, A., 2012 Re-description and re-assignment of *Entrerrioxylon victoriensis* from the Middle Miocene, Paraná Formation, South America. *Review of Palaeobotany and Palynology* 185: 13–25. ISSN 0034-6667. Doi: 10.1016/j.revpalbo.2012.07.016
- Brea, M. y Franco, M.J., 2012 Nuevos registros de maderas fósiles de Anacardiaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 49 (4) Suplemento Resúmenes: R6.
- Brea, M.; Zucol, A. y Franco, M.J., 2013. Paleoflora de la Formación Paraná (Mioceno Superior). En: D. Brandoni y J. Noriega (Eds.), *El Neógeno de la Mesopotamia Argentina*. Publicación especial de Asociación Paleontológica Argentina 14: 28-40. ISSN 0328-347X.
- Brea, M. y Franco, M.J., 2013. El registro fósil de Anacardiaceae en el Cenozoico Tardío del Noreste argentino. *Acta Geológica Lilloana* 25: 21-36. ISSN 0567-7513.
- Brea, M.; Zucol, A.F. y Franco, M.J., 2013. A new *Bambusoideae* (Poaceae: *Bambusoideae*: *Bambuseae*: *Guaduiniae*) from the Ituzaingó Formation (Pliocene–Pleistocene), Entre Ríos, Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 192: 1–9. Elsevier. ISSN 0034-6667. <http://dx.doi.org/10.1016/j.revpalbo.2012.12.006>
- Brodin, I.; 1969. Estudio Hidrogeológico en Yapeyú, provincia de Corrientes. *Saneamiento (Bs. As.)*, 215. – 225229
- Bruniard, D.; 1966. Bases fisiográficas para una división regional de la provincia de Corrientes *Revista Nordeste, Facultad de Humanidades, Resistencia, UNNE, VIII: 7-79.*
- Bruniard, E.; 1978. El gran Chaco argentino. *Revista Geográfica, Instituto de Geografía (UNNE, Resistencia, Chaco)*, 4, 1-259.
- Bucher, E., Bonetto, A., Boyle, T., Canevari, P., Castro, G., Huszar, P. y Stone, T.; 1993. *Hidrovía: Examen Inicial Ambiental de la vía Fluvial Paraguay-Paraná. Humedales para las Américas, Buenos Aires, 1-74.*
- Cadet, J., Rossi, P., Schobbenhaus, C., y Macharé Ordoñez, J.; 2013. Hoja SH-21. Concordia (Ar) Uruguayana (Br) Arapey (Ur). Mapa Geológico y de Recursos Minerales de América del Sur (Sig. América del Sur, 1:1M) CMGM SEGEMAR. Cprm – Miemdinamige – Asgmi – Mercosul – Unisinos – NE Geology Planetearth.
- Caminos, R y González, P.; 1996. Mapa geológico de la República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. 1996.
- Capurro, R., 1970. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. Resistencia, Chaco, UNNE, 2 Volúmenes, Primera Etapa.
- Capurro, R.; 1972. Suelos Forestales del Triángulo Occidental de la Prov. de Corrientes. *IDIA (Bs. As.) Suplemento 27*
- Capurro, R. y Escobar, E., 1985. Suelos de la provincia de Corrientes. En: Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes (Herbst, R. y Santa Cruz, J.; Eds.). *D'Orbignyana*, 2: 1-51.
- Canevari, P., Blanco, D., Bucher, E., Castro, E. y Davidson I.; 1998. Los humedales de la Argentina. Clasificación, situación actual, conservación y legislación. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. *WETLANDS INTERNATIONAL* Publicación 46. Buenos Aires, Argentina. 1 208.
- Carlini, A., Scillato-Yané, G., Noriega, J. y Aceñolaza, F. 2000. Perezosos terrestres (*Xenarthra*, *Tardigrada*) del "Mesopotamiense" (Fm. Ituzaingó, Mioceno tardío-Plioceno temprano) de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Studia Geológica Salmaticensia* 36: 1327.
- Carlini, A., Tonni, E. y Noriega, J.; 2002. El primer registro paleontológico del lutrino gigante *Pteronura* (Carnívora, *Mustelidae*) en la Argentina. Su importancia paleobiogeográfica. 1° Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, resúmenes: 25
- Carlini, A., Zurita, A., Gasparini, G. y Noriega, J.; 2004. Los mamíferos del Pleistoceno de la Mesopotamia Argentina y su relación tanto con aquellos del Centro Norte de la Argentina, Paraguay y sur de Bolivia, como con los del Sur de Brasil y Oeste de Uruguay: Paleobiografía y Paleambiente. *Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica (Miscelánea)*, 12: 83-90.
- Carlini, A., Zurita, A. y Miño Boilini, A.; 2008. Reseña paleobiogeográfica de los *Xenarthra* (Mammalia) del Pleistoceno tardío de la región Mesopotámica (Argentina). *INSUGEO (Miscelánea)* 17, 2: 259-270.
- Carnevali, R.; 1994. *Fitogeografía de la Provincia de Corrientes*. Gobierno de la Provincia de Corrientes, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Corrientes, 1324

- Cartelle, C. y Lessa, G. 1988. Presença de *Myocator coypus* (Molina, 1782), Rodentia, Myocatoridae, do Pleistoceno final-Holoceno no centro-oeste da Bahia, Brasil. 11º Congresso Brasileiro de Paleontologia, Actas 1: 583591.
- Castellanos, A.; 1959. Morfología General de la Provincia de Corrientes Boletín GAEA Nº 41-42.
- Castellanos, A. 1926. Sobre un nuevo gliptodóntido chapadmalense. *Urotherium simplex* n. gen. n. sp. y las formas afines. Anales del Museo Nacional de Historia Natural "Bernardino Rivadavia" 60: 263-278. Buenos Aires.
- Castellanos, A. 1940. A propósito de los géneros *Plohophorus*, *Nopachthus* y *Panochthus*. Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología, 1 (6): 1-279, figs. 1-82.
- Castellanos, A.; 1959. Historia hidrogeológica del río Corrientes. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Filosofía, Ciencias y Letras, Rosario.
- Castellanos, A.; 1960. Algunos aspectos geográficos de los afluentes santafesinos del Río Paraná. Boletín Filial Rosario GAEA, Nº 2,
- Castellanos, A.; 1962. El Holoceno en la Argentina. Instituto de Fisiografía y Geología, Rosario, Pub. 45, 1 – 78.
- Castellanos, A., 1965. Estudio Fisiográfico de la Provincia de Corrientes. Instituto de Fisiografía y Geología, Rosario, Pub. 49, 1 – 222.
- Castellanos, A., 1972. Anotaciones fundamentales para el Trazado Geomorfológico de la Provincia de Corrientes. Boletín Filial Rosario de la GAEA, 6,
- Castellanos, A., 1972. Desplazamientos terminales en el pasado del río Alto Paraná. Boletín Filial Rosario de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, 6: 6-7
- Chebli, G., Tofalo, O. y Turzzini, G.; 1989. Mesopotamia. En: Chebli, G. y Spalletti, L. (Eds.): Cuencas Sedimentarias Argentinas. Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie Correlación Geológica, 6: 65-78.
- Chebli, G., Mozetic, M., Rossello, E. y Bühler, M.; 1999. Cuencas sedimentarias de la llanura Chacopampeana. Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Anales: 29, 20: 627-644.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 1999. Biostratigraphy and crhonological scale of upper-most Cenozoic in the Pampean area. En: Rabassa, J. y M. Salemme, (eds.). Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, 12: 22-51.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 2005. Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico Superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. 16º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 183-200.
- Cione, A.L., Azpelicueta, M.M., Bond, M. Carlini, A.A., Casciotta, J.R., Cozzuol, M.A., de La Fuente, M., Gasparini, Z., Goin, F.J., Noriega, J.I., Scillato-Yané, G.J., Soibelzon, L., Tonni, E.P., Verzi, D. y Vucetich, M.G. 2000. Miocene vertebrates from Entre Ríos province, eastern Argentina. Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 14: 191-237.
- Coco, A. 1947-1953. Hojas geológicas: Alejandra, Esquina, Paso Santa Rosa, Colonia Berón de Astrada, Solari, Perugorría, Alvear, Alvear Este e Itá Caabó. Comando de Ingenieros del Ejército.
- Colombo, J. 1955. Las barrancas del Río Paraná. Revista Geográfica Americana, 39: 233234.
- Comisión Mixta Técnica Paraguayo-Argentina de Yacyreta-Apipé, 1973. Estudio de factibilidad técnico-económico-financiero de aprovechamiento del río Paraná, a la altura de las islas de Yacyretá y Apipé; Informe Final. Buenos Aires, Harza, 5 volúmenes.
- Consejo Federal de Inversiones, 1962. Evaluación de los recursos naturales de la Argentina, T. IV: Recursos hidráulicos superficiales. Buenos Aires, 1-459.
- Consejo Federal de Inversiones, 1991. Caracterización agroclimática de la Provincia de Corrientes. Corrientes, 4 tomos .
- Consejo Federal de Inversiones Gobierno Provincia de Corrientes, 1988. Evaluación de Recursos Mineros de la Provincia de Corrientes. Fase I, Buenos Aires.
- Contreras F. I. y Paira A. R. Comparación morfométrica entre lagunas de la planicie aluvial del río Paraná Medio y la Lomada Norte (Corrientes, Argentina). Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía. En prensa
- Contreras F. I., Ojeda E. A. y Contreras, S. A. Aplicación de la Línea de Costa en el estudio morfométrico de las lagunas de las lomadas arenosas de Corrientes, Argentina.
- Contreras F. I y Meichtry N. C. 2013. Morfometría de las lagunas de la Lomada Norte. Corrientes, Argentina. Breves Contribuciones del Instituto de Estudios Geográficos. Nº 24. Pp. 154 – 168.

- Contreras F. I. 2011. Evolución de las Lagunas de la Lomada Norte (Corrientes, Argentina) en Función de la Pendiente. Terra Nueva Etapa. Vol. XXVII, N° 42. Pp. 146-163.
- Cordini, I. y Riggi, J., 1959. Contribución al conocimiento sedimentológico y geoquímico del sur de Misiones y norte de Corrientes. Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Informe Inédito, 534,
- Cornejo, A., 1959. La Carta de Corrientes. Boletín de la GAEA, 41-42: 1-16.
- Cortelezzi, C. y Gómez, V., 1965. Los basaltos tholéiticos de la perforación Nogoyá (Entre Ríos). Aplicación de métodos químicos para la determinación de FeO en minerales y rocas. Acta Geológica Lilloana, 6: 87-98.
- Cozzuol, M.A. 1993. El Mesopotamiense ¿Mezcla temporal o vía de dispersión? Ameghiniana 30 (1): 103 R Cuadrado, G. y Neiff, J. 1993. Palynology of embalsados in dystrophic lakes in Northeastern of Argentina. Revista Brasileira de Biología, 53: 443-451.
- Cumba, A., Imbellone, P. y Ligier, D. 2005. Propiedades morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de suelos del sur de Corrientes. Rev. Asoc. Geol. Argent. v.60 n.3 Buenos Aires jul./sep.
- De Alba, E., 1953. Geología del Alto Paraná en relación con los trabajos de derrocamiento entre Ituzaingó y Posadas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 8, 3:
- De Alba, E., 1962. Aprovechamiento del río Paraná en la zona de Salto Apipé; Informe sobre las condiciones y características geológicas (Argentina), Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe Inédito
- De Alba, E. y Vera Morinigo, G., 1964. Aprovechamiento del Río Paraná en las zonas de las Islas Apipé y Yacretá: Características Geológicas. Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Apipé,
- Depetris, P., 1968. Mineralogía de algunos sedimentos fluviales de la cuenca del Río de la Plata. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 23, 4: 317-325.
- Depetris, P. and Griffin, J., 1968. Suspended load in the Río de la Plata drainage basin. Sedimentology, 11: 53-60.
- Depetris, C., O. Orfeo y J. Neiff, 1992. Atenuación del escurrimiento fluvial por bosques de Tessaria integrifolia. Revista Ambiente Subtropical, 2: 33-43.
- Drago, E., 1973. Caracterización de la llanura aluvial del Paraná Medio y de sus cuerpos de agua. Boletín Paranaense de Geociencias, Brasil, 31: 31-44.
- Drago, E., 1975. Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraguay Inferior. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 30, 3: 217-222.
- Drago, E., 1977. Campaña limnológica a lo largo del río Paraná Medio. II: Formas del lecho en su cauce principal. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 8: 57-62.
- Drago, E., 1977. Erosión y sedimentación en un tramo del cauce del Río Paraná Medio (Rep. Argentina). Revista de la Asociación Geológica Argentina 32, 4: 277-290.
- Drago, E. y Amsler, M., 1981. Sedimentos suspendidos en el tramo medio del río Paraná: variaciones temporales e influencia de los principales tributarios. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 12: 28-43.
- Dirección General de Industria Minera, 1949., Perforación "Guaviraví" N°1, Corrientes. Dirección de Perforaciones, Informe Final Inédito, Carpeta N° 210, Buenos Aires.
- Dirección General de Industria Minera, 1950. Perforación "Perugorria" N°1 y N°2, Corrientes. Informe Inédito, Carpeta N°221, Buenos Aires.
- Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables – Comisión Nacional de Energía Atómica, 1977. Transporte de sedimentos por acarreo en el río Paraná: técnicas nucleares y batimétricas. Corrientes, 1 23.
- Dirección Nacional de Geología y Minería, 1949. Estudio preliminar sobre la geología de la margen del río Uruguay. Informe Inédito N° 337, Buenos Aires.
- Edison Consult, 1965. Estudio de Promoción Agropecuaria, 1ra.Etapa: Prov.de Corrientes, aspectos hídricos y climáticos. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires, 367 pp.
- Enriquez Gamon, E., 1975. Itaipú; aguas que valen oro. Gráfica Guadalupe, Buenos Aires, 786 pp.
- Erra, G., Lutz, A., Zurita, A., Osterrieth, M. y Francia, A., 2010. Fitolitos en termiteros fósiles del Pleistoceno tardío de la provincia de Corrientes, Argentina. XIII Simposio Brasileiro de Paleobotanica e Palinologia, Anais: 172173, Bahia, Brasil.
- Erra, G., Osterrieth, M., Zurita, A., Francia, A. y Carlini, A., 2013. Paleoenvironment of the Toropí Formation (Upper Pleistocene), Corrientes province Mesopotamian Region, Argentina: A phytolith approach. Quaternary International, 287: 73-82.

- Escobar, E., 1978. Suelos Afectados por Añejamiento en la Provincia de Corrientes – IDIA, Buenos Aires, 367-372
- Escobar, E., Ligier, H. y Matteio, H.; 1988. Atlas de Suelos de la República Argentina. Provincia de Corrientes. Escala 1:500.000. 2 Tomos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD ARG. 85/019. CIRN. INTA. Castelar. Buenos Aires.
- Escobar, E., Carnevali, R., Contreras, H., Melgar, R., Vallejos, L., Ortigoza, R., Matteio, H. y Serra, P. 1990. Los suelos y la vegetación del área de influencia de las obras de Yaciretá. Provincia de Corrientes. INTA. Convenio INTA-CFI-Provincia de Corrientes. D'Orbignyana, 5: 1-34.
- Escobar, E., Ligier, H., Melgar, R., Matteio, H. y Vallejos, O.; 1996. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes, escala 1:500.000. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 315 p.
- Facultad de Cs. Exactas Fis. y Naturales de Córdoba – Observaciones geológicas en Curuzú Cuatiá y alrededores, provincia de Corrientes – Tesis Inédita, Córdoba, 1955
- Fernández Garrasino, C., 1989. Contribución a la estratigrafía de la mesopotamia central argentina y referencia a la geología de la provincia de Misiones. Boletín de Informaciones Petroleras, Buenos Aires, Tercera época 6, 19: 52-76.
- Fernández-Pacella, L., 2009. Cambios Vegetacionales de los últimos 6000 años en la región Norte del Iberá. Provincia de Corrientes, Argentina. XIV Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Resumen, 30. Mar del Plata.
- Fernandez-Pacella, L., 2010. Evolución de la Vegetación Holocénica en el Norte del Iberá. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica, Resumen CB-067. Corrientes.
- Fernandez-Pacella, L., 2013. Palinología del Cuaternario en sedimentos lacustres del Noroeste del Iberá, Corrientes, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, tesis doctoral, 183 pp.
- Fernandez-Pacella, L., 2014. Morfología polínica de especies del género *Senna* (Fabaceae) del Sureste del Iberá, Corrientes, Argentina. Revista de Biología Tropical de Costa Rica, 62, 2: 769-782.
- Fernández-Pacella, L., 2014. Paleoambiente en el Suroeste del Iberá. XX Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica. Resumen CE-054 Corrientes.
- Fernandez-Pacella, L. (En prensa). Registro fósil y distribución de *Anadenathera* en Argentina desde el Mioceno hasta la actualidad. Revista Mexicana de Biodiversidad.
- Fernandez-Pacella, L. (En prensa). La Flora Polínica durante el Holoceno en el Oeste del Iberá, Corrientes, Argentina. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.
- Fernandez-Pacella, L. (En prensa). Paleovegetation and Paleoenvironment of the Lower and Middle Holocene in Southeast of Iberá, Corrientes, Argentina. Revista Italiana di Paleontología e Stratigrafia.
- Fernández-Pacella, L.; Garralla, S. y Anzótegui, L., 2005. Análisis Polínico de una secuencia Lacunar en el Noroeste del Iberá, Provincia de Corrientes, Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica, Resumen B-027. Corrientes.
- Fernández-Pacella, L.; Garralla, S. y Anzótegui, L., 2006. Palinología del Holoceno Superior del Noroeste del Sistema Iberá, Corrientes. XIII Simposio de Paleobotánica y Palinología. Resumen 95. Bahía Blanca.
- Fernández-Pacella, L.; Garralla, S. y Anzótegui, L., 2008. Análisis polínico comparativo entre dos lagunas en el Noroeste del Iberá. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica. Resumen B-054. Corrientes.
- Fernández-Pacella, L.; Garralla, S. y Anzótegui, L., 2011 Cambios de la vegetación durante el Holoceno en la región Norte del Iberá. Provincia de Corrientes, Argentina. Revista de Biología Tropical de Costa Rica, 59, 1:103-112.
- Ferrero, B. y Noriega, J. 2007. A New Tapir from the upper Pleistocene of Argentina: phylogenetic remarks on the neotropical family diversification. Journal of Vertebrate Palaeontology 27 (2): 504–511
- Fourous, A., 1904. Reconocimiento geológico del Territorio de Misiones. Con mapa geológico. Ministerio de Agricultura Anales (Sección Geología, Mineralogía y Minería) 1 (1).
- Francia A.; Zurita, A. E. y Carlini, A., 2010. Diversidad de Cingulata (Mammalia, Xenarthra) en el Pleistoceno tardío de la provincia de Corrientes (Argentina) y dinámica paleoclimática. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Corrientes. On-line, versión sin paginación CB068. Corrientes.

- Francia, A.; Zurita, A., Miño-Boilini, A., Carlini, A. y Rodríguez-Bualó, S. *Tapirus* (Mammalia, Perissodactyla) en el Pleistoceno tardío de la provincia de Corrientes, Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Corrientes. On-line, versión sin paginación CB032. Corrientes.
- Francia, A.; Carlini, A., Zurita, A., Miño-Boilini, A. y Kruck, W., 2012. Cronología de las unidades litoestratigráficas aflorantes en el Arroyo Toropí, Provincia de Corrientes, y los registros paleofaunísticos. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Corrientes. On-line, versión sin paginación CB-033. Corrientes.
- Francia, A., Carlini, A. ; Zurita, A. y Verzi, D., 2012. *Galea* (Rodentia, Caviidae) in the late Pleistocene of Corrientes Province (Argentina): taxonomic and paleobiogeographic implications. *Neues Jahrbuch für Geologie Und Paläontologie-Abhandlungen* 266/2, 173184.
- Francia, A., 2014. Vertebrados cuaternarios de Corrientes, paleoambientes, paleoclimas y diversidad. Un análisis comparativo con faunas continentales equivalentes del Cono Sur de América del Sur. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, 369 p.
- Franco, M. J. y Brea, M., 2007. Corrientes. Nuevos registros de maderas fósiles en la Formación Paraná (Mioceno medio), Toma Vieja, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 44(4): 79R. ISSN 0002-7014
- Franco, M. J., 2008. Leño fósil de *Mimosoideae* en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 45 (4): 28R. ISSN 0002-7014
- Franco, M. J., 2008. Nuevos registros de maderas fósiles de *Anacardiaceae* en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 45 (4): 28R. ISSN 0002-7014
- Franco, M.J. y Brea, M., 2008. Leños fósiles de la Formación Paraná (Mioceno Medio), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina: registro de bosques estacionales mixtos. *Ameghiniana* 45 (4): 699-718. ISSN 0002-7014.
- Franco, M.J. y M. Brea, M., 2009 Primer registro de leños fósiles de *Moraceae* y *Rutaceae* de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Toma Vieja, Paraná, Argentina. En: IV Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur. Trabajos. Enrique E. Fucks, Cecilia Deschamp, Cleverson G. Silva y Enrique J. Schnack (Eds). Edición impresa: ISBN 978-950-34-0596-3. Edición en CD: ISBN 978-950-34-0597-0.
- Franco, M.J., 2009 Primer Registro de leño fósil de *Lauraceae* en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno) en *Hernandarias* (Entre Ríos, Argentina). *Ameghiniana* 46 (4): 78R. ISSN 0002-7014.
- Franco, M.J., 2009. Avances en el estudio de la megafloora de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Cuenca del Río Paraná, Argentina. X Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral y II Reunión Argentina de Ciencias Naturales. Resúmenes 111. Santa Fe, Octubre 2009.
- Franco, M.J., 2009. Leños fósiles de *Anacardiaceae* en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 46 (4): 587-604. ISSN 0002-7014.
- Franco, M.J., 2010. Paleoecología de leños de *Anacardiaceae* y *Fabaceae* en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología. Resúmenes 136. La Plata, Argentina, septiembre de 2010.
- Franco, M.J., 2010. *Proteaceae* en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Curtiembre, Entre Ríos, Argentina. X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología. Resúmenes 137. La Plata, Argentina, septiembre de 2010.
- Franco, M.J., 2010. *Soroceaxylon entrerriensis* gen. et sp. nov. (*Moraceae*) de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Cuenca del río Paraná, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 27 (3): 508-519. ISSN 1026-8774.
- Franco, M.J. y Brea, M., 2010. *Microlobiusxylon paranaensis* gen. nov. et sp. nov. (*Fabaceae-Mimosoideae*) from the PliocenePleistocene of Ituzaingó Formation, Paraná Basin, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 13 (2): 103-114. ISSN 1519-7530.
- Franco, J., 2011. Estudios paleobotánicos de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), cuenca del río Paraná, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 343 pp.
- Franco, M.J. y Brea, M., 2011. Primer registro de leño fósil de conífera (*Podocarpaceae*) para el Cenozoico de la Mesopotamia Argentina (Formación Ituzaingó). *Ameghiniana* 48(4) Suplemento 2011-Resúmenes: R14.
- Franco, M.J. y Brea, M., 2012. The Ituzaingó Formation (Pliocene-Pleistocene), Paraná River Basin, Argentina: Paleobotanical records. Annual Symposium IGCP 582 Tropical Rivers. Resumen. Iquitos, Perú, agosto de 2012.

- Franco, M.J., 2012. Primer registro de leño fósil de Polygonaceae, una nueva especie fósil de la Formación Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina. XV Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología I Simposio Argentino de Melisopalinología. Resumen. Corrientes, Argentina, julio de 2012.
- Franco, M.J., 2012. Maderas fósiles de Lauraceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Cuenca del río Paraná, Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" 14 (2): 307-324. ISSN 01853-0400 (versión on-line), ISSN 1514-5158 (versión impresa)
- Franco, M.J., 2012. Palmeras fósiles de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. I Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina. San Miguel de Tucumán, Argentina, septiembre de 2012.
- Franco, M.J., 2012. Palmeras fósiles de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. Ameghiniana 49 (4) Suplemento Resúmenes: R9.
- Franco, M.J., 2012. Primer registro de leño fósil de Polygonaceae, una nueva especie fósil de la Formación Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina. Ameghiniana 49 (4) Suplemento Resúmenes: R91.
- Franco, M.J.; Brea, M. Orfeo, O. y Zucol, A.F., 2013. La Paleoflora de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Argentina. En: D. Brandoni y J. Noriega (Eds.), El Neógeno de la Mesopotamia Argentina. Publicación especial de la Asociación Paleontológica Argentina 14: 41-55. ISSN 0328-347X.
- Franco, M.J. y Brea, M., 2013. Leños fósiles de Leguminosas de la Formación Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina: Implicancias paleoecológicas y paleobiogeográficas. Ameghiniana 50 (2): 167-191. ISSN 0002-7014. Doi: 10.5710/AMGH.6.01.2013.599
- Franco, M.J.; Brea, M. y Orfeo, O., 2013. Estudios paleoclimáticos y paleoecológicos de la xiloflora de la Formación Ituzaingó (Cenozoico superior) de la Mesopotamia Argentina. II Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina. Diamante, Entre Ríos, septiembre 2013.
- Franco, M., 2014. Estípites de Arecaceae de la Formación Ituzaingó (Plioceno–Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. Acta Geológica Lilloana 26: 14-29. ISSN 1852-6217.
- Freguelli, J., 1924. Apuntes geomorfológicos sobre el interior de la Provincia de Corrientes. Publicación del Instituto de Investigaciones Geográficas, Universidad Nacional de Buenos Aires, 7.
- Freguelli, J., 1927. Sobre la posición estratégica y la edad de los basaltos del Río Uruguay. Revista GAEA, II: 403424.
- Freguelli, J., 1936. Estratigrafía y tectónica de la región del Litoral. Publicación Intercambio Universitario, Universidad Nacional de La Plata, 20, 7.
- Fuentes Godo, P., 1974. Erosión en la Cuenca del Plata. Revista Ciencia e Investigación, Buenos Aires, 30: 11-12.
- Gentilí, C., 1969. Outcrop distribution of the Serra Geral Formation in the Provinces of Entre Ríos and Corrientes, Argentine Republic. En: UNESCO, La Estratigrafía del Gondwan, París, 985-988
- Gentilí, C. y Rimoldi, H., 1976. Mesopotamia – En: Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba: 185-222.
- Gentilí, C., Rosenman, H. y Lourenço, A. ; 1974. Características geológicas generales del territorio brasileño en la faja adyacente al curso medio del Río Uruguay. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 29, 2: 223-230
- Georgieff, S., Anis, K., Orfeo, O., y Rizo, G., 2005. Architecture of Ituzaingo Formation (Pliocene), a comparison with deposits of Paraná River, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Gobierno Provincia de Corrientes, 1970. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. UNNE – INTA, 2 Vols Gulisano, F., 2013. Conjunto basáltico de la Formación Serra Geral (Neojurásico-Eocretácico) en la Mesopotamia Argentina. Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC). Programa Marco de la Cuenca del Plata. Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. 58 pps. Buenos Aires. (Inédito)
- Hamza, V., 1998. Low temperature geothermal resources of the Paraná basin: implications for regional economic development in Southern Brazil, Northeast Argentina and Western Uruguay. Actas X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica, Vol. III. Buenos Aires.
- Hayase, K., Dristas, J. y Rimoldi, H.; 1975. Presencia de saponita rica en hierro asociada con celadonita, en basaltos de Ayuí, Dique Salto Grande. 5º Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones, Anales 3: 51-71, Buenos Aires.

- Herbst, R. 1969. Nota sobre la geología de Corrientes. Actas IV Jornadas Geológicas de Argentina, 3: 87-95. Mendoza.
- Herbst, R., 1971. Esquema Estratigráfico de la Provincia de Corrientes. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXVI, 2: 221-243.
- Herbst, R., 1980. Consideraciones estratigráficas y litológicas sobre la Formación Fray Bentos (Oligoceno Inferior Medio) de Argentina y Uruguay. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXXV, 3: 308-317.
- Herbst, R., 2000. La Formación Ituzaingó. Estratigrafía y distribución. En: El Neógeno Argentino (Aceñolaza F.G. y Herbst R., Eds.) INSUGEO, ISSN 1514-4186, Serie Correlación Geológica, 14: 181-190.
- Herbst, R. y Álvarez, B.B. 1972. Nota sobre dos Toxodontes (Toxodontidae, Notoungulata) del Cuaternario de Corrientes, Argentina. Ameghiniana 9 (2): 149-158
- Herbst, R. y Álvarez, B.B. 1975. Notas sobre dos formaciones del Cuaternario en Corrientes. Anales de la Academia Brasileira de Ciencias 47: 33-37
- Herbst, R. y Camacho, H., 1970. Sobre el hallazgo de bivalves de agua dulce (Unionidae y Micetopodidae) en el Terciario Superior de Empedrado, Provincia de Corrientes. Argentina. Ameghiniana 7, 4: 335-336.
- Herbst, R. y Alvarez, B., 1977. Nota sobre dos Formaciones del Cuaternario de Corrientes, República Argentina, Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE, Corrientes, 1: 7-17.
- Herbst, R. y Santa Cruz, J., 1985. Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes. Revista D'Orbignyana, 2: 151.
- Herbst, R. y Santa Cruz, J., 1995. Mapa geológico de la Prov. de Corrientes, Escala 1:500.000. Secretaría de Minería de la Nación, Servicio Nacional Minero Geológico, Argentina.
- Herbst, R., Santa Cruz, J. y Zabert, L., 1976. Avances en el conocimiento de la estratigrafía de la mesopotamia argentina, con especial referencia a la provincial de Corrientes. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 7: 101-121.
- INCYTH, 1977. Proyecto sistema Iberá. Estudios hidrometeorológicos, geomorfológicos, geológicos, hidroquímicos, hidrogeológicos. Coord. Santa Cruz, J.N. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Proyecto 1230, Tomo II: 116 p.
- Instituto Geográfico Militar, 1948. Informe geológico de la Hoja "Bella Vista", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires.
- Instituto Geográfico Militar, 1948. Informe geológico de la Hoja "Curuzú Cuatiá", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 57.
- Instituto Geográfico Militar, 1948. Informe geológico de la Hoja "Estación Díaz Colodrero", provincias de Corrientes y Entre Ríos. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 54.
- Instituto Geográfico Militar, 1948. Informe geológico de la Hoja "Paso de los Libres", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 50.
- Instituto Geográfico Militar, 1948. Informe geológico de la Hoja "San Roque", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires.
- Instituto Geográfico Militar, 1949. Informe geológico de la Hoja "Acuña", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 52.
- Instituto Geográfico Militar, 1949. Informe geológico de la Hoja "Monte Caseros" y "Monte Caseros Este", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 66.
- Instituto Geográfico Militar, 1950. Informe geológico de la Hoja "Mercedes", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 69.
- Instituto Geográfico Militar, 1950. Informe geológico de la Hoja "Paso Rosario", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 65.
- Instituto Geográfico Militar, 1950. Informe geológico de la Hoja "Perugorria", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 72.
- Instituto Geográfico Militar, 1950. Informe geológico de la Hoja "Solari", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 68.
- Instituto Geográfico Militar, 1951. Informe geológico de la Hoja "Goya", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 94.

- Instituto Geográfico Militar, 1952. Informe geológico de la Hoja "Bañado Ouyati", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 80.
- Instituto Geográfico Militar, 1952. Informe geológico de la Hoja "Yapeyú", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 81.
- Instituto Geográfico Militar, 1953. Informe geológico de la Hoja "Alvear-Alvear Este", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 85.
- Instituto Geográfico Militar, 1953. Informe geológico de la Hoja "Arroyo Barrancas", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 95.
- Instituto Geográfico Militar, 1954. Informe geológico de la Hoja "Bañado Piriti-Guazú", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 90.
- Instituto Geográfico Militar, 1955. Informe geológico de la Hoja "Buena Vista", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 98.
- Instituto Geográfico Militar, 1956. Informe geológico de la Hoja "Buena Vista", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Boletín Inédito 106.
- Instituto Geográfico Militar, 1957. Informe geológico de la Hoja "Paso Santa Rosa", "Esquina", "Alejandra", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Informe Inédito 117.
- Instituto Geográfico Militar, 1959. Informe geológico de la Hoja "Colonia Carlos Pellegrini", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Informe Inédito 130.
- Instituto Geográfico Militar, 1959. Informe geológico de la Hoja "Estancia Pozo Cuadrado", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Informe Inédito 126.
- Instituto Geográfico Militar, 1959. Informe geológico de la Hoja "Yurucuá", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Informe Inédito 127.
- Instituto Geográfico Militar, 1961. Informe geológico de la Hoja "Isla del Vado", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Informe Inédito 132.
- Instituto Geográfico Militar, 1961. Informe geológico de la Hoja "Laguna de Luna", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Informe Inédito 134.
- Instituto Geográfico Militar, 1961. Informe geológico de la Hoja "Puente de la Sirena", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Informe Inédito 131.
- Instituto Geográfico Militar, 1961. Informe geológico de la Hoja "Rincón de San Mateo", provincia de Corrientes. Dirección General de Ingenieros, Buenos Aires, Informe Inédito 132.
- Instituto Nacional de Geología y Minería – Perfiles de Perforaciones Periodo 1916/1925 – Bs. As. (Publicación N° 152).
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – Gobierno de la provincia de Corrientes, 1970. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes, UNNE-INTA, 2 Volúmenes.
- Iñiguez, R., 1978. Estudio Mineralógico de Hershelita encontrada en Cavidades de Basalto de la Serie Serra Geral en el Area de Garruchos-Garaví, provincia de Corrientes. Actas VII Congreso Geológico Argentino, Tomo II: 351-360. Buenos Aires.
- Iriondo, M., 1972. Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraná desde Helvecia hasta San Nicolás, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXVII, 2: 155-160.
- Iriondo, M., 1980. El Cuaternario de Entre Ríos. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 11: 125-141.
- Iriondo, M., 1981. Antigüedad del último cambio climático en el Litoral. Ecología Argentina, 6: 5-8.
- Iriondo, M., 1987. Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Santa Fe. Revista D'Orbignyana, Corrientes, 4: 1-54.
- Iriondo, M., 1988. A comparison between the Amazon and Paraná River Systems. In: Transport of carbon and minerals in major world rivers, lakes and estuaries. (Degens, E. et al., Eds.), SCOPE/UNEP, Hamburg, Part 5: 77-92.
- Iriondo, M., 1990. Relación longitud de onda/caudal en los ríos Chaco-Pampeanos. III Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 145-150, San Juan.

- Iriondo, M., 1991. El Holoceno en el Litoral. Comunicaciones del Museo Provincial de Corrientes, Argentina. Iriondo, M. 1996. Estratigrafía del Cuaternario de la Cuenca del Río Uruguay. Actas del 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos 4:15-25.
- Iriondo, M. y Drago, E., 1972. Descripción cuantitativa de dos Unidades Geomorfológicas de la Llanura Aluvial del Paraná Medio, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 27, 2: 143-154
- Iriondo, M. y Scotta, E., 1978. The evolution of the Paraná river Delta. En: Proceedings of the International Symposium of Coastal Evolution in the Quaternary: 405-418. Sao Paulo, Brazil.
- Iriondo, M y García, N. O. 1993. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18.000 years. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 101: 209-220.
- Iriondo, M., Krohling, D. and Orfeo, O., 1998. Tropical Realm (provinces of Corrientes and Misiones). In: Loess in Argentina: Temperate and tropical (Iriondo, M., Chairman), Paraná, Argentina, Excursion Guide 4: 1-27.
- Iriondo, M., D. Kröhling y O. Orfeo, 1997. La Formación Oberá, un sedimento eólico tropical. Primer Congreso Latinoamericano de Sedimentología 8° Congreso Geológico Venezolano. Sociedad Venezolana de Geólogos International Association of Sedimentologists.
- Iriondo, M., J. Stevaux and O. Orfeo, 1999. Fluvial characteristics of a typical tributary of the Uruguay River. International Symposium on Paleohydrology and Geomorphology of Large Rivers / Field Conference Araguaia 99. GLOCOPH IAG.
- Iriondo, M., J. Stevaux, y O. Orfeo, O., 2000. Caracterização geomorfológica e sedimentológica do arroio Los Muertos: um tributário típico da alta bacia do rio Uruguai. Revista Geociências, ISSN 0101-9082, Vol.19, Nro.1: 61-69.
- Iriondo, M. y Kröhling, D. 2008. Cambios ambientales en la cuenca del río Uruguay desde dos millones de años hasta el Presente. Universidad Nacional del Litoral. 127-144.
- Iriondo, M. y Orfeo, O.; 2012. El sistema sedimentario del río Bermejo. En: Aportes sedimentológicos a la geología del noroeste argentino (Marquillas, R., Sánchez, M. y Salfity, J.; Eds.) ISBN 978-987-26890-1-8. XIII Reunión Argentina de Sedimentología, Relatorio, 111-118.
- Iriondo, M. y O. Orfeo, 2014. Esquema hidrosedimentario de la cuenca del río Pilcomayo. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 140-141.
- Jalfin, G., 1987. Litofacies y paleocorrientes de la Formación Solari, provincia de Corrientes. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 42, 1-2: 101-111.
- Jalfin, G., 1988. Formación Ituzaingó (Plio-Pleistoceno) en Empedrado, provincia de Corrientes: un paleorío arenoso entrelazado tipo Platte. II Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 130-134. Buenos Aires.
- Kull, V., 1938. Descripción geológica de la provincia de Corrientes. Informe Inédito N° 7, Carpeta N° 60. Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires.
- Kostaschuck, R. and Orfeo, O., 2009. Wash load in the Paraná River, Argentina. 9th International Conference on Fluvial Sedimentology, Tucumán (Argentina), August 24-28, 2009.
- Kostaschuk, R., Shugar, D., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2009. Suspended sediment transport and deposition over a dune: Río Paraná, Argentina. Earth Surface Processes and Landforms, ISSN: 0197-9337, Wiley InterScience, Vol. 34: 1605 – 1611. DOI: 10.1002/esp.1847
- Lagorio, S. y Leal, P., 2005. Caracterización geoquímica de volcanitas tholeíticas de la Formación Serra Geral en la Provincia de Misiones. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 605-610, La Plata.
- Lagorio, S. y Leal, P., 2005. Niveles peperíticos intercalados en los derrames lávicos de Serra Geral. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 847-850, La Plata.
- Lane, S., Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Hardy, R.; 2008. Causes of rapid mixing at a junction of two large rivers: Río Paraná and Río Paraguay, Argentina. Journal of Geophysical Research – Earth Surface, ISSN 0148-0227, VOL. 113, F02019, doi:10.1029/2006JF000745.
- Lapidus, A., 1976. Yacimiento "La Calera" Mercedes Corrientes – Informe GeológicoEconómico. Inédito.
- Lelievre, J. y E. Navntoft, 1977. Mediciones del transporte de sedimentos en el río Paraná a la altura de Corrientes. Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables – ONU. Proyecto ARG/73/023, Corrientes, 11 p.
- Lena, R., 1971. Tareas de fotointerpretación para el "Plan de Reordenamiento y Expansión de las Colonias Oficiales de la Provincia de Corrientes" – Primera Etapa, Corrientes.

- Ligier, H., Vallejos, O. y Perucca, R.; 1997. Limitaciones por exceso de agua en los suelos de Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 31 p.
- Ligier, H., Vallejos, O., Perucca, A. y Matteio, H.; 1998. La erosión hídrica en la provincia de Corrientes. Aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos al Mapa Edafológico de la Provincia de Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 44 p.
- Lima, D., Campana, D., Amsler, M., Schreider, M. y Gaudin, H., 1990. Desplazamiento de dunas y carga de fondo en un tramo del río Paraná. XIV Congreso Latinoamericano de Hidrología, 12 p.
- Longarzo, R., 2007. El Sistema Acuífero Guaraní, en la Provincia de Misiones. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires. (Informe Inédito).
- Longobardi, E., 1968. El mapa Geocronológico y los Estudios de los Suelos de la Provincia de Corrientes. Ed. del Autor, Buenos Aires, 39 pp.
- Lutz, A., Anzótegui, L., Arce, F., Zurita, A. y Miño-Boilini, A.; 2008. Un nuevo aporte a la paleoflora de la provincia de Corrientes. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, UNNE, Corrientes.
- Maeder, E., 1978. Relevamiento de los fondos documentales de los archivos de la región nordeste argentina y de Asunción del Paraguay. Revista Estudios Regionales (Corrientes), 3.
- Manzi, R. y Fritschy, B., 1978. Paleocauce del Río Paraná. En: Semana de Geografía, GAEA 40: 1-21, Salta.
- Marengo, H., 2006. Micropaleontología y estratigrafía del Mioceno marino de la Argentina: las transgresiones de Laguna Paiva y del "Entrerriense Paranense". Tesis doctoral, UBA, 2006. Inédito: 246 pp.
- Marengo, H., Baumann, V. y Pereyra, F., 2002. Hoja Geológica 3160-III, Santa Fe, a escala 1:250.000. Provincias de Santa Fe y Entre Ríos. SEGEMAR, Buenos Aires. Boletín N° 337, 55 p.
- Methol, E., 1963. Estado Actual del Reconocimiento Geológico de Argentina. En: Función de la Evaluación de sus Recursos Naturales, en Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires, Tomo II: 103-259.
- Milia, J., 1974. Estudio sobre Tierras Rojas del Noreste de la Provincia de Corrientes. Posibilidad de Explotación Económica de sus Minerales, Consejo Federal de Inversiones, Cat. 17270: 216 pp.
- Milli, H., 1975. Transporte total de material de lecho en el río Paraná. VII Congreso Nacional del Agua, Actas: 129138.
- Miño-Boilini, A., Cerdeño, E. y Bond, M. Revisión del género *Toxodon* Owen, 1837 (Notoungulata: Toxodontidae) en el Pleistoceno de las provincias de Corrientes, Chaco y Santa Fe. Revista Española de Paleontología 21, 2: 93-103.
- Morton, L., 2004. Moluscos fósiles de agua dulce de la Formación Ituzaingó, Plioceno de Corrientes. En: Aceñolaza, F.G. (Coordinador-Editor) Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Miscelánea 12, 45-48.
- Morton, L. y Jalfin, G., 1987. Análisis de la Formación Ituzaingó en la localidad de Empedrado y alrededores, provincia de Corrientes, Argentina. II. Hallazgo del género *Mycetopoda* (M. *Herbsti* nov.sp.) y revisión de la malacofauna asociada con algunas consideraciones paleoecológicas. Revista FACENA, UNNE, Corrientes, 7: 207-221.
- Morton, L. y Sequeira, P.; 1991. Pelecípodos de agua dulce de la Formación Ituzaingó (Plioceno tardío) de la presa de Yacyretá, departamento Itapúa, Paraguay. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral. 22: 25-34.
- Motor Columbus y Asociados, 1978. Estudio de las crecidas del río Paraná. Entidad Binacional Yacyreta, Buenos Aires Asunción.
- Nágera, J., 1930. Areniscas rojas de Corrientes, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de La Plata, T. 20.
- Neiff, J., 1977. Investigaciones ecológicas en el complejo de la laguna Iberá en relación a diversas formas de aprovechamiento hídrico. Seminario sobre Medio Ambiente y Represas. Actas, 1: 70-87. Montevideo, Uruguay.
- Neiff, J., 1981. Panorama ecológico de los cuerpos de agua del nordeste argentino. 4° Jornadas Argentinas de Zoología, Actas: 115-151. La Plata, Buenos Aires.
- Neiff, J., 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. Interciencia, Venezuela, 15, 6: 424-441.
- Neiff, J., 1997. Ecología evolutiva del macrosistema Iberá (Corrientes, Argentina). Universidad Nacional del Litoral. Tesis de Maestría. 138 p.
- Neiff, J., 2004. El Iberá... ¿en peligro? Ed. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires, Argentina, 89 p.

- Neiff, J., Patiño, C. y Orfeo, O.; 1987. Pautas para el manejo de plataformas y taludes en áreas inundables. Serie Técnica CECOAL (ISSN 0327 0459), Corrientes, 2, 54 p.
- Neiff, J., Orfeo, O. y Depettris, C.; 1989. Flujo de materia orgánica en un río del Chaco Oriental (Argentina). Seminario Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras, HGLLII/54/TRA, 13 p. Olavarría, Buenos Aires.
- Neiff, J. y O. Orfeo, 2003. Aporte de materia orgánica de los humedales a ríos de sabana subtropical del Chaco, Argentina. En: Humedales de Iberoamérica (J.J. Neiff, Ed.). Publicación Especial del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED, España), ISBN 959-270-0362, pág. 142-152.
- Nicholas, A.P., Sandbach, S., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sandbach, S., Sambrook Smith, G.H. and Szupiany, R.N.; 2009. Reduced complexity modelling of the Rio Paraná. River Bifurcations Workshop, Durham University, UK.
- Nicholas, A., Sandbach, S., Amsler, M., Ashworth, P., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sambrook Smith, G., and Szupiany, R.; 2012.
- Noriega, J., Carlini, A. y Tonni, E.; 2004. Vertebrados del Pleistoceno tardío de la cuenca del arroyo Ensenada (Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos, Argentina). Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica (Misceláneas) 12: 71-76.
- Noriega, J., Manzano, A., De la Fuente, M. y Tonni, E.; 2000. Un Testudininae gigante (Chelonii: Criptodira) del Pleistoceno de la provincia de Corrientes, Argentina. Ameghiniana 37 (3): 321-326.
- Modelling hydrodynamics in the Rio Paraná, Argentina: An evaluation and intercomparison of reduced complexity and physics based models applied to a large sand-bed river. Geomorphology, (Elsevier, Holanda), ISSN 0169-555X, 169/170: 192-211.
- Oliveira, E. V. 1992. Mamíferos fósseis do Quaternario do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), 118 pp.
- Oliveira, E.V. 1999. Quaternary vertebrates and climates from southern Brazil. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula 12, 61-73.
- Oliveira, E.V., 1996. Mamíferos Xenarthra (Edentata) do Quaternario do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Ameghiniana 33 (1): 65-75.
- Orfeo, O. y G. Jalfin, 1983. Textura y dinámica de los sedimentos de fondo del río Paraná entre Corrientes y Esquina (Prov.de Corrientes). 45º Reunión de Comunicaciones de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral.
- Orfeo, O. y C. Depettris, 1989. Sedimentos suspendidos en ríos de la llanura chaqueña, 19 pág. Seminario Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras. UNESCO-CONAPHI.
- Orfeo, O. y C. Depettris, 1992. Erosión fluvial en la cuenca del río Bermejito (Prov. del Chaco, Argentina). Revista Ambiente Subtropical, 2: 15-32.
- Orfeo, O., 1995. Sedimentología del río Paraná en el área de confluencia con el río Paraguay. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 289 pág.
- Orfeo, O., 1995. Nueva jerarquización de barras y canales en grandes ríos entrelazados de llanura subtropical. IX Sesión de Comunicaciones Científicas y Técnicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1996. Sedimentación en barras agradacionales del río Paraná: significado de parámetros texturales. Sexta Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 1996. Criterios para la clasificación de barras en grandes ríos entrelazados de llanura subtropical. Sexta Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 1996. Sedimentología del río Paraná en el área de su confluencia con el río Paraguay. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, N° 0658: 289 p.
- Orfeo, O., 1996. Antiguo cauce del río Paraguay: análisis geológico y paleohidrológico. Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1996. Geomorfología del sistema fluvial Paraguay-Paraná en el área de su confluencia. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Asociación Geológica Argentina.
- Orfeo, O., 1997. Distribución de áreas de erosión, transporte y sedimentación en un segmento del río Paraná (Corrientes, Argentina). VIº Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Asociación de Ciencias Naturales del Litoral.
- Orfeo, O., 1997. Sedimentología de ambientes fluviales actuales en áreas de llanura subtropical. Primer Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente. Asociación Argentina de Sedimentología.

- Orfeo, O., 1997. Comparación sedimentológica y geomorfológica de los ríos Paraná y Paraguay en su área de confluencia. Primer Congreso Latinoamericano de Sedimentología 8° Congreso Geológico Venezolano. Sociedad Venezolana de Geólogos International Association of Sedimentologists.
- Orfeo, O., 1998. Temperate and tropical loess in Argentina: a textural comparison. International Joint Field Meeting "Loess in Argentina: Temperate and Tropical". INQUA.
- Orfeo, O. y C. Patiño, 1998. Efectos de la descarga sedimentaria de los ríos Bermejo, Paraguay y Paraná en la sección Corrientes Resistencia. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1998. Reconstrucción morfológica y paleohidrológica de un tramo abandonado del río Paraguay inferior (Argentina). Revista de la Asociación Geológica Argentina, ISSN 0004-4822, 53 (3): 348-353.
- Orfeo, O., 1999. Sedimentological characteristics of small rivers with loessic headwaters in the Chaco, South America. Quaternary International, (Elsevier, Holanda) ISSN 1040-6182, 62: 69-74.
- Orfeo, O. and J. Stevaux, 1999. Hydraulic and morphologic characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). Yangtze Fluvial Conference. International Association of Geomorphologists Large Rivers Working Group.
- Orfeo, O., 2000. Cambios longitudinales de variables hidrológicas, sedimentológicas y geomorfológicas del río Paraná (Brasil y Argentina). II Congreso Latinoamericano de Sedimentología VIII Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 2000. Paleoambientes sedimentarios en el noreste de Corrientes. II Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O. y A. Ruberto, 2000. Zonas de riesgo para obras contra inundaciones (Río Bermejo, Chaco). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O. y A. Ruberto, 2000. Evolución morfológica del río Bermejo inferior en relación a obras de ingeniería (Chaco). Taller anual del Programa 002 (CAID'96) y Proyectos Asociados. Grupo de Estudios del Cuaternario INQUA.
- Orfeo, O., 2002. Rasgos paleoambientales del nordeste argentino. En: Atlas de Anfibios y Reptiles de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa (Argentina), Alvarez, B.B.; R. Aguirre; J. Céspedes; A. Hernando; y M. Tedesco. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE), Argentina, ISBN 950-656065-X, Parte V, pág. 33-36.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2002. Sedimentos suspendidos del río Paraná (Corrientes, Argentina): variabilidad quincenal durante el año hidrológico. IX Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2002. Variación quincenal de la concentración y tamaño de sólidos suspendidos del río Paraná (Corrientes, Argentina). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O. and J. Stevaux, 2002. Hydraulic and morphologic characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). Geomorphology, (Elsevier, Holanda), ISSN 0169-555X, 44 (3/4): 309-322.
- Orfeo, O., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Kostaschuck, R., Hardy, R., Franklin, M., Roberts M., and Fraser, J., 2004. Formas de fondo y dinámica hidrosedimentológica en la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay (Corrientes, Argentina). X Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 2005. Historia Geológica del Iberá, provincia de Corrientes, como escenario de biodiversidad. En: Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II (F.G.Aceñolaza, Coordinador). INSUGEO, ISBN987-9390-695 – ISSN 1514-4836. Miscelánea, 14: 71-78.
- Orfeo, O. y Gustin, A., 2005. Colapso de Puente Lavalle por erosión fluvial (río Bermejo, Chaco y Formosa). IV Taller de Sedimentología y Medio Ambiente, Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 2006. Dynamics of sediment transport in two subtropical plain rivers of South America. Zeitschrift Für Geomorphologie, ISSN 0372-8854, Berlin-Stuttgart, Suppl.-Vol: 145: 229-241.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Hardy, R., Kostaschuk, R., and Lane, S., 2006. Morphology and flow structure in a large confluence-diffuence: where is the helical flow? River Flow 2006, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.

- Orfeo, O., Brea, D., Patiño, C., Amsler, M. y Ramonell, C., 2006. Distribución tridimensional de sedimentos transportados en suspensión por el río Bermejo inferior (NE de Argentina). IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Lane, S., Hardy, R. and Kostaschuck, R., 2007. Wash load dispersion at a large South American confluence: the Paraná-Paraguay junction (Corrientes, Argentina). Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.
- Orfeo, O. y J. J. Neiff, 2008. Esteros del Iberá: un enorme laboratorio a cielo abierto. En: Sitios de interés geológico de la República Argentina. (Ed. CSIGA, 446 pág.), Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, ISSN 0328-2325, Buenos Aires, Anales 46, I, 415-425.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Lutz, A. and Zurita, A., 2009. The Paraná River: from Pleistocene to the Present. Argentinean Fluvial Basins (Ibañez, L. M.; Moyano, M. S. and Aceñolaza, G. F.; Eds.) ISSN 1852 – 4796, Basin Analysis Series, I: 155-186.
- Orfeo, O. and M. Iriondo, 2010. The megafan of the Paraná River from the Pleistocene to the Present. 18th International Sedimentological Congress, Mendoza (Argentina), pp 663.
- Orfeo, O., M. Sartirana and P. Suárez, 2010. Sediment transport of Pilcomayo River: qualitative and quantitative variations at Misión La Paz (Salta, Argentina). 18th International Sedimentological Congress, Mendoza (Argentina), pp 664.
- Orfeo, O., Best, J., Parsons, D., Iriondo, M., Lutz, A., Zurita, A.; 2010. Río de la Plata: from Pleistocene to the Present. In: del Papa, C. and Astini, R. (Eds.), Field Excursion Guidebook, 18th International Sedimentological Congress, Mendoza, Argentina, FE-C5, pp.1-41
- Orfeo, O., Georgieff, S., Anís, K. y Rizzo, G., 2011. Depósitos sedimentarios modernos y antiguos del río Paraná: un análisis comparativo. XXIII Congreso Nacional del Agua, 101109.
- Orfeo, O. y Iriondo, M.; 2012. Sedimentología de los ríos Pilcomayo y Bermejo (Argentina). Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes, 157-158.
- Orfeo, O. y Iriondo, M.; 2013. Transported sediment in the last stretch of the Pilcomayo River: features and trends. International Conference on Fluvial Sedimentology, Leeds, UK, Abstracts: 384.
- Orfeo, O.; 2014. Dinámica de sedimentos suspendidos en un meandro del río Bermejo. XIX Congreso Geológico Argentino, Córdoba, Resumen T1-35.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2014. Concentración, distribución y tamaño de sedimentos suspendidos en el último meandro del río Bermejo. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 208-209.
- Orfeo, O., F. Colombo y J. Neiff; 2014. Desplazamientos laterales del cauce del río Paraná en las cercanías de la ciudad de Corrientes (Argentina) durante el Cuaternario. Características y significado sedimentario. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 206-207.
- Orfeo, O., 2016. Esteros del Iberá. Diccionario histórico de las Ciencias de la Tierra en Argentina (ISBN 978-9873864-27-8), Museo de La Plata, Protohistoria Ediciones, 147-149
- Orlando, H., 1949. Nota preliminar sobre la geología de las barrancas del río Paraná en el Dpto. de Goya y Lavalle, provincia de Corrientes; Notas del Museo de La Plata, tomo XIV – Geología, N° 53
- Ortiz Jaureguizar, E. y Cladera, G.A. 2006. Paleoenvironmental evolution of Southern South America during the Cenozoic. *Journal of Arid Environments* 66: 498-532
- Pacella, L. 2015. Micropólenes de la Fm. Solari. Corrientes. Informe Inédito.
- Padula, E. y Mingramm, C. Estratigrafía, distribución y cuadro geotectónico-sedimentario del Triásico en el subsuelo de la llanura Chaco-santafecina. 3ras Jornadas Geológicas Argentinas, Actas, 1: 291-331.
- Panigatti, J.; 2010. Argentina: 200 años, 200 suelos. Ediciones INTA, Buenos Aires, 345 p Papadakis, J., 1950. Informe Preliminar sobre Suelos de Corrientes. IDIA, INTA, Suplemento N°1.
- Parsons, D., J. Best, O. Orfeo, S. Lane, R. Kostaschuck, R. Hardy, M. Franklin, M. Roberts, and J. Fraser, 2003. The morphology, flow and sediment dynamics of the Rio Parana Rio Paraguay confluence. British Sedimentological Research Group Annual General Meeting.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2003. The morphology of the Rio Paraná-Rio Paraguay confluence obtained from multibeam echo sounder survey. British Sedimentological Research Group annual conference workshop on 'Measurement and monitoring of morphologies and flows: techniques and progress, School of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK.

- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2003. The morphology, flow and sediment dynamics of the Rio Paraná-Rio Paraguay confluence. British Sedimentological Research Group annual conference, School of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2004. 'The Morphology, Three Dimensional Flow and Sediment Dynamics of a Large River Confluence: the Rio Paraná and Rio Paraguay, NE Argentina.' Paper presented at 2004 Joint Assembly American Geophysical Union (AGU) and Canadian Geophysical Union (CGU), Montréal, Canada.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Franklin M.C., 2004. The morphology and sediment dynamics of a large river confluence: the Rio Paraná and Rio Paraguay, NE Argentina. River Flow 2004, Second International Conference on Fluvial Hydraulics, Department of Hydraulic and Environmental Engineering, Girolamo Ippolito University of Napoli Federico II, Naples, Italy (Paper Number A1106).
- Parsons, D.R. J.L. Best, S.N. Lane, R. Kostaschuk, O. Orfeo, R.J. Hardy, 2004. The morphology and flow fields of 3D dunes, Rio Paraná, Argentina: results from simultaneous multibeam echo sounding and acoustic Doppler profiling. Poster presented to the International Workshop Marine Sandwave and River Dune Dynamics II (MARID2004), University of Twente, Enschede, The Netherlands.
- Parsons, D.R., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Franklin, M., Hardy, R. and Fraser, J., 2004. The morphology and flow fields of three-dimensional dunes, Rio Paraná, Argentina: results from simultaneous Multi-beam Echo Sounding (MBES) and Acoustic Doppler Current Profiling (ADCP). AAPG Annual Meeting, Dallas Convention Center, USA.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Hardy R.J., Orfeo O. and Kostaschuk R., 2004. The morphology, 3D flow structure and sediment dynamics of a large river confluence: the Río Paraná and Río Paraguay, NE Argentina. In: River Flow 2004, (Greco, M., Carravetta, A. and Della Morte, R., Eds.), ISBN 90 5809 658 0, Balkema Publishers, London, Vol. 1, 43 – 48.
- Parsons, D., J. Best, O. Orfeo, R. Hardy, R. Kostaschuck, & S. Lane, 2005. Morphology and flow fields of threedimensional dunes, Río Paraná, Argentina: results from simultaneous multibeam echo sounding and acoustic Doppler current profiling. Journal of Geophysical Research, ISSN 0148-0227, Vol. 110, F04S03, doi: 10.1029/2004JF000231
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O. and Hardy, R., 2005. Fluid dynamics and morphology of the Río Paraná Paraguay confluence, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O. and Hardy, R., 2005. Morphology and mean flow structure in a large confluence-diffuence: Río Paraná, Argentina. Submitted to the 4th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, University of Illinois, USA.
- Parsons, d., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Hardy, R., and Shugar, D., 2006. Morphology, flow and sediment transport over a natural 3D dune field: Rio Paraná, Argentina. River Flow 2006, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.
- Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Amsler, M., Lane, S., Kostaschuk, R., Szupiany, R. and Hardy, R., 2006. Braid-bar confluence constrictions and expansions on the Rio Paraná: morphology, flow, and implications. Jornada sobre Hidráulica Fluvial. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., and Hardy, R. Morphology, Fluid Dynamics, and Mixing at the Rio Paraná Paraguay Confluence, Argentina, 2006 IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Orfeo, O., Kostaschuck, R. and Hardy, R., 2006. Morphology, flow and sediment transport over a natural 3D dune field: Rio Paraná, Argentina. IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Amsler, M. and Hardy, R., 2006. Sediment dynamics of a large river confluence with marked contrast of transport in suspension: the Bermejo and Paraguay Rivers (Argentina). IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Lane, S., and Hardy, R., 2007. Monitoring flow and morphodynamics at the Paraná-Paraguay confluence. Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.

- Parsons, D.R., Best, J.L., Lane, S.N., Orfeo, O., Hardy, R.J., and Kostaschuk, R., 2007. Form roughness and the absence of secondary flow in a large confluence-diffuence, Rio Paraná, Argentina. *Earth Surface Processes and Landforms*, ISSN: 0197-9337, Wiley InterScience, Vol. 32: 155 – 162.
- Pascual, R. y Bondesio, P. 1982. Un roedor Cardiatheriinae (Hydrochoerydae) de la Edad Huayqueriense (Mioceno tardío) de La Pampa. *Sumario de los ambientes terrestres en la Argentina durante el Mioceno*. *Ameghiniana* 29 (1-2): 19-35.
- Passeggi, E., 1996. Variaciones Mineralógicas de los Sedimentos de Lecho en Cauces Secundarios de la Llanura Aluvial del Río Paraná. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51, 2.
- Patiño, C. y O. Orfeo, 1999. Impactos de las rutas sobre el escurrimiento y del escurrimiento sobre las rutas en la llanura aluvial del Bajo Paraná. *Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*.
- Pedersen, H., Ginsbarg, H. y Wrigge, F., 1944. Fundamentos del Proceso de Pedersen para la producción de Alúmina. *Metall and Erz*, 41, 32/5 (en castellano) 9 pp.
- Pedrozo, F. y Orfeo, O., 1986. Evaluación de sólidos suspendidos en algunos ríos del nordeste argentino: empleo de filtros. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 17, 1-4: 61-66.
- Perazzo, R., 1963. Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Paraná en la zona del Apipé. *Revista Ciencia e Investigación*, XIX, 11.
- Podestá, F., 1899. Un nuevo fósil: el Ameghinotherium Curuzucuaense. *Revista Escuela Positiva*, 5: 1-8.
- Popolizio, E., 1963. Un Problema de Geomorfología aplicada en la Provincia de Corrientes. *Universidad Nacional de Rosario, Dto. Ciencias Geológicas*.
- Popolizio, E., 1966. Problemas Geomorfoclimáticos en la Provincia de Corrientes. *Bol. GAEA – Nº 68-70*.
- Popolizio, E., 1966. Causas Geográficas de los desplomes y deslizamientos de las riberas del río Paraná y en especial en la ciudad de Corrientes. *Revista LAMDA (Rosario)*, Nº 6-7.
- Popolizio, E., 1966. Sobre algunos rasgos estructurales del Centro-Sur de la provincia de Corrientes *Nota Previa*. *LAMDA, Rev. Universitaria* Nº 9-10.
- Popolizio, E., 1969. Contribución Geomorfológica de la Provincia de Corrientes. *XXII Congreso Brasileiro de Geologia (Belo Horizonte) – Instituto de Fisiografía y Geología de la Universidad Nacional de Rosario, Serie A, Notas*.
- Popolizio, E., 1969. Geomorfología del valle del Riachuelo provincia de Corrientes. *Semana de Geografía*. 31, San Carlos de Bariloche.
- Popolizio, E., 1969. Tentativa de comparación de los tipos de contactos de cuencas sedimentarias con las áreas cristalinas del Brasil y la Argentina. *Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador de Bahía*.
- Popolizio, E., 1970. Algunos Rasgos de la Geomorfología del Nordeste Argentino *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 11, Suplemento 17-36.
- Popolizio, E., 1971. Contribución a la Geomorfología del NE. Argentino – *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*.
- Popolizio, E., 1975. Causas geográficas de los desplomes y deslizamientos de las riberas del río Paraná y en especial en la ciudad de Corrientes. *Revista Geociencias (Resistencia)*, 3 (5): 1-18.
- Popolizio, E., 1975. El SeudoKarst y su Importancia en los Estudios Hidrológicos del NEA. *Centro de Geociencias Aplicadas, UNNE, Resistencia, Chaco, Serie C, Investigación*, 1, 14 pp.
- Popolizio, E., 1977. Contribución a la geomorfología de la provincia de Corrientes. *Centro de Geociencias Aplicadas, UNNE, Resistencia, Resistencia, Chaco*, 7: 1-45.
- Popolizio, E., 1980. Geomorfología del nordeste argentino (áreas inundadas e inundables). *Seminario sobre planeamiento y manejo de áreas anegables. Instituto Correntino del Agua, Corrientes*. 40 p. Corrientes.
- Popolizio, E., 1981. Geomorfología del Macrosistema Iberá. En: *Estudio del Macrosistema Iberá. Gobierno Provincia de Corrientes, Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Publicación especial* 1 (2), 234 p.
- Popolizio, E., 1981. Diagnóstico del macrosistema del Iberá, Corrientes. *Informe final del Convenio. Provincia de Corrientes (ICA)/INCYTH*, 13 vol. Corrientes, Argentina. 1981.
- Popolizio, E., 1985. Geomorfología de la provincia de Corrientes. En: *Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes (Herbst, R. y Santa Cruz, J.; Eds.)*. *D'Orbignyana*, 2: 1-51.

- Purnell, M. y Hein, N.; 1969. Los Suelos de la Estación Experimental Agropecuaria Mercedes, Provincia de Corrientes, Concepción del Uruguay, INTA Centro Regional Entrerriano.
- P&T consultora SRL. – SNC Lavalin International, 2007. Transectas geológicas de la República Argentina. Carpeta N° 6. Mendoza.
- Rabassa, J., Coronato, A.M., Salemme, M., 2005. Chronology of the Late Cenozoic Patagonian glaciations and their correlation with bistratigraphic units of the Pampean region (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 20 (1-2): 81-103
- Ramonell, C., Amsler, M., Orfeo, O. y Perez, M., 2006. Sinuosity changes around an artificial constriction in a meandering river: the Bermejo River case (Argentina). IAG Regional Conference on Geomorphology – VI Brazilian Symposium in Geomorphology, Goiânia, Brazil.
- Ramonell, C. G.; Amsler, M. L.; Orfeo, O.; Montagnini, M. D. y Perez, M. J. Morphologic and sediment transport adjustments around an artificial point constriction in a large meandering river (Bermejo River, Argentina). Submitted to 5th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics (RCEM2007). University of Twente in Enschede, The Netherlands, September 17 – 21, 2007.
- Ramonell, C., Amsler, M., Orfeo, O., Montagnini, M. y Perez, M., 2007. Ajustes morfológico-sedimentarios del río Bermejo en torno al puente Lavalle (Chaco argentino.). Tercer Simposio Regional sobre hidráulica de ríos, UNC, Córdoba.
- Ramos, V., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Anales: 29 (3): 41-96.
- Reesink, A., Amsler, M., Ashworth, P., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., SambrookSmith, G., Sandbach, S., Szupiany, R., 2008. The influence of finegrained sediment on the architecture of mid-channel bars in one of the world's largest braided rivers: Río Paraná River, Argentina. Annual British Sedimentological Research Group Meeting, University of Liverpool, December 2008.
- Reesink, A., Ashworth, P., Sambrook Smith, G., Best, J., Parsons, D., Amsler, M., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Sandbach, S., Simpson, C., Szupiany, R.; 2014. Scales and causes of heterogeneity in bars in a large multi-channel river: Río Paraná, Argentina. *Sedimentology*, Blackwell Publishing, ISSN 0037-0746, *Sedimentology*, doi: 10.1111/sed.12092, 1-31.
- Riggi, A., 1936. Datos geológicos sobre el departamento de Paso de los Libres (Corrientes). *Physis*, 12, 43.
- Riggi, J. y Riggi, N., 1964. Meteorización de los basaltos en Misiones. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, XIX, 1: 57-70.
- Rimoldi, H., 1962. Aprovechamiento del Río Uruguay en la Zona de Salto Grande. Estudio geológico geotécnico para la presa de compensación proyectada en Paso Hervidero (Provincia de Entre Ríos.) *Anales de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas*. (Tomo II). Buenos Aires..
- Rimoldi, H., Roellig, F. y Sesana, F., 1975. Sobre la inestabilidad de los basaltos de Ayuí. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica Actas, 6: 73-94, Buenos Aires.
- Roca de Namías Malbrán, E., 1959. Referencias hidrogeológicas y económicas de Apipé (Río Paraná). *Boletín GAEA*, 41-42.
- Rossi de García, E., 1965. Informe Relacionado con el Estudio de las Arenas Aflorantes en la Barranca de Paraná, entre La Paz (Entre Ríos) y Empedrado (Corrientes) Instituto Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, (Informe Inédito) 739 pp
- Russo, A., Ferello, R. y Chebli, G. Llanura Chaco-Pampeana. II Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, I: 139-184. Córdoba.
- Sambrook Smith, G. H., Ashworth, P. J., Best, J. L., Lunt, I. A., Orfeo, O. and Parsons, D.R., 2009. The sedimentology and alluvial architecture of a large braid bar, Río Paraná, Argentina. *Journal of Sedimentary Research* (DOI: 10.2110/jsr.2009.066), 79: 629-642.
- Sambrook Smith, G., Best, J., Orfeo, O. and Zinger, J.; 2013. The alluvial architecture of a fine-grained meandering river: the Río Bermejo, Argentina. *International Conference on Fluvial Sedimentology*, Leeds, UK, Abstracts: 217.
- Sandbach, S.D., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H. and Szupiany, R.N.; 2009. Flow structures and processes in the Río Paraná. *British Society for Geomorphology (BSG) Annual Conference*, Durham University.

- Sandbach, S.D., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., and Szupiany, R.N.; 2010. Three-dimensional modelling of a very large river; the Rio Paraná. IAHR River Flow 2010 Conference, Braunschweig, Germany.
- Santa Cruz, J., 1977. Avances en el conocimiento hidrometeorológico e hidrogeológico del Sistema del Iberá, Informe Inédito. INCYTH, Buenos Aires.
- Santa Cruz, J., 1981. Bases hidrogeológicas generales de la provincia de Corrientes. VIII Congreso Geológico Argentino, Actas, IV: 231-242. San Luis
- Scartascini, G., 1979. La erosión hídrica y la sedimentación fluvial en la Cuenca del Plata. Revista IDIA, 379-384: 17-23.
- Schereiter, R., 1937. Un posible origen de la laguna Iberá. Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Tomo 5.
- Schewzow, V.; 1998. Factibilidad de Inversión Minera en la Provincia de Corrientes, Consejo Federal de Inversiones.
- Scillato-Yané, G.J., Tonni, E. P., Carlini, A.A. y Noriega J.I. 1998. Nuevos Hallazgos de Mamíferos del Cuaternario en el Arroyo Toropí, Corrientes, Argentina. Aspectos Bioestratigráficos, Paleoambientales y Paleozoogeográficos. 6° Congreso Latinoamericano de Geología y 10° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 1: 263-268.
- Scillato-Yané, G., Carlini, A., Tonni, E., Noriega, J. y Kemer, R.; 2002. Holmesina paulacoutoi, un pampaterio septentrional y la importancia de su registro en el Cuaternario de la Mesopotamia argentina. VIII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas. Corrientes.
- Scillato-Yané, G.J., Carlini, A.A., Tonni, E.P. y Noriega, J.I. 2005. Paleobiogeography of the late Pleistocene pampatheres of South America. Journal of South American Earth Sciences 20: 131-138.
- Shugar, D., Kostaschuk, R., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2007. Suspended sediment dynamics over a dune in the Río Paraná. Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.
- Shugar, D., Kostaschuk, R., Best, J., Lane, S., Parsons, D., Orfeo, O. and Hardy, R.; 2010. Wavelet analysis of flow and suspended sediment transport over a crest of a sand dune, Río Paraná, Argentina. Sedimentology (doi:10.1111/j.1365-3091.2009.01110.x), Blackwell Publishing, ISSN 0037-0746, 57: 252-272.
- Stipanovic, P. y Linares, E., 1975. Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina. I Parte: años 1960-1974. Publicación Especial de la Asociación Geológica Argentina, Serie B, 3: 1-63.
- Szupiany, R., Parsons, D., Best, J., Amsler, M., y Orfeo, O., 2006. Morfología y corrientes secundarias en una confluencia con cauces discordantes, río Paraná, Argentina. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guayana, Venezuela.
- Tcheichuilí, L. y Hevia, R. Cerámica del basalto. CIIM-INTI, Buenos Aires, 12 pp.
- Teruggi, M., 1955. Los basaltos tholeíticos de Misiones. Notas Museo de La Plata, XVIII (70): 272-277.
- Teruggi, M., 1970. Bosquejo geológico del Paraguay y de la provincia de Corrientes. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Suplemento: 1-16
- Tófaló, O., 1987. Facies de loess y calcretes pedogenicos de la Formación Arroyo Avalos (Oligoceno) Entre Ríos y Corrientes, Argentina.
- Tófaló, O., Marengo, H., y Wilson, C., 2008. Las Formaciones Guichón y Mercedes (Cretácico), en la provincia de Corrientes. XII Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: Buenos Aires.
- Tonni, E. P. 1992. Tapirus Brisson, 1762 (Mammalia, Perissodactyla) en el Lujanense (Pleistoceno superior-Holoceno inferior) de la provincia de Entre Ríos, República Argentina. Ameghiniana 21 (1): 3-8.
- Tonni, E. P. y Scillato-Yané, G. J. 1997. Una nueva localidad con mamíferos pleistocenos en el Norte de la Argentina. Aspectos paleozoogeográficos. 6° Congreso da Associacao Brasileira de Estudos do Quaternario e Reuniao sobre o Quaternario da America do Sul, Anais: 345-348. Curitiba, Brasil.
- Tonni, E.P., Cione, A.L. y Figini, A.J. 1999. Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 147: 257-281.
- Tonni, E. P., Huarte, R., Carbonari, J. E. y Figini, A. J. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires, Argentina): palaeoclimatic significance. Quaternary International 109-110: 45-48.

- Tonni, E., Carlini, A., Zurita, A., Frechen, M., Gasparini, G., Budziad, D. y Kruck, W., 2005. Cronología y bioestratigrafía de las faunas del Pleistoceno aflorantes en el Arroyo Toropí, provincia de Corrientes, Argentina. IIº Congreso Latino-Americano Paleontología de Vertebrados. Río de Janeiro, Brasil.
- Tonni, E.P. 2007. Geología del Cuaternario de las regiones Mesopotámica y Pampeana de la Argentina. Sessão Geologia Quaternário do rs: Integrando Conhecimentos. Resumos 1718R
- Torra, R., 1996. Aplicación de la técnica de muestreo peeling a las arenas de la Formación Ituzaingó (¿Plioceno superior?), en la localidad de Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas. 8 : 5-6. Corrientes.
- Torra, R., 1997. Genesis and age of the Ituzaingó Formation sands, northeastern Argentina: a preliminary note. 18th Regional European Meeting of Sedimentology. Heidelberg. GAEA Heidelbergensis Abstracts. p. 340. Alemania.
- Torra, R., 1997. Peeling technique using nitrocellulose lac applied to friable Ituzaingó Formation sands (Miocene) at Empedrado, Corrientes Province, northeastern Argentina, South America. 18th Regional European Meeting of Sedimentology. Heidelberg. GAEA Heidelbergensis Abstracts. p. 341. Alemania.
- Torra, R., 1997. A Preliminary Approaching to Depositional Environment of the Ituzaingó Formation sands (Miocene), northeastern Argentina. 1st Latin American Congress of Sedimentology. Margarita Island. Venezuela.
- Torra, R., 1997. Reconnaissance of tidal bundles by means of the fast Fourier transformation. Ituzaingó Formation sands (Miocene), northeastern Argentina. 1st Latin American Congress of Sedimentology: 315 – 321. Margarita Island. Venezuela.
- Torra, R., 1997. Proveniencia de las arenas de la Formación Ituzaingó, entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. VI Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Actas. p. 181-183. Corrientes.
- Torra, R., 1997. Aplicación de la técnica de muestreo peeling a las arenas de la Formación Ituzaingó (Miocene), en la localidad de Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería. 11 (2): 87-90.
- Torra, R., 1997. Microscopía de Barrido Electrónico (SEM) aplicado al estudio de las arenas con estratificación curvada (hummocky cross-stratification) de la Formación Ituzaingó (Miocene), Nordeste de Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas, 8: 187-190. Corrientes.
- Torra, R., 1997. Aplicación de la transformada rápida de Fourier para el reconocimiento de haces mareicos (tidal bundles) en las estructuras de las arenas de la Formación Ituzaingó (Miocene), Nordeste de Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas, 8 : 191-192. Corrientes.
- Torra, R., 1998. Architectural analysis of the Ituzaingó Formation sands, Northeastern Argentina, South America. Gecongress 98, Geological Society of South Africa. Pretoria. Sudáfrica.
- Torra, R., 1998. A Brief stratigraphy and paleogeography of the Miocene sea at the Mesopotamia Region, Northeastern Argentina, South America. Gecongress 98. Geological Society of South Africa. Pretoria. Sudáfrica.
- Torra, R., 1998. Depositional Environment of the Ituzaingó Formations Sands (Miocene), Northeastern Argentina, South America. 1998 AAPG International Conference & Exhibition. Rio de Janeiro. Brasil.
- Torra, R., 1998. A new age (Miocene) and a new environment depositional system for pelitic Toropí and Yupoí Formations, Corrientes Province, Argentina, South America. 15th International Sedimentological Congress. Alicante. España, p. 767.
- Torra, R., 1998. Paleocurrent analysis applied to resolve depositional environment system. The case of the Ituzaingó Formation sands (Miocene), Corrientes Province, Argentina. South America. 15th International Sedimentological Congress. Alicante. España. p. 768.
- Torra, R., 1998. Estructuras sedimentarias marinas diagnósticas en las arenas de la Formación Ituzaingó (Miocene Medio), entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, Mesopotamia de Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería. 12 (1): 75-86.
- Torra, R., 1998. Estructuras sedimentarias diagnósticas en las arenas de la Formación Ituzaingó (Miocene medio), entre Itatí y Empedrado, provincia de Corrientes, República Argentina. X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica. Buenos Aires.
- Torra, R., 1998. Estudio de paleocorrientes en las arenas de la Formación Ituzaingó (Miocene medio), en la Mesopotamia Argentina. VII Reunión Argentina de Sedimentología. Salta.

- Torra, R., 1999. Reinterpretación sedimentológica y edad de las Formaciones Paraná, Ituzaingó, Toropí, Yupoi y Puelches (Mioceno Medio), Mesopotamia de Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería.
- Turner, J., 1956. Informe sobre aprovechamiento de areniscas y su posible aplicación, Mercedes, Corrientes. Dirección Nacional de Minería, Informe Inédito, Carpeta N° 327, Buenos Aires.
- Ueltschi, E., 1986. Posibilidades del Aprovechamiento de las Lateritas de la Provincia de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones. Expediente 1127/12123, Informe Final, Buenos Aires.
- Ueltschi, E., 1987. Posibilidades del Aprovechamiento de las Lateritas de la Provincia de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones. Etapa II, Informe Final, Buenos Aires, 28 pp.
- Viggiano, E., Orfeo, O., Titón de Oreggione, S. y Medina, E.; 1988. Áreas de yacimientos alternativos de lateritas en el noreste de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones – Gobierno de la provincia de Corrientes, Informe Final 1618, 82 pp.
- Viggiano, E., O. Orfeo y E. Medina, 1988. Yacimientos lateríticos en la provincia de Corrientes (Argentina). VI Panel de Geología del Litoral 1º Reunión de Geología del
- Uruguay. Asociación de Ciencias Naturales del Litoral (Argentina) Universidad de la República (Uruguay). Wildner, W., Hartmann, L., y Lopes, R., 2007. Serra Geral magmatism in the Paraná Basin, a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. Problems in the Western Gondwana Geology, I Workshop – South America – África, v. 1, pp. 189–197. Gramado, Brasil.
- Yamskikh, A., J. Stevaux y O. Orfeo, 1999. Correlación intercontinental de eventos paleoecológicos y paleohidrológicos en las cuencas de los ríos Yenisei (Siberia Central, Rusia) y Paraná (Brasil y Argentina). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Zabert, L. y R. Herbst, 1977. Revisión de la microfauna Miocena de la Formación Paraná (entre Victoria y Villa Urquiza, prov.de Entre Ríos, Arg.) con algunas consideraciones estratigráficas. Revista FACENA-UNNE 1: 131-164.
- Zacarias, G. y De la Fuente, M. Registro fósil de Testudines del pleistoceno en la provincia de Corrientes, Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. UNNE. Corrientes.
- Zacarias, G., De la Fuente, M., Fernández, M. y Zurita, A., 2012. Nueva especie de tortuga terrestre gigante del género *Chelonoidis* Fitzinger 1835 (Cryptodira: Testudinidae), del miembro inferior de la Formación Toropí/Yupoí (Pleistoceno tardío/ Lujanense), Bella Vista, Corrientes, Argentina. *Ameghiniana*.
- Zurita, A. E. y A. I. Lutz. 2001. La fauna Pleistocena de la Formación Toropí en la Provincia de Corrientes (Argentina). *Mastozoología Neotropical*. 9(1): 47-56.
- Zurita, A. E., Scillato-Yané, G. J. y Carlini, A. A. 2005. Palaeozoogeographic, biostratigraphic and systematic aspects of the genus *Sclerocalyptus* Ameghino 1891 (Xenarthra, Glyptodontidae) of Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 20: 120-129.
- Zurita, A. E. 2007. Sistemática y evolución de los Hoplophorini (Xenarthra, Glyptodontidae, Hoplophorinae. Mioceno tardío-Holoceno temprano). Importancia bioestratigráfica, paleobiogeográfica y paleoambiental. Tesis Doctoral (Inédita), Universidad Nacional de La Plata, 367 p.
- Zurita, A., A. Miño Boilini, A. Francia, G. Erra, M. Alcaraz, A. Carlini, A. Lutz, y J. Friedrichs, 2014. Paleontología y cronología del Cuaternario de las provincias de Corrientes y Formosa, Argentina. *Acta geológica Lilloana* 26 (1): 75–86.

BIBLIOGRAFÍA EN ETAPAS

En base a lo señalado en el capítulo correspondiente, a continuación se señalan las contribuciones más significativas de cada etapa.

Primera Etapa (1827 -1929)

Se consignan aquí los trabajos más relevantes de la primera etapa.

- Bonarelli, G y J.J. Nágera, 1913. Informe preliminar sobre un viaje de investigación geológica a las provincias de Entre Ríos y Corrientes. *Dir. Nac. Geol. E Hidrol. (Bs.As.) Boletín N° 5 (serie B): 1-6*
- D´Orbigny, A. de, 1846. *Voyage dans L´ Amerique meridionale*. Tomo III. (Trad. Española de Edit. Futuro, Buenos Aires)

Frenguelli, J., 1924. Apuntes geomorfológicos sobre el interior de la provincia de Corrientes. Publ. Inst. Investig. Geogr. (Univ. Bs. As.) 7:3-41.

Gez, J.W., 1915. El Mastodon platensis Amegh. de Corrientes . Conferencia pública de Corrientes (impreso) Gez, J.W., 1919. Yacimientos fosilíferos del río Santa Lucía, Corrientes. Impresnta Otero. Corrientes. Podesta, F., 1899. Un nuevo fósil: el Ameghinotherium curuzucatiense. Revista Escuela Positiva N° 5: 1-8.

Segund Etapa (1929-1971)

Se consignan aquí los trabajos más relevantes de la segunda etapa.

Bonarelli, G y E. Longobardi, 1929. Memoria explicativa del Mapa Geo-agrológico y Minero de Corrientes. Imprenta del Estado., Corrientes Vols. I-II.

Castellanos, A., 1965. Estudio fisiográfico de la prov. de Corrientes. Publ. N° 49, Inst. Fisiog. y Geol., Univ. Nac. Litoral (Rosario): 1-222.

De Alba, E., 1965. Aprovechamiento del rio Paraná en la zona de los rápidos de Apipé. Resumen sobre las características y condiciones geológicas (Argentina). Acta Geol. Lilloana, 7:95-106.

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Bella Vista”, provincia de Corrientes – Bs. A., 1948

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Curuzú Cuatiá”, prov. de Corrientes – Boletín Inédito N° 57, Bs. As., 1948

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Estación Díaz Colodrero”, provincia de Corrientes y Entre Ríos – Informe Inédito N° 54, Bs. As., 1948

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Paso de los Libres”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 50, Bs. As., 1948

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “San Roque”, provincia de Corrientes – Bs. As., 1948

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Acuña”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 62, Bs. As., 1949

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Monte Caseros” y “Monte Caseros Este”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 66, Bs. As. , 1949

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Mercedes”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 69, Bs. As., 1950

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Paso Rosario”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 65, Bs. As., 1950

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Perugorriá”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 72, Bs. As., 1950

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Solari”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 68, Bs. As., 1950

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Goya”, provincia de Corrientes – Informe Inédito N° 94, Bs. As., 1951

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Bañado Ouyati”, provincia de Corrientes – Informe Inédito N° 80, Bs. As., 1952

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Yapeyú”, provincia de Corrientes – Informe Inédito N° 81, Bs. As., 1952

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja Alvear-Alvear Este, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 85, Bs. As., 1953

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Arroyo Barrancas”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 95, Bs. As., 1954

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Bañado PiritiGuazú”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 90, Bs. As., 1954

Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Buena Vista”, provincia de Corrientes – Informe Inédito N° 98, Bs. As., 1955

- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Colonia Berón de Estrada”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 106, Bs. As., 1956
- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Paso Santa Rosa”, “Esquina”, “Alejandra”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 117, Bs. As., 1957
- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Colonia Carlo Pellegrini”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 130, Bs. As., 1959
- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Estancia Pozo Cuadrado”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 126, Bs. As., 1959
- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Yurucuá”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 127, Bs. As., 1959
- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Isla del Vado”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 132, Bs. As., 1961
- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Laguna de Luna”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 134, Bs. As., 1961
- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Puente la Sirena”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 131, Bs. As., 1961
- Dirección General de Ingenieros IGM – Informe geológico de la Hoja “Rincón San Mateo”, prov. de Corrientes – Informe Inédito N° 13, Bs. As., 1961
- Rimoldi, H., 1962. Aprovechamiento del Rio Uruguay en la Zona de Salto Grande. Estudio geológico geotécnico para la presa de compensación proyectada en Paso Hervidero (Provincia de Entre Ríos.) Anales de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas. (Mendoza) (Tomo II): 287-310. Buenos Aires.

Tercera Etapa (1971-Presente)

Se consignan aquí los trabajos considerados más relevantes de la tercera etapa.

- Cadet, J., Rossi, P., Schobbenhaus, C., y J. Macharé Ordoñez., 2013. Hoja SH-21. Concordia (Ar) Uruguayana (Br) Arapey (Ur). Escala 1:1000.000. Mapa Geológico y de Recursos Minerales de América del Sur (Sig. América del Sur, 1:1M) CMGM SEGEMAR. Cprm – Miemdinamige – Asgmi – Mercosul – Unisinos – NE Geology Planetearth.
- Capurro, R. y Escobar, E., 1985. Suelos de la provincia de Corrientes. En: Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes (Herbst, R. y Santa Cruz, J.; Eds.). D'Orbignyana, 2: 1-51.
- Chebli, G.A., Tofalo, O.R. y G.E. Turzzini, 1989. Mesopotamia. En: Chebli, G.A. y Spalletti, L.A. (Ed.): Cuencas Sedimentarias Argentinas. Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie Correlación Geológica, 6: 65-78.
- Gentilí, C. y H. Rimoldi, 1976. Mesopotamia – En Simposio de Geología Regional Argentina, 2 – Vol. I: pp 185-222. Córdoba
- Herbst, R., 1971. Esquema Estratigráfico de la Provincia de Corrientes. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXVI, 2:221-243.
- Herbst, R., 1980. Consideraciones estratigráficas y litológicas sobre la Formación Fray Bentos (Oligoceno Inferior Medio) de Argentina y Uruguay. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXXV, 3: 308-317.
- Herbst, R. y Santa Cruz, J., 1985. Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes. Revista D'Orbignyana, 2: 1-51. INCYTH, 1977. Proyecto sistema Iberá. Estudios hidrometeorológicos, geomorfológicos, geológicos, hidroquímicos, hidrogeológicos. Coord. Santa Cruz, J.N. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Proyecto 1230, Tomo II: 116 p.
- Iriondo, M.H., Krohling, D. and Orfeo, O., Tropical Realm (provinces of Corrientes and Misiones). In: Loess in Argentina: Temperate and tropical (Iriondo, M., Chairman), Paraná, Argentina, Excursion Guide N° 4: 27 p. 1998.
- Iriondo, M. y Kröhling, D. 2008. Cambios ambientales en la cuenca del río Uruguay desde dos millones de años hasta el Presente. Universidad Nacional del Litoral. 127-144.
- Jalfin, G., 1987. Litofacies y paleocorrientes de la Formación Solari, provincia de Corrientes. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 42, 1-2: 101-111.

- Jalfin, G., 1988. Formación Ituzaingó (Plio-Pleistoceno) en Empedrado, provincia de Corrientes: un paleorío arenoso entrelazado tipo Platte. II Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 130-134. Buenos Aires.
- Lagorio, S. y P. Leal, 2005.a. Caracterización geoquímica de volcanitas tholeíticas de la Formación Serra Geral en la Provincia de Misiones. 16° Congreso Geológico Argentino Actas 1: 605-610, La Plata.
- Lagorio, S. y P. Leal 2005.b. Niveles peperíticos intercalados en los derrames lávicos de Serra Geral. 16° Congreso Geológico Argentino Actas 1: 847-850, La Plata. .
- Meinhold, K.D., Cubas, N. y Garcete A., Mapa Geológico 1:250.000 del Complejo Precámbrico Sur del Paraguay. Geologisches Jahrbuch, Reihe B. Regionale Geologie Inland. Helf 100. Hannover., 2011.
- Milani E.J., 2004. Comentários sobre a origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná, in V. de Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D. Ré Carneiro y B.B de Brito Neves BB (Orgs). Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.). Beca Ed., pp.: 265-279.
- Mira, A., Gomez Dacal, M.L., Tocho, C y L. Vives, 2013. 3D gravity modeling of the Corrientes province (NE Argentina) and its importance to the Guarani Aquifer System Tectonophysics-126081; 10 pps
- Orfeo, O., 1995. Sedimentología del río Paraná en el área de confluencia con el río Paraguay. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 289 pág.
- Orfeo, O., 1996a. Geomorfología del sistema fluvial Paraguay-Paraná en el área de su confluencia. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas, 4: 131-147. Buenos Aires.
- Orfeo, O., 1996b. Criterios para la clasificación de barras en grandes ríos entrelazados de llanura subtropical. 6° Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 231-236. Bahía Blanca.
- Orfeo, O., 1998. Reconstrucción morfológica y paleohidrológica de un tramo abandonado del río Paraguay inferior (Argentina). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 53 (3): 348-353.
- Orfeo, O., 2000. Paleoambientes sedimentarios en el noreste de Corrientes. II Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente (Buenos Aires), Asociación Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 41-42
- Orfeo, O. Historia Geológica del Iberá, Provincia de Corrientes, como escenario de biodiversidad. En: Aceñolaza, F.; Coordinador. Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino II. INSUGEO, ISBN 987-9390-69-5 ISSN 1514-4836. Miscelánea, 14: 71-78, 2005.
- Orfeo, O. y G. Jalfin, 1984. – Textura y Dinámica de los Sedimentos de Fondo del Río Paraná, entre Corrientes y Esquina (Provincia de Corrientes) En 48° Reunión Com. Asoc. CC. Nat. Litoral, Resúmenes – 1
- Orfeo, O. y J. Stevaux, 2002. Hydraulic and morphologic characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). Geomorphology, (Elsevier, Holanda), ISSN 0169-555X, 44 (3/4): 309-322.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2010. The megafan of the Paraná River from the Pleistocene to the Present. 18th International Sedimentological Congress, Mendoza (Argentina), pp 663.
- Popolizio, E., 1977. Contribución a la geomorfología de la provincia de Corrientes. Centro de Geociencias Aplicadas, UNNE, Resistencia, Resistencia, Chaco, 7: 1-45
- Popolizio, E., 1981. Geomorfología del Macrosistema Iberá. En: Estudio del Macrosistema Iberá. Gobierno Provincia de Corrientes, Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Publicación especial 1 (2), 234 p
- Rossello E.A., Veroslavsky G., de Santa Ana H., Fulfaro V.J. y Fernández Garrasino, C.A. 2006. La dorsal Asunción – Río Grande: un alto fondo regional entre las cuencas Paraná (Brasil, Paraguay y Uruguay) y Chacoparanense (Argentina). Revista Brasileira de Geociencias, 36 (3), 535-549
- Russo, A., Ferello, R. y Chebli, G. Llanura Chaco-Pampeana. II Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, I: 139-184. Córdoba, 1979.
- Santa Cruz, J. 1977. Avances en el Conocimiento Hidrometeorológico e Hidrogeológico del Sistema del Iberá – Informe Inédito – INCYTH.
- Santa Cruz, J. 1981. Bases Hidrogeológicas Generales de la Provincia de Corrientes. Actas VIII Congr. Geológico Argentino, Tomo IV – San Luis pgs. 231-242
- Tófaló, O., 1987. Facies de loess y calcretes pedogenicos de la Formación Arroyo Avalos (Oligoceno) Entre Ríos y Corrientes, Argentina. Asociación Argentina de Sedimentología. AAS Revista (2002), vol. 9 nº 2: 127-134
- Tófaló, O., Marengo, H., y Wilson, C., 2008. Las Formaciones Guichón y Mercedes (Cretácico), en la provincia de Corrientes. XII Reunión Argentina de Sedimentología, Actas. Buenos Aires.
- Torra, R., 1997. Proveniencia de la arenas de la Formación Ituzaingó, entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. VI Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Actas. p. 181-183. Corrientes.

Wildner, W., Hartmann, L., Lopes, R., 2007. Serra Geral magmatism in the Paraná Basin, a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. Gramado. Problems in the Western Gondwana Geology, I Workshop – South America – Africa, v. 1, pp. 189–197.

Bibliografía Actual (1985/Presente)

Como se señaló con anterioridad, en la etapa presente del desarrollo del conocimiento geológico provincial quizás el aporte de mayor significación lo constituye el Mapa Litoestratigráfico de la provincia de Corrientes (Herbst y Santa Cruz, 1985). Transcurridos más de 30 años de dicha contribución es evidente que resulta necesario integrar y actualizar los conocimientos acumulados en dicho período en las distintas disciplinas de las Ciencias de la Tierra.

Se indican a continuación los trabajos desarrollados después de la publicación del mencionado Mapa Litoestratigráfico, los cuales servirán de base para alcanzar los objetivos de este trabajo.

- Aceñolaza, F. G.; 2000. La Formación Paraná (Mioceno Medio): Estratigrafía, Distribución Regional y Unidades Equivalentes. En: Aceñolaza F. G. y Herbst R. (Eds.). El Neógeno de Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica (ISSN 1514-4186), 14: 9-27.
- Aceñolaza, F. G.; 2004. Paleobiogeografía de la región Mesopotámica. En: Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino (F.G. Aceñolaza, Coordinador Editor). Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Miscelánea 12, 25 30.
- Aceñolaza, F. G.; 2007. Geología y Recursos Geológicos de la Mesopotamia Argentina. Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO, ISSN 1514-4186), Universidad Nacional de Tucumán, 91 – 109.
- Alberto, J. y Bruniard, E.; 1987. Atlas geográfico de la provincia del Chaco, T.I, El medio natural. Revista Geográfica, Instituto de Geografía (UNNE, Resistencia, Chaco), 5: 1-64.
- Albino, A. y Carlini, A.A. 2008. First Record of Boa constrictor (Serpentes, Boidae) in the Quaternary of South America. Journal of Herpetology 42 (1): 82-88.
- Alcaraz, M.A. y Carlini, A.A. 2003. Los cérvidos (Mammalia, Artiodactyla) de las formaciones Toropí y Yupofí (Pleistoceno Medio-Tardío) de la provincia de Corrientes, Argentina. Ameghiniana 40 (4): 50R.
- Alcaraz, M. y Zurita, A.; 2004. Nuevos registros de cérvidos poco conocidos: *Epieuryceros cf. proximus* Castellanos y *Antifer sp.* (Mammalia, Artiodactyla, Cervidae). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales (N. S.) 6, 1: 43-50.
- Anis, K., Georgieff, S., Rizo, G., y Orfeo, O., 2005. Arquitectura de la Formación Ituzaingó (Plioceno), una comparación con los depósitos del río Paraná, Argentina. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata.
- Anzótegui, L. y Lutz, A.: 1987. Paleocomunidades vegetales del Terciario superior (Formación Ituzaingó) de la Mesopotamia argentina. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral 18, 2: 131-144.
- Anzótegui, L. y Garralla, S.: 2004. Palinología del Cuaternario en el Iberá, provincia de Corrientes. En: Aceñolaza, F.G. Coordinador Editor, Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino. Instituto Superior de Correlación Geológica, Miscelánea 12, 49-54.
- Ashworth, P., Amsler, M., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sandbach, S., Sambrook Smith, G. and Szupiany, R.; 2009. The dynamics and deposits of a big river: the Rio Paraná, Argentina. 'From River to Rock Record' Conference, University of Aberdeen, 10-12.
- Ashworth, P., Amsler, M., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sandbach, S., Sambrook Smith, G. and Szupiany, R.; 2009. The processes and depositional architecture of big rivers: the Río Paraná, Argentina. 9th International Conference on Fluvial Sedimentology, Tucumán (Argentina), August 24-28.
- Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., Sandbach, S.D. and Szupiany, R.N. , 2009. Autogenic controls on the depositional architecture of big multi-channel rivers: the Rio Paraná, Argentina. American Geophysical Union (AGU) Fall Conference, San Francisco, USA.
- Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., Sandbach, S.D. and Szupiany, R.N. , 2009. The processes and dynamics of a large

- multi-thread river: the Rio Paraná, Argentina, British Society for Geomorphology (BSG) Annual Conference, Durham University.
- Avila, F. y Portaneri, J.; 1999. Mapa Geológico de la Provincia Misiones. Escala 1:500.000. Secretaría de Industria, Comercio y Minería. Servicio Geológico Minero Argentino, Gobierno de la Provincia de Misiones
- Bertolini J.; 1995. Mapa Geológico de la Provincia de Entre Ríos. Escala 1:500.000. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico y Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, Dirección de Ciencia y Tecnología (Área Minería).
- Best, J., Parsons, D., Lane, S. Kostaschuk, R., Orfeo, O., and Hardy, R., 2005. Mean flow structure in a large confluence-diffuence: Río Paraná, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Best, J., Parsons, D., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Amsler, M., and Hardy, R., 2006. The flow dynamics of large channel confluences: the influence of density difference. River Flow 2006, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.
- Best, J., Parsons, D., Orfeo, O., Amsler, M., Lane, S., Kostaschuk, R. and Hardy, R., 2006. The dynamics and morphology of large river junctions and the influence of density contrast: a case study of the Rio Paraguay and Bermejo. Jornada sobre Hidráulica Fluvial. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires.
- Best, J., Parsons, D., Kellman, P., Amsler, M., Szupiany, R., Kostaschuck, R., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2007. On the influence of density contrasts between mixing flows at channel confluences: the Río Bermejo and Río Paraguay, Argentina. Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED
- Brea, M; Franco, M. J. y Lutz, A., 2012 Re-description and re-assignment of *Enterrioxylon victoriensis* from the Middle Miocene, Paraná Formation, South America. Review of Palaeobotany and Palynology 185: 13–25. ISSN 0034-6667. Doi: 10.1016/j.revpalbo.2012.07.016
- Brea, M. y Franco, M.J., 2012 Nuevos registros de maderas fósiles de Anacardiaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. Ameghiniana 49 (4) SuplementoResúmenes: R6.
- Brea, M.; Zucol, A. y Franco, M.J., 2013. Paleoflora de la Formación Paraná (Mioceno Superior). En: D. Brandoni y J. Noriega (Eds.), El Neógeno de la Mesopotamia Argentina. Publicación especial de Asociación Paleontológica Argentina 14: 28-40. ISSN 0328-347X.
- Brea, M. y Franco, M.J., 2013. El registro fósil de Anacardiaceae en el Cenozoico Tardío del Noreste argentino. Acta Geológica Lilloana 25: 21-36. ISSN 0567-7513.
- Brea, M.; Zucol, A.F. y Franco, M.J., 2013. A new Bambusoideae (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guadinae) from the Ituzaingó Formation (Pliocene–Pleistocene), Entre Ríos, Argentina. Review of Palaeobotany and Palynology 192: 1–9. Elsevier. ISSN 0034-6667. <http://dx.doi.org/10.1016/j.revpalbo.2012.12.006>
- Bucher, E., Bonetto, A., Boyle, T., Canevari, P., Castro, G., Huszar, P. y Stone, T.; 1993. Hidrovía: Examen Inicial Ambiental de la vía Fluvial Paraguay-Paraná. Humedales para las Américas, Buenos Aires, 1-74.
- Cadet, J., Rossi, P., Schobbenhaus, C., y Macharé Ordoñez, J.; 2013. Hoja SH-21. Concordia (Ar) Uruguayana (Br) Arapey (Ur). Mapa Geológico y de Recursos Minerales de América del Sur (Sig. América del Sur, 1:1M) CMGM SEGEMAR. Cprm – Miemdinamige – Asgmi – Mercosul – Unisinos – NE Geology Planetearth.
- Caminos, R y González, P.; 1996. Mapa geológico de la República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. 1996.
- Canevari, P., Blanco, D., Bucher, E., Castro, E. y Davidson I. Los humedales de la Argentina, 1998. Clasificación, situación actual, conservación y legislación. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. WETLANDS INTERNATIONAL Publicación 46. Buenos Aires, Argentina. 1 208.
- Carlini, A. A., Scillato-Yané, G. J., Noriega, J. I. y Aceñolaza, F. 2000. Perezosos terrestres (*Xenarthra*, Tardigrada) del "Mesopotamiense" (Fm. Ituzaingó, Mioceno tardío-Plioceno temprano) de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Studia Geológica Salmaticensia* 36: 13-27.
- Carlini, A.A., Tonni, E.P. y Noriega, J.I. 2002. El primer registro paleontológico del lutrino gigante *Pteronura* (Carnívora, Mustelidae) en la Argentina. Su importancia paleobiogeográfica. 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, resúmenes: 25
- Carlini, A., Zurita, A., Gasparini, G. y Noriega, J.; 2004. Los mamíferos del Pleistoceno de la Mesopotamia Argentina y su relación tanto con aquellos del Centro Norte de la Argentina, Paraguay y sur de Bolivia, como con los del Sur de Brasil y Oeste de Uruguay: Paleobiografía y Paleoambiente. *Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica (Miscelánea)*, 12: 83-90

- Carlini, A., Zurita, A. y Miño Boilini, A.; 2008. Reseña paleobiogeográfica de los Xenarthra (Mammalia) del Pleistoceno tardío de la región Mesopotámica (Argentina). *INSUGEO (Miscelánea)* 17, 2: 259-270.
- Carnevali, R.; 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes. Gobierno de la Provincia de Corrientes, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Corrientes, 1324
- Cartelle, C. y Lessa, G. 1988. Presença de *Myocator coypus* (Molina, 1782), Rodentia, Myocatoridae, do Pleistoceno final-Holoceno no centro-oeste da Bahia, Brasil. 11º Congresso Brasileiro de Paleontologia, Actas 1: 583591.
- Chebli, G., Tofalo, O. y Turzzini, G. Mesopotamia. En: Chebli, G. y Spalletti, L.. (Eds.): 1989. Cuencas Sedimentarias Argentinas. Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie Correlación Geológica, 6: 65-78
- Chebli, G., Mozetic, M., Rossello, E. y Bühler, M., 1988. Cuencas sedimentarias de la llanura Chacopampeana. Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Consejo Federal de Inversiones Gobierno Provincia de Corrientes, Evaluación de Recursos Mineros de la Provincia de Corrientes. Fase I, Buenos Aires.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 1999. Biostratigraphy and crhonological scale of upper-most Cenozoic in the Pampean area. En: Rabassa, J. y M. Salemme, (eds.). Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, 12: 22-51.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 2005. Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico Superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. 16º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 183-200.
- Cione, A.L., Azpelicueta, M.M., Bond, M. Carlini, A.A., Casciotta, J.R., Cozzuol, M.A., de La Fuente, M., Gasparini, Z., Goin, F.J., Noriega, J.I., Scillato-Yané, G.J., Soibelzon, L., Tonni, E.P., Verzi, D. y Vucetich, M.G. 2000. Miocene vertebrates from Entre Ríos province, eastern Argentina. *Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica* 14: 191-237.
- Cozzuol, M.A. 1993. El Mesopotamiense ¿Mezcla temporal o vía de dispersión? *Ameghiniana* 30 (1): 103 R Contreras F. I. y Paira A. R. Comparación morfométrica entre lagunas de la planicie aluvial del río Paraná Medio y la Lomada Norte (Corrientes, Argentina). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*. En prensa
- Contreras F. I., Ojeda E. A. y Contreras, S. A. Aplicación de la Línea de Costa en el estudio morfométrico de las lagunas de las lomadas arenosas de Corrientes, Argentina.
- Contreras F. I y Meichtry N. C. 2013. Morfometría de las lagunas de la Lomada Norte. Corrientes, Argentina. *Breves Contribuciones del Instituto de Estudios Geográficos*. N° 24. Pp. 154 – 168.
- Contreras F. I. 2011. Evolución de las Lagunas de la Lomada Norte (Corrientes, Argentina) en Función de la Pendiente. *Terra Nueva Etapa*. Vol. XXVII, N° 42. Pp. 146
- Cuadrado, G. y Neiff, J. 1993. Palynology of embalsados in dystrophic lakes in Northeastern of Argentina. *Revista Brasileira de Biología*, 53: 443-451.
- Cumba, A., Imbellone, P. y Ligier, D. 2005. Propiedades morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de suelos del sur de Corrientes. *Rev. Asoc. Geol. Argent.* v.60 n.3 Buenos Aires jul./sep.
- Depettris, C., O. Orfeo y J. Neiff, 1992. Atenuación del escurrimiento fluvial por bosques de *Tessaria integrifolia*. *Revista Ambiente Subtropical*, 2: 33-43.
- Erra, G., Lutz, A., Zurita, A., Osterrieth, M. y Francia, A., 2010. Fitolitos en termiteros fósiles del Pleistoceno tardío de la provincia de Corrientes, Argentina. XIII Simposio Brasileiro de Paleobotanica e Palinologia, Anais: 172173, Bahia, Brasil.
- Erra, G., Osterrieth, M., Zurita, A., Francia, A. y Carlini, A., 2013. Paleoenvironment of the Toropí Formation (Upper Pleistocene), Corrientes province Mesopotamian Region, Argentina: A phytolith approach. *Quaternary International*, 287: 73-82.
- Escobar, E., Ligier, H. y Matteio, H.; 1988. Atlas de Suelos de la República Argentina. Provincia de Corrientes. Escala 1:500.000. 2 Tomos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD ARG. 85/019. CIRN. INTA. Castelar. Buenos Aires.
- Escobar, E., Carnevali, R., Contreras, H., Melgar, R., Vallejos, L., Ortigoza, R., Matteio, H. y Serra, P. 1990. Los suelos y la vegetación del área de influencia de las obras de Yaciretá. Provincia de Corrientes. INTA. Convenio INTA-CFI-Provincia de Corrientes. D'Orbignyana, 5: 1-34.
- Escobar, E., Ligier, H., Melgar, R., Matteio, H. y Vallejos, O.; 1996. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes, escala 1:500.000. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 315 p.
- Fernández Garrasino, C., 1989. Contribución a la estratigrafía de la mesopotamia central argentina y referencia a la geología de la provincia de Misiones. *Boletín de Informaciones Petroleras*, Buenos Aires, Tercera época 6, 19: 52-76.

- Fernández-Pacella, L., 2009. Cambios Vegetacionales de los últimos 6000 años en la región Norte del Iberá. Provincia de Corrientes, Argentina. XIV Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Resumen, 30. Mar del Plata.
- Fernandez-Pacella, L., 2010. Evolución de la Vegetación Holocénica en el Norte del Iberá. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica, Resumen CB-067. Corrientes.
- Fernandez-Pacella, L., 2013. Palinología del Cuaternario en sedimentos lacustres del Noroeste del Iberá, Corrientes, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, tesis doctoral, 183 pp.
- Fernandez-Pacella, L., 2014. Morfología polínica de especies del género *Senna* (Fabaceae) del Sureste del Iberá, Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical de Costa Rica*, 62, 2: 769-782.
- Fernández-Pacella, L., 2014. Paleoambiente en el Suroeste del Iberá. XX Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica. Resumen CE-054 Corrientes.
- Fernandez-Pacella, L. (En prensa). Registro fósil y distribución de *Anadenathera* en Argentina desde el Mioceno hasta la actualidad. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.
- Fernandez-Pacella, L. (En prensa). La Flora Polínica durante el Holoceno en el Oeste del Iberá, Corrientes, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*.
- Fernandez-Pacella, L. (En prensa). Paleovegetation and Paleoenvironment of the Lower and Middle Holocene in Southeast of Iberá, Corrientes, Argentina. *Revista Italiana di Paleontología e Stratigrafia*.
- Fernández-Pacella, L.; Garralla, S. y Anzótegui, L., 2005. Análisis Polínico de una secuencia Lacunar en el Noroeste del Iberá, Provincia de Corrientes, Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica, Resumen B-027. Corrientes.
- Fernández-Pacella, L.; Garralla, S. y Anzótegui, L., 2006. Palinología del Holoceno Superior del Noroeste del Sistema Iberá, Corrientes. XIII Simposio de Paleobotánica y Palinología. Resumen 95. Bahía Blanca.
- Fernández-Pacella, L.; Garralla, S. y Anzótegui, L., 2008. Análisis polínico comparativo entre dos lagunas en el Noroeste del Iberá. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica. Resumen B-054. Corrientes.
- Fernández-Pacella, L.; Garralla, S. y Anzótegui, L., 2011 Cambios de la vegetación durante el Holoceno en la región Norte del Iberá. Provincia de Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical de Costa Rica*, 59, 1:103-112.
- Ferrero, B.S. y Noriega, J.I. 2007. A New Tapir from the upper Pleistocene of Argentina: phylogenetic remarks on the neotropical family diversification. *Journal of Vertebrate Palaeontology* 27 (2): 504–511
- Francia A.; Zurita, A. E. y Carlini, A., 2010. Diversidad de Cingulata (Mammalia, Xenarthra) en el Pleistoceno tardío de la provincia de Corrientes (Argentina) y dinámica paleoclimática. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Corrientes. On-line, versión sin paginación CB068. Corrientes.
- Francia, A.; Zurita, A., Miño-Boilini, A., Carlini, A. y Rodríguez-Bualó, S. Tapirus (Mammalia, Perissodactyla) en el Pleistoceno tardío de la provincia de Corrientes, Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Corrientes. On-line, versión sin paginación CB032. Corrientes.
- Francia, A.; Carlini, A., Zurita, A., Miño-Boilini, A. y Kruck, W., 2012. Cronología de las unidades litoestratigráficas aflorantes en el Arroyo Toropí, Provincia de Corrientes, y los registros paleofaunísticos. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Corrientes. On-line, versión sin paginación CB-033. Corrientes.
- Francia, A., Carlini, A. ; Zurita, A. y Verzi, D., 2012. Galea (Rodentia, Caviidae) in the late Pleistocene of Corrientes Province (Argentina): taxonomic and paleobiogeographic implications. *Neues Jahrbuch für Geologie Und Paläontologie-Abhandlungen* 266/2, 173184.
- Francia, A., 2014. Vertebrados cuaternarios de Corrientes, paleoambientes, paleoclimas y diversidad. Un análisis comparativo con faunas continentales equivalentes del Cono Sur de América del Sur. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, 369 p.
- Franco, M. J. y Brea, M., 2007. Corrientes. Nuevos registros de maderas fósiles en la Formación Paraná (Mioceno medio), Toma Vieja, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 44(4): 79R. ISSN 0002-7014
- Franco, M. J., 2008. Leño fósil de Mimosoideae en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 45 (4): 28R. ISSN 0002-7014

- Franco, M. J., 2008. Nuevos registros de maderas fósiles de Anacardiaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 45 (4): 28R. ISSN 0002-7014
- Franco, M.J. y Brea, M., 2008. Leños fósiles de la Formación Paraná (Mioceno Medio), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina: registro de bosques estacionales mixtos. *Ameghiniana* 45 (4): 699-718. ISSN 0002-7014.
- Franco, M.J. y M. Brea, M., 2009 Primer registro de leños fósiles de Moraceae y Rutaceae de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Toma Vieja, Paraná, Argentina. En: IV Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur. Trabajos. Enrique E. Fucks, Cecilia Deschamp, Cleverson G. Silva y Enrique J. Schnack (Eds). Edición impresa: ISBN 978-950-34-0596-3. Edición en CD: ISBN 978-950-34-0597-0.
- Franco, M.J., 2009 Primer Registro de leño fósil de Lauraceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno) en Hernandarias (Entre Ríos, Argentina). *Ameghiniana* 46 (4): 78R. ISSN 0002-7014.
- Franco, M.J., 2009. Avances en el estudio de la megaflore de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Cuenca del Río Paraná, Argentina. X Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral y II Reunión Argentina de Ciencias Naturales. Resúmenes 111. Santa Fe, Octubre 2009.
- Franco, M.J., 2009. Leños fósiles de Anacardiaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 46 (4): 587-604. ISSN 0002-7014.
- Franco, M.J., 2010. Paleocología de leños de Anacardiaceae y Fabaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología. Resúmenes 136. La Plata, Argentina, septiembre de 2010.
- Franco, M.J., 2010. Proteaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Curtiembre, Entre Ríos, Argentina. X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología. Resúmenes 137. La Plata, Argentina, septiembre de 2010.
- Franco, M.J., 2010. *Soroceaxylon entrerriensis* gen. et sp. nov. (Moraceae) de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Cuenca del río Paraná, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 27 (3): 508-519. ISSN 1026-8774.
- Franco, M.J. y Brea, M., 2010. *Microlobiusxylon paranaensis* gen. nov. et sp. nov. (Fabaceae-Mimosoideae) from the Pliocene-Pleistocene of Ituzaingó Formation, Paraná Basin, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 13 (2): 103-114. ISSN 1519-7530.
- Franco, J., 2011. Estudios paleobotánicos de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), cuenca del río Paraná, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 343 pp.
- Franco, M.J. y Brea, M., 2011. Primer registro de leño fósil de conífera (Podocarpaceae) para el Cenozoico de la Mesopotamia Argentina (Formación Ituzaingó). *Ameghiniana* 48(4) Suplemento 2011-Resúmenes: R14.
- Franco, M.J. y Brea, M., 2012. The Ituzaingó Formation (Pliocene-Pleistocene), Paraná River Basin, Argentina: Paleobotanical records. Annual Symposium IGCP 582 Tropical Rivers. Resumen. Iquitos, Perú, agosto de 2012.
- Franco, M.J., 2012. Primer registro de leño fósil de Polygonaceae, una nueva especie fósil de la Formación Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina. XV Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología y Simposio Argentino de Melisopalínología. Resumen. Corrientes, Argentina, julio de 2012.
- Franco, M.J., 2012. Maderas fósiles de Lauraceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Cuenca del río Paraná, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 14 (2): 307-324. ISSN 01853-0400 (versión on-line), ISSN 1514-5158 (versión impresa)
- Franco, M.J., 2012 Palmeras fósiles de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. I Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina. San Miguel de Tucumán, Argentina, septiembre de 2012.
- Franco, M.J., 2012 Palmeras fósiles de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 49 (4) Suplemento Resúmenes: R9.
- Franco, M.J., 2012. Primer registro de leño fósil de Polygonaceae, una nueva especie fósil de la Formación Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 49 (4) Suplemento Resúmenes: R91.
- Franco, M.J.; Brea, M. Orfeo, O. y Zucol, A.F., 2013. La Paleoflora de la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Argentina. En: D. Brandoni y J. Noriega (Eds.), *El Neógeno de la Mesopotamia Argentina*. Publicación especial de la Asociación Paleontológica Argentina 14: 41-55. ISSN 0328-347X.

- Franco, M.J. y Brea, M., 2013. Leños fósiles de Leguminosas de la Formación Ituzaingó, Entre Ríos, Argentina: Implicancias paleoecológicas y paleobiogeográficas. *Ameghiniana* 50 (2): 167-191. ISSN 0002-7014. Doi: 10.5710/AMGH.6.01.2013.599
- Franco, M.J.; Brea, M. y Orfeo, O., 2013. Estudios paleoclimáticos y paleoecológicos de la xiloflora de la Formación Ituzaingó (Cenozoico superior) de la Mesopotamia Argentina. II Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina. Diamante, Entre Ríos, septiembre 2013.
- Franco, M., 2014. Estípites de Arecaceae de la Formación Ituzaingó (Plioceno– Pleistoceno), Entre Ríos, Argentina. *Acta Geológica Lilloana* 26: 14-29. ISSN 1852-6217.
- Georgieff, S., Anis, K., Orfeo, O., y Rizo, G., 2005. Architecture of Ituzaingo Formation (Pliocene), a comparison with deposits of Paraná River, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Gulisano, F., 2013. Conjunto basáltico de la Formación Serra Geral (Neojurásico-Eocretácico) en la Mesopotamia Argentina. Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC). Programa Marco de la Cuenca del Plata. Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. 58 pps. Buenos Aires. (Inédito)
- Hamza, V. 1998. Low temperature geothermal resources of the Paraná basin: implications for regional economic development in Southern Brazil, Northeast Argentine and Western Uruguay. *Actas X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica*, Vol. III, Buenos Aires.
- Herbst, R., 2000. La Formación Ituzaingó. Estratigrafía y distribución. En: *El Neógeno Argentino* (Aceñolaza F.G. y Herbst R., Eds.) INSUGEO, ISSN 1514-4186, Serie Correlación Geológica, 14: 181-190.
- Herbst, R. y Santa Cruz, J., 1995. Mapa geológico de la Prov. de Corrientes, Escala 1:500.000. Secretaría de Minería de la Nación, Servicio Nacional Minero Geológico, Argentina.
- Iriondo, M., 1987. Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Sante Fe. *Revista D'Orbignyana*, Corrientes, 4: 1-54.
- Iriondo, M., 1988. A comparison between the Amazon and Paraná River Systems. In: *Transport of carbon and minerals in major world rivers, lakes and estuaries*. (Degens, E. et al., Eds.), SCOPE/UNEP, Hamburg, Part 5: 77-92.
- Iriondo, M., 1990. Relación longitud de onda/caudal en los ríos Chaco-Pampeanos. III Reunión Argentina de Sedimentología, *Actas*: 145-150, San Juan.
- Iriondo, M., 1991. El Holoceno en el Litoral. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"*, Nueva Serie, 3, 1: 1-40.
- Iriondo, M. 1996. Estratigrafía del Cuaternario de la Cuenca del Río Uruguay. *Actas del 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos* 4:15-25.
- Iriondo, M. 2010. *Geología del Cuaternario en Argentina*. Editorial Moglia, Corrientes, Argentina.
- Iriondo, M y García, N. O. 1993. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18.000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 101: 209-220.
- Iriondo, M., Krohling, D. and Orfeo, O., 1998. Tropical Realm (provinces of Corrientes and Misiones). In: *Loess in Argentina: Temperate and tropical* (Iriondo, M., Chairman), Paraná, Argentina, *Excursion Guide* 4: 1-27.
- Iriondo, M., D. Kröhling y O. Orfeo, 1997. La Formación Oberá, un sedimento eólico tropical. *Primer Congreso Latinoamericano de Sedimentología 8º Congreso Geológico Venezolano*. Sociedad Venezolana de Geólogos International Association of Sedimentologists.
- Iriondo, M., J. Stevaux and O. Orfeo, 1999. Fluvial characteristics of a typical tributary of the Uruguay River. *International Symposium on Paleohydrology and Geomorphology of Large Rivers / Field Conference Araguaia 99*. GLOCOPH IAG.
- Iriondo, M., J. Stevaux, y O. Orfeo, O., 2000. Caracterização geomorfológica e sedimentológica do arroio Los Muertos: um tributário típico da alta bacia do rio Uruguai. *Revista Geociências*, ISSN 0101-9082, Vol.19, Nro.1: 61-69.
- Iriondo, M. y Kröhling, D. 2008. Cambios ambientales en la cuenca del río Uruguay desde dos millones de años hasta el Presente. *Universidad Nacional del Litoral*. 127-144.
- Iriondo, M. y Orfeo, O.; 2012. El sistema sedimentario del río Bermejo. En: *Aportes sedimentológicos a la geología del noroeste argentino* (Marquillas, R., Sánchez, M. y Salfity, J.; Eds.) ISBN 978-987-26890-1-8. XIII Reunión Argentina de Sedimentología, *Relatorio*, 111-118.

- Iriondo, M. y O. Orfeo, 2014. Esquema hidrosedimentario de la cuenca del río Pilcomayo. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 140-141.
- Jalfin, G., 1987. Litofacies y paleocorrientes de la Formación Solari, provincia de Corrientes. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 42, 1-2: 101-111.
- Jalfin, G., 1988. Formación Ituzaingó (Plio-Pleistoceno) en Empedrado, provincia de Corrientes: un paleorío arenoso entrelazado tipo Platte. II Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 130-134. Buenos Aires.
- Kostaschuck, R. and Orfeo, O., 2009. Wash load in the Paraná River, Argentina. 9th International Conference on Fluvial Sedimentology, Tucumán (Argentina), August 24-28, 2009.
- Kostaschuk, R., Shugar, D., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2009. Suspended sediment transport and deposition over a dune: Río Paraná, Argentina. Earth Surface Processes and Landforms, ISSN: 0197-9337, Wiley InterScience, Vol. 34: 1605 – 1611. DOI: 10.1002/esp.1847
- Lagorio, S. y Leal, P., 2005. Caracterización geoquímica de volcanitas tholeíticas de la Formación Serra Geral en la Provincia de Misiones. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 605-610, La Plata.
- Lagorio, S. y Leal, P., 2005. Niveles peperíticos intercalados en los derrames lávicos de Serra Geral. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 847-850, La Plata.
- Lane, S., Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Hardy, R.; 2008. Causes of rapid mixing at a junction of two large rivers: Río Paraná and Río Paraguay, Argentina. Journal of Geophysical Research – Earth Surface, ISSN 0148-0227, VOL. 113, F02019, doi:10.1029/2006JF000745.
- Ligier, H., Vallejos, O. y Perucca, R.; 1997. Limitaciones por exceso de agua en los suelos de Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 31 p.
- Ligier, H., Vallejos, O., Perucca, A. y Matteio, H.; 1998. La erosión hídrica en la provincia de Corrientes. Aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos al Mapa Edafológico de la Provincia de Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 44 p.
- Lima, D., Campana, D., Amsler, M., Schreider, M. y Gaudin, H., 1990. Desplazamiento de dunas y carga de fondo en un tramo del río Paraná. XIV Congreso Latinoamericano de Hidrología, 12 p.
- Longarzo, R., 2007. El Sistema Acuífero Guaraní, en la Provincia de Misiones. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires. (Informe Inédito), 221 p.
- Lutz, A., Anzótegui, L., Arce, F., Zurita, A. y Miño-Boilini, A.; 2008. Un nuevo aporte a la paleoflora de la provincia de Corrientes. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, UNNE, Corrientes.
- Marengo, H., 2006. Micropaleontología y estratigrafía del Mioceno marino de la Argentina: las transgresiones de Laguna Paiva y del "Enterriense Paranense". Tesis doctoral, UBA, 2006. Inédito: 246 pp.
- Marengo, H., Baumann, V. y Pereyra, F., 2002. Hoja Geológica 3160-III, Santa Fe, a escala 1:250.000. Provincias de Santa Fe y Entre Ríos. SEGEMAR, Buenos Aires. Boletín N° 337, 55 p.
- Morton, L., 2004. Moluscos fósiles de agua dulce de la Formación Ituzaingó, Plioceno de Corrientes. En: Aceñolaza, F.G. (Coordinador-Editor) Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Miscelánea 12, 45-48.
- Morton, L. y Jalfin, G., 1987. Análisis de la Formación Ituzaingó en la localidad de Empedrado y alrededores, provincia de Corrientes, Argentina. II. Hallazgo del género Mycetopoda (M. Herbsti nov.sp.) y revisión de la malacofauna asociada con algunas consideraciones paleoecológicas. Revista FACENA, UNNE, Corrientes, 7: 207-221.
- Morton, L. y Sequeira, P.; 1991. Pelecípodos de agua dulce de la Formación Ituzaingó (Plioceno tardío) de la presa de Yacyretá, departamento Itapúa, Paraguay. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral. 22: 25-34.
- Neiff, J., 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. Interciencia, Venezuela, 15, 6: 424-441.
- Neiff, J., 1997. Ecología evolutiva del macrosistema Iberá (Corrientes, Argentina). Universidad Nacional del Litoral. Tesis de Maestría. 138 p.
- Neiff, J., 2004. El Iberá... ¿en peligro? Ed. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires, Argentina, 89 p.
- Neiff, J., Patiño, C. y Orfeo, O.; 1987. Pautas para el manejo de plataformas y taludes en áreas inundables. Serie Técnica CECOAL (ISSN 0327 0459), Corrientes, 2, 54 p.

- Neiff, J., Orfeo, O. y Depettris, C.; 1989. Flujo de materia orgánica en un río del Chaco Oriental (Argentina). Seminario Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras, HGLLI/54/TRA, 13 p. Olavarría, Buenos Aires.
- Neiff, J. y O. Orfeo, 2003. Aporte de materia orgánica de los humedales a ríos de sabana subtropical del Chaco, Argentina. En: Humedales de Iberoamérica (J.J. Neiff, Ed.). Publicación Especial del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED, España), ISBN 959-270-0362, pág. 142-152.
- Nicholas, A.P., Sandbach, S., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sandbach, S., Sambrook Smith, G.H. and Szupiany, R.N.; 2009. Reduced complexity modelling of the Rio Paraná. River Bifurcations Workshop, Durham University, UK.
- Nicholas, A., Sandbach, S., Amsler, M., Ashworth, P., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sambrook Smith, G., and Szupiany, R.; 2012. Modelling hydrodynamics in the Rio Paraná, Argentina: An evaluation and inter-comparison of reduced-complexity and physics based models applied to a large sandbed river. *Geomorphology*, (Elsevier, Holanda), ISSN 0169-555X, 169/170: 192-211.
- Noriega, J.I., Manzano, A.S., De la Fuente, M.S. y Tonni, E.P. 2000. Un Testudininae gigante (Chelonii: Criptodira) del Pleistoceno de la provincia de Corrientes, Argentina. *Ameghiniana* 37 (3): 321-326.
- Noriega, J.I., Carlini, A.A. y Tonni, E.P. 2004. Vertebrados del Pleistoceno tardío de la cuenca del arroyo Ensenada (Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos, Argentina). *Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica (Misceláneas)* 12: 7176.
- Oliveira, E. V. 1992. Mamíferos fósseis do Quaternario do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Dissertação de Mestrado (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)*, 118 pp.
- Oliveira, E.V. 1999. Quaternary vertebrates and climates from southern Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 12, 61-73.
- Oliveira, E.V., 1996. Mamíferos Xenarthra (Edentata) do Quaternario do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ameghiniana* 33 (1): 65-75.
- Orfeo, O. y C. Depettris, 1989. Sedimentos suspendidos en ríos de la llanura chaqueña, 19 pág. Seminario Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras. UNESCO-CONAPHI.
- Orfeo, O. y C. Depettris, 1992. Erosión fluvial en la cuenca del río Bermejito (Prov. del Chaco, Argentina). *Revista Ambiente Subtropical*, 2: 15-32.
- Orfeo, O., 1995. Sedimentología del río Paraná en el área de confluencia con el río Paraguay. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 289 pág.
- Orfeo, O., 1995. Nueva jerarquización de barras y canales en grandes ríos entrelazados de llanura subtropical. IX Sesión de Comunicaciones Científicas y Técnicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1996. Sedimentación en barras agradacionales del río Paraná: significado de parámetros texturales. Sexta Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 1996. Criterios para la clasificación de barras en grandes ríos entrelazados de llanura subtropical. Sexta Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 1996. Sedimentología del río Paraná en el área de su confluencia con el río Paraguay. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, N° 0658: 289 p.
- Orfeo, O., 1996. Antiguo cauce del río Paraguay: análisis geológico y paleohidrológico. Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1996. Geomorfología del sistema fluvial Paraguay-Paraná en el área de su confluencia. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Asociación Geológica Argentina.
- Orfeo, O., 1997. Distribución de áreas de erosión, transporte y sedimentación en un segmento del río Paraná (Corrientes, Argentina). VI° Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Asociación de Ciencias Naturales del Litoral.
- Orfeo, O., 1997. Sedimentología de ambientes fluviales actuales en áreas de llanura subtropical. Primer Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 1997. Comparación sedimentológica y geomorfológica de los ríos Paraná y Paraguay en su área de confluencia. Primer Congreso Latinoamericano de Sedimentología 8° Congreso Geológico Venezolano. Sociedad Venezolana de Geólogos International Association of Sedimentologists.
- Orfeo, O., 1998. Temperate and tropical loess in Argentina: a textural comparison. International Joint Field Meeting "Loess in Argentina: Temperate and Tropical". INQUA.

- Orfeo, O. y C. Patiño, 1998. Efectos de la descarga sedimentaria de los ríos Bermejo, Paraguay y Paraná en la sección Corrientes Resistencia. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1998. Reconstrucción morfológica y paleohidrológica de un tramo abandonado del río Paraguay inferior (Argentina). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, ISSN 0004-4822, 53 (3): 348-353.
- Orfeo, O., 1999. Sedimentological characteristics of small rivers with loessic headwaters in the Chaco, South America. *Quaternary International*, (Elsevier, Holanda) ISSN 1040-6182, 62: 69-74.
- Orfeo, O. and J. Stevaux, 1999. Hydraulic and morphologic characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). *Yangtze Fluvial Conference*. International Association of Geomorphologists Large Rivers Working Group.
- Orfeo, O., 2000. Cambios longitudinales de variables hidrológicas, sedimentológicas y geomorfológicas del río Paraná (Brasil y Argentina). II Congreso Latinoamericano de Sedimentología VIII Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 2000. Paleoambientes sedimentarios en el noreste de Corrientes. II Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O. y A. Ruberto, 2000. Zonas de riesgo para obras contra inundaciones (Río Bermejo, Chaco). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O. y A. Ruberto, 2000. Evolución morfológica del río Bermejo inferior en relación a obras de ingeniería (Chaco). Taller anual del Programa 002 (CAID'96) y Proyectos Asociados. Grupo de Estudios del Cuaternario INQUA.
- Orfeo, O., 2002. Rasgos paleoambientales del nordeste argentino. En: Atlas de Anfibios y Reptiles de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa (Argentina), Alvarez, B.B.; R. Aguirre; J. Céspedes; A. Hernando; y M. Tedesco. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE), Argentina, ISBN 950-656065-X, Parte V, pág. 33-36.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2002. Sedimentos suspendidos del río Paraná (Corrientes, Argentina): variabilidad quincenal durante el año hidrológico. IX Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2002. Variación quincenal de la concentración y tamaño de sólidos suspendidos del río Paraná (Corrientes, Argentina). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O. and J. Stevaux, 2002. Hydraulic and morphologic characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). *Geomorphology*, (Elsevier, Holanda), ISSN 0169-555X, 44 (3/4): 309-322.
- Orfeo, O., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Kostaschuck, R., Hardy, R., Franklin, M., Roberts M., and Fraser, J., 2004. Formas de fondo y dinámica hidrosedimentológica en la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay (Corrientes, Argentina). X Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 2005. Historia Geológica del Iberá, provincia de Corrientes, como escenario de biodiversidad. En: Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II (F.G.Aceñolaza, Coordinador). INSUGEO, ISBN987-9390-695 – ISSN 1514-4836. Miscelánea, 14: 71-78.
- Orfeo, O. y Gustin, A., 2005. Colapso de Puente Lavalle por erosión fluvial (río Bermejo, Chaco y Formosa). IV Taller de Sedimentología y Medio Ambiente, Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 2006. Dynamics of sediment transport in two subtropical plain rivers of South America. *Zeitschrift Für Geomorphologie*, ISSN 0372-8854, Berlin-Stuttgart, Suppl.-Vol: 145: 229-241.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Hardy, R., Kostaschuk, R., and Lane, S., 2006. Morphology and flow structure in a large confluence-diffuence: where is the helical flow? *River Flow 2006*, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.
- Orfeo, O., Brea, D., Patiño, C., Amsler, M. y Ramonell, C., 2006. Distribución tridimensional de sedimentos transportados en suspensión por el río Bermejo inferior (NE de Argentina). IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Lane, S., Hardy, R. and Kostaschuck, R., 2007. Wash load dispersion at a large South American confluence: the Paraná-Paraguay junction (Corrientes, Argentina). *Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers*. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.

- Orfeo, O. y J. J. Neiff, 2008. Esteros del Iberá: un enorme laboratorio a cielo abierto. En: Sitios de interés geológico de la República Argentina. (Ed. CSIGA, 446 pág.), Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, ISSN 0328-2325, Buenos Aires, Anales 46, I, 415-425.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Lutz, A. and Zurita, A., 2009. The Paraná River: from Pleistocene to the Present. Argentinean Fluvial Basins (Ibañez, L. M.; Moyano, M. S. and Aceñolaza, G. F.; Eds.) ISSN 1852 – 4796, Basin Analysis Series, I: 155-186.
- Orfeo, O. and M. Iriondo, 2010. The megafan of the Paraná River from the Pleistocene to the Present. 18th International Sedimentological Congress, Mendoza (Argentina), pp 663.
- Orfeo, O., M. Sartirana and P. Suárez, 2010. Sediment transport of Pilcomayo River: qualitative and quantitative variations at Misión La Paz (Salta, Argentina). 18th International Sedimentological Congress, Mendoza (Argentina), pp 664.
- Orfeo, O., Best, J., Parsons, D., Iriondo, M., Lutz, A., Zurita, A.; 2010. Río de la Plata: from Pleistocene to the Present. In: del Papa, C. and Astini, R. (Eds.), Field Excursion Guidebook, 18th International Sedimentological Congress, Mendoza, Argentina, FE-C5, pp.1-41
- Orfeo, O., Georgieff, S., Anís, K. y Rizzo, G., 2011. Depósitos sedimentarios modernos y antiguos del río Paraná: un análisis comparativo. XXIII Congreso Nacional del Agua, 101109.
- Orfeo, O. y Iriondo, M.; 2012. Sedimentología de los ríos Pilcomayo y Bermejo (Argentina). Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes, 157-158.
- Orfeo, O. y Iriondo, M.; 2013. Transported sediment in the last stretch of the Pilcomayo River: features and trends. International Conference on Fluvial Sedimentology, Leeds, UK, Abstracts: 384.
- Orfeo, O.; 2014. Dinámica de sedimentos suspendidos en un meandro del río Bermejo. XIX Congreso Geológico Argentino, Córdoba, Resumen T1-35.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2014. Concentración, distribución y tamaño de sedimentos suspendidos en el último meandro del río Bermejo. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 208-209.
- Orfeo, O., F. Colombo y J. Neiff; 2014. Desplazamientos laterales del cauce del río Paraná en las cercanías de la ciudad de Corrientes (Argentina) durante el Cuaternario. Características y significado sedimentario. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 206-207.
- Ortiz Jaureguizar, E. y Cladera, G.A. 2006. Paleoenvironmental evolution of Southern South America during the Cenozoic. *Journal of Arid Environments* 66: 498-532.
- Panigatti, J.; 2010. Argentina: 200 años, 200 suelos. Ediciones INTA, Buenos Aires, 345 p
- Parsons, D., J. Best, O. Orfeo, S. Lane, R. Kostaschuck, R. Hardy, M. Franklin, M. Roberts, and J. Fraser, 2003. The morphology, flow and sediment dynamics of the Rio Parana Rio Paraguay confluence. British Sedimentological Research Group Annual General Meeting.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2003. The morphology of the Rio Paraná-Rio Paraguay confluence obtained from multibeam echo sounder survey. British Sedimentological Research Group annual conference workshop on 'Measurement and monitoring of morphologies and flows: techniques and progress, School of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2003. The morphology, flow and sediment dynamics of the Rio Paraná-Rio Paraguay confluence. British Sedimentological Research Group annual conference, School of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK,.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2004. 'The Morphology, Three Dimensional Flow and Sediment Dynamics of a Large River Confluence: the Rio Paraná and Rio Paraguay, NE Argentina.' Paper presented at 2004 Joint Assembly American Geophysical Union (AGU) and Canadian Geophysical Union (CGU), Montréal, Canada.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Franklin M.C., 2004. The morphology and sediment dynamics of a large river confluence: the Rio Paraná and Rio Paraguay, NE Argentina. River Flow 2004, Second International Conference on Fluvial Hydraulics, Department of Hydraulic and Environmental Engineering, Girolamo Ippolito University of Napoli Federico II, Naples, Italy (Paper Number A1-106).
- Parsons, D.R. J.L. Best, S.N. Lane, R. Kostaschuk, O. Orfeo, R.J. Hardy, 2004. The morphology and flow fields of 3D dunes, Rio Paraná, Argentina: results from simultaneous multibeam echo sounding and acoustic Doppler profiling. Poster presented to the International Workshop Marine Sandwave and River Dune Dynamics II (MARID2004), University of Twente, Enschede, The Netherlands.

- Parsons, D.R., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Franklin, M., Hardy, R. and Fraser, J., 2004. The morphology and flow fields of three-dimensional dunes, Río Paraná, Argentina: results from simultaneous Multi-beam Echo Sounding (MBES) and Acoustic Doppler Current Profiling (ADCP). AAPG Annual Meeting, Dallas Convention Center, USA.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Hardy R.J., Orfeo O. and Kostaschuk R., 2004. The morphology, 3D flow structure and sediment dynamics of a large river confluence: the Río Paraná and Río Paraguay, NE Argentina. In: River Flow 2004, (Greco, M., Carravetta, A. and Della Morte, R., Eds.), ISBN 90 5809 658 0, Balkema Publishers, London, Vol. 1, 43 – 48.
- Parsons, D., J. Best, O. Orfeo, R. Hardy, R. Kostaschuck, & S. Lane, 2005. Morphology and flow fields of threedimensional dunes, Río Paraná, Argentina: results from simultaneous multibeam echo sounding and acoustic Doppler current profiling. *Journal of Geophysical Research*, ISSN 0148-0227, Vol. 110, F04S03, doi: 10.1029/2004JF000231
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O. and Hardy, R., 2005. Fluid dynamics and morphology of the Río Paraná Paraguay confluence, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O. and Hardy, R., 2005. Morphology and mean flow structure in a large confluence-difffluence: Río Paraná, Argentina. Submitted to the 4th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, University of Illinois, USA.
- Parsons, d., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Hardy, R., and Shugar, D., 2006. Morphology, flow and sediment transport over a natural 3D dune field: Río Paraná, Argentina. River Flow 2006, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.
- Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Amsler, M., Lane, S., Kostaschuk, R., Szupiany, R. and Hardy, R., 2006. Braid-bar confluence constrictions and expansions on the Río Paraná: morphology, flow, and implications. *Jornada sobre Hidráulica Fluvial*. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., and Hardy, R. Morphology, Fluid Dynamics, and Mixing at the Río Paraná Paraguay Confluence, Argentina, 2006 IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Orfeo, O., Kostaschuck, R. and Hardy, R., 2006. Morphology, flow and sediment transport over a natural 3D dune field: Río Paraná, Argentina. IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Amsler, M. and Hardy, R., 2006. Sediment dynamics of a large river confluence with marked contrast of transport in suspension: the Bermejo and Paraguay Rivers (Argentina). IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Lane, S., and Hardy, R., 2007. Monitoring flow and morphodynamics at the Paraná-Paraguay confluence. Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.
- Parsons, D.R., Best, J.L., Lane, S.N., Orfeo, O., Hardy, R.J., and Kostaschuk, R., 2007. Form roughness and the absence of secondary flow in a large confluence-difffluence, Río Paraná, Argentina. *Earth Surface Processes and Landforms*, ISSN: 0197-9337, Wiley InterScience, Vol. 32: 155 – 162.
- Passeggi, E., 1996. Variaciones Mineralógicas de los Sedimentos de Lecho en Cauces Secundarios de la Llanura Aluvial del Río Paraná. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51, 2.
- Patiño, C. y O. Orfeo, 1999. Impactos de las rutas sobre el escurrimiento y del escurrimiento sobre las rutas en la llanura aluvial del Bajo Paraná. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Pedrozo, F. y Orfeo, O., 1986. Evaluación de sólidos suspendidos en algunos ríos del nordeste argentino: empleo de filtros. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 17, 1-4: 61-66.
- Popolizio, E., 1985. Geomorfología de la provincia de Corrientes. En: Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes (Herbst, R. y Santa Cruz, J.; Eds.). *D'Orbignyana*, 2: 1-51.
- P&T consultora SRL. – SNC Lavalin International, 2007. Transectas geológicas de la República Argentina. Carpeta N° 6. Mendoza.

- Rabassa, J., Coronato, A.M., Salemme, M., 2005. Chronology of the Late Cenozoic Patagonian glaciations and their correlation with bistratigraphic units of the Pampean region (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 20 (1-2): 81-103
- Ramonell, C., Amsler, M., Orfeo, O. y Perez, M., 2006. Sinuosity changes around an artificial constriction in a meandering river: the Bermejo River case (Argentina). IAG Regional Conference on Geomorphology – VI Brazilian Symposium in Geomorphology, Goiânia, Brazil.
- Ramonell, C. G.; Amsler, M. L.; Orfeo, O.; Montagnini, M. D. y Perez, M. J. , 2007. Morphologic and sediment transport adjustments around an artificial point constriction in a large meandering river (Bermejo River, Argentina). Submitted to 5th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics (RCM2007). University of Twente in Enschede, The Netherlands, September 17 – 21
- Ramonell, C., Amsler, M., Orfeo, O., Montagnini, M. y Perez, M., 2007. Ajustes morfológico-sedimentarios del río Bermejo en torno al puente Lavalle (Chaco argentino.). Tercer Simposio Regional sobre hidráulica de ríos, UNC, Córdoba.
- Ramos, V., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Anales: 29 (3): 41-96.
- Reesink, A., Amsler, M., Ashworth, P., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., SambrookSmith, G., Sandbach, S., Szupiany, R., 2008. The influence of finegrained sediment on the architecture of mid-channel bars in one of the world's largest braided rivers: Río Paraná River, Argentina. Annual British Sedimentological Research Group Meeting, University of Liverpool, December 2008.
- Reesink, A., Ashworth, P., Sambrook Smith, G., Best, J., Parsons, D., Amsler, M., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Sandbach, S., Simpson, C., Szupiany, R.; 2014. Scales and causes of heterogeneity in bars in a large multi-channel river: Río Paraná, Argentina. *Sedimentology*, Blackwell Publishing, ISSN 0037-0746, *Sedimentology*, doi: 10.1111/sed.12092, 1-31.
- Sambrook Smith, G. H., Ashworth, P. J., Best, J. L., Lunt, I. A., Orfeo, O. and Parsons, D.R., 2009. The sedimentology and alluvial architecture of a large braid bar, Río Paraná, Argentina. *Journal of Sedimentary Research* (DOI: 10.2110/jsr.2009.066), 79: 629-642.
- Sambrook Smith, G., Best, J., Orfeo, O. and Zinger, J.; 2013. The alluvial architecture of a fine-grained meandering river: the Río Bermejo, Argentina. International Conference on Fluvial Sedimentology, Leeds, UK, Abstracts: 217.
- Sandbach, S.D., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H. and Szupiany, R.N.; 2009. Flow structures and processes in the Río Paraná. British Society for Geomorphology (BSG) Annual Conference, Durham University.
- Sandbach, S.D., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., and Szupiany, R.N.; 2010. Three-dimensional modelling of a very large river; the Río Paraná. IAHR River Flow 2010 Conference, Braunschweig, Germany.
- Scillato-Yané, G.J., Tonni, E. P., Carlini, A.A. y Noriega J.I. 1998. Nuevos Hallazgos de Mamíferos del Cuaternario en el Arroyo Toropí, Corrientes, Argentina. Aspectos Bioestratigráficos, Paleoambientales y Paleozoogeográficos. 6° Congreso Latinoamericano de Geología y 10° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 1: 263-268.
- Scillato-Yané, G., Carlini, A., Tonni, E., Noriega, J. y Kemer, R.; 2002. Holmesina paulacoutoi, un pampaterio septentrional y la importancia de su registro en el Cuaternario de la Mesopotamia argentina. VIII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas. Corrientes.
- Scillato-Yané, G.J., Carlini, A.A., Tonni, E.P. y Noriega, J.I. 2005. Paleobiogeography of the late Pleistocene pampatheres of South America. *Journal of South American Earth Sciences* 20: 131-138.
- Shugar, D., Kostaschuk, R., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2007. Suspended sediment dynamics over a dune in the Río Paraná. Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.
- Shugar, D., Kostaschuk, R., Best, J., Lane, S., Parsons, D., Orfeo, O. and Hardy, R.; 2010. Wavelet analysis of flow and suspended sediment transport over a crest of a sand dune, Río Paraná, Argentina. *Sedimentology* (doi:10.1111/j.1365-3091.2009.01110.x), Blackwell Publishing, ISSN 0037-0746, 57: 252-272.
- Szupiany, R., Parsons, D., Best, J., Amsler, M., y Orfeo, O., 2006. Morfología y corrientes secundarias en una confluencia con cauces discordantes, río Paraná, Argentina. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guayana, Venezuela.

- Tófaló, O., 1987. Facies de loess y calcretes pedogenicos de la Formación Arroyo Avalos (Oligoceno) Entre Ríos y Corrientes, Argentina.
- Tófaló, O., Marengo, H., y Wilson, C., 2008. Las Formaciones Guichón y Mercedes (Cretácico), en la provincia de Corrientes. XII Reunión Argentina de Sedimentología, Actas, Buenos Aires.
- Tonni, E. P. 1992. *Tapirus Brisson*, 1762 (Mammalia, Perissodactyla) en el Lujanense (Pleistoceno superior-Holoceno inferior) de la provincia de Entre Ríos, República Argentina. *Ameghiniana* 21 (1): 3-8.
- Tonni, E. P. y Scillato-Yané, G. J. 1997. Una nueva localidad con mamíferos pleistocenos en el Norte de la Argentina. Aspectos paleozoogeográficos. 6° Congreso da Associacao Brasileira de Estudos do Quaternario e Reuniao sobre o Quaternario da America do Sul, Anais: 345-348. Curitiba, Brasil.
- Tonni, E.P., Cione, A.L. y Figini, A.J. 1999. Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 147: 257-281.
- Tonni, E. P., Huarte, R., Carbonari, J. E. y Figini, A. J. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires, Argentina): palaeoclimatic significance. *Quaternary International* 109-110: 45-48.
- Tonni, E., Carlini, A., Zurita, A., Frechen, M., Gasparini, G., Budziad, D. y Kruck, W., 2005. Cronología y bioestratigrafía de las faunas del Pleistoceno aflorantes en el Arroyo Toropí, provincia de Corrientes, Argentina. II° Congreso Latino-Americano Paleontología de Vertebrados. Río de Janeiro, Brasil.
- Tonni, E.P. 2007. Geología del Cuaternario de las regiones Mesopotamica y Pampeana de la Argentina. *Sessão Geologia Quaternário do rs: Integrando Conhecimentos. Resumos* 1718R
- Torra, R., 1996. Aplicación de la técnica de muestreo peeling a las arenas de la Formación Ituzaingó (¿Plioceno superior?), en la localidad de Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas. 8 : 56. Corrientes.
- Torra, R., 1997. Genesis and age of the Ituzaingó Formation sands, northeastern Argentina: a preliminary note. 18th Regional European Meeting of Sedimentology. Heidelberg. *GAEA Heidelbergensis Abstracts*. p. 340. Alemania.
- Torra, R., 1997. Peeling technique using nitrocellulose lac applied to friable Ituzaingó Formation sands (Miocene) at Empedrado, Corrientes Province, northeastern Argentina, South America. 18th Regional European Meeting of Sedimentology. Heidelberg. *GAEA Heidelbergensis Abstracts*. p. 341. Alemania.
- Torra, R., 1997. A Preliminary Approaching to Depositional Environment of the Ituzaingó Formation sands (Miocene), northeastern Argentina. 1st Latin American Congress of Sedimentology. Margarita Island. Venezuela.
- Torra, R., 1997. Reconnaissance of tidal bundles by means of the fast Fourier transformation. Ituzaingó Formation sands (Miocene), northeastern Argentina. 1st Latin American Congress of Sedimentology: 315 – 321. Margarita Island. Venezuela.
- Torra, R., 1997. Proveniencia de la arenas de la Formación Ituzaingó, entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. VI Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Actas. p. 181-183. Corrientes.
- Torra, R., 1997. Aplicación de la técnica de muestreo peeling a las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno), en la localidad de Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. *Revista del Instituto de Geología y Minería*. 11 (2): 87-90.
- Torra, R., 1997. Microscopía de Barrido Electrónico (SEM) aplicado al estudio de las arenas con estratificación curvada (hummocky cross-stratification) de la Formación Ituzaingó (Mioceno), Nordeste de Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas, 8: 187-190. Corrientes.
- Torra, R., 1997. Aplicación de la transformada rápida de Fourier para el reconocimiento de haces mareicos (tidal bundles) en las estructuras de las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno), Nordeste de Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas, 8 : 191-192. Corrientes.
- Torra, R., 1998. Architectural analysis of the Ituzaingó Formation sands, Northeastern Argentina, South America. *Geocongress 98, Geological Society of South Africa*. Pretoria. Sudáfrica.
- Torra, R., 1998. A Brief stratigraphy and paleogeography of the Miocene sea at the Mesopotamia Region, Northeastern Argentina, South America. *Geocongress 98. Geological Society of South Africa*. Pretoria. Sudáfrica.

- Torra, R., 1998. Depositional Environment of the Ituzaingó Formations Sands (Miocene), Northeastern Argentina, South America. 1998 AAPG International Conference & Exhibition. Rio de Janeiro. Brasil.
- Torra, R., 1998. A new age (Miocene) and a new environment depositional system for pelitic Toropí and Yupoí Formations, Corrientes Province, Argentina, South America. 15th International Sedimentological Congress. Alicante. España, p. 767.
- Torra, R., 1998. Paleocurrent analysis applied to resolve depositional environment system. The case of the Ituzaingó Formation sands (Miocene), Corrientes Province, Argentina. South America. 15th International Sedimentological Congress. Alicante. España. p. 768.
- Torra, R., 1998. Estructuras sedimentarias marinas diagnósticas en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno Medio), entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, Mesopotamia de Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería. 12 (1): 75-86.
- Torra, R., 1998. Estructuras sedimentarias diagnósticas en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno medio), entre Itatí y Empedrado, provincia de Corrientes, República Argentina. X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica. Buenos Aires.
- Torra, R., 1998. Estudio de paleocorrientes en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno medio), en la Mesopotamia Argentina. VII Reunión Argentina de Sedimentología. Salta.
- Torra, R., 1999. Reinterpretación sedimentológica y edad de las Formaciones Paraná, Ituzaingó, Toropí, Yupoí y Puelches (Mioceno Medio), Mesopotamia de Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería
- Ueltschi, E., 1986. Posibilidades del Aprovechamiento de las Lateritas de la Provincia de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones. Expediente 1127/12123, Informe Final, Buenos Aires.
- Ueltschi, E., 1987. Posibilidades del Aprovechamiento de las Lateritas de la Provincia de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones. Etapa II, Informe Final, Buenos Aires, 28 pp.
- Viggiano, E., Orfeo, O., Titón de Oreggione, S. y Medina, E.; 1988. Áreas de yacimientos alternativos de lateritas en el noreste de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones – Gobierno de la provincia de Corrientes, Informe Final 1618, 82 pp.
- Viggiano, E., O. Orfeo y E. Medina, 1988. Yacimientos lateríticos en la provincia de Corrientes (Argentina). VI Panel de Geología del Litoral 1º Reunión de Geología del Uruguay. Asociación de Ciencias Naturales del Litoral (Argentina) Universidad de la República (Uruguay).
- Wildner, W., Hartmann, L., y Lopes, R., 2007. Serra Geral magmatism in the Paraná Basin, a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. Problems in the Western Gondwana Geology, I Workshop – South America – Africa, v. 1, pp. 189–197. Gramado, Brasil.
- Yamskikh, A., J. Stevaux y O. Orfeo, 1999. Correlación intercontinental de eventos paleoecológicos y paleohidrológicos en las cuencas de los ríos Yenisei (Siberia Central, Rusia) y Paraná (Brasil y Argentina). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Zacarias, G. y De la Fuente, M. Registro fósil de Testudines del pleistoceno en la provincia de Corrientes, Argentina, 2012. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. UNNE. Corrientes.
- Zacarias, G., De la Fuente, M., Fernández, M. y Zurita, A., 2012. Nueva especie de tortuga terrestre gigante del género *Chelonoidis* Fitzinger 1835 (Cryptodira: Testudinidae), del miembro inferior de la Formación Toropí/Yupoí (Pleistoceno tardío/ Lujanense), Bella Vista, Corrientes, Argentina. *Ameghiniana*.
- Zurita, A. E. y A. I. Lutz. 2001. La fauna Pleistocena de la Formación Toropí en la Provincia de Corrientes (Argentina). *Mastozoología Neotropical*. 9(1): 47-56.
- Zurita, A. E., Scillato-Yané, G. J. y Carlini, A. A. 2005. Palaeozoogeographic, biostratigraphic and systematic aspects of the genus *Sclerocalyptus* Ameghino 1891 (Xenarthra, Glyptodontidae) of Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 20: 120-129.
- Zurita, A. E. 2007. Sistemática y evolución de los Hoplophorini (Xenarthra, Glyptodontidae, Hoplophorinae. Mioceno tardío-Holoceno temprano). Importancia bioestratigráfica, paleobiogeográfica y paleoambiental. Tesis Doctoral (Inédita), Universidad Nacional de La Plata, 367 p.

BIBLIOGRAFÍA TEMÁTICA

Teniendo en cuenta las subdisciplinas que se reconocen en las Ciencias de la Tierra y particularmente en la Geología, se consideró de interés presentar el repertorio bibliográfico anterior con una configuración temática, de modo tal que favorezca un criterio de búsqueda distinto del alfabético autoral.

En tal sentido, se ofrece la siguiente selección de subdisciplinas: 1) Estratigrafía, 2) Mapas, 3) Sedimentología, 4) Paleontología y 5) Suelos. En cada ítem las obras se presentan en orden alfabético.

Estratigrafía

- Aceñolaza, F. G.; 2000. La Formación Paraná (Mioceno Medio): Estratigrafía, Distribución Regional y Unidades Equivalentes. En: Aceñolaza F. G. y Herbst R. (Eds.). El Neógeno de Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica (ISSN 1514-4186), 14: 9-27.
- Aceñolaza, F. G.; 2007. Geología y Recursos Geológicos de la Mesopotamia Argentina. Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO, ISSN 1514-4186), Universidad Nacional de Tucumán, 91 – 109.
- Capurro, R. y Escobar, E., 1985. Suelos de la provincia de Corrientes. En: Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes (Herbst, R. y Santa Cruz, J.; Eds.). D'Orbignyana, 2: 1-51.
- Chebli, G., Tofalo, O. y Turzzini, G. Mesopotamia. En: Chebli, G., y Spalletti, L.. (Eds.): 1989. Cuencas Sedimentarias Argentinas. Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie Correlación Geológica, 6: 65-78
- Chebli, G., Mozetic, M., Rossello, E. y Bühler, M.. Cuencas sedimentarias de la llanura Chacopampeana. Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos
- Fernández Garrasino, C., 1989. Contribución a la estratigrafía de la mesopotamia central argentina y referencia a la geología de la provincia de Misiones. Boletín de Informaciones Petroleras, Buenos Aires, Tercera época 6, 19: 52-76.
- Francia, A.; Carlini, A., Zurita, A., Miño-Boilini, A. y Kruck, W., 2012. Cronología de las unidades litoestratigráficas aflorantes en el Arroyo Toropí, Provincia de Corrientes, y los registros paleofaunísticos. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Corrientes. On-line, versión sin paginación CB-033. Corrientes.
- Gulisano, F., 2013. Conjunto basáltico de la Formación Serra Geral (Neojurásico-Eocretácico) en la Mesopotamia Argentina. Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC). Programa Marco de la Cuenca del Plata. Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. 58 pps. Buenos Aires. (Inédito)
- Herbst, R., 1980. Consideraciones estratigráficas y litológicas sobre la Formación Fray Bentos (Oligoceno Inferior Medio) de Argentina y Uruguay. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXXV, 3: 308-317.
- Herbst, R., 2000. La Formación Ituzaingó. Estratigrafía y distribución. En: El Neógeno Argentino (Aceñolaza F.G. y Herbst R., Eds.) INSUGEO, ISSN 1514-4186, Serie Correlación Geológica, 14: 181-190.
- Herbst, R., Santa Cruz, J. y Zabert, L., 1976. Avances en el conocimiento de la estratigrafía de la mesopotamia argentina, con especial referencia a la provincial de Corrientes. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 7: 101-121.
- INCYTH, 1977. Proyecto sistema Iberá. Estudios hidrometeorológicos, geomorfológicos, geológicos, hidroquímicos, hidrogeológicos. Coord. Santa Cruz, J.N. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Proyecto 1230, Tomo II: 116 p.
- Iriondo, M., 1987. Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Sante Fe. Revista D'Orbignyana, Corrientes, 4: 1-54.
- Iriondo, M., 1991. El Holoceno en el Litoral. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Nueva Serie,, 3, 1: 1-40.
- Iriondo, M. 2010. Geología del Cuaternario en Argentina. Editorial Moglia, Corrientes, Argentina.
- Iriondo, M., Krohling, D. and Orfeo, O., 1998. Tropical Realm (provinces of Corrientes and Misiones). In: Loess in Argentina: Temperate and tropical (Iriondo, M., Chairman), Paraná, Argentina, Excursion Guide 4: 1-27.

- Jalfin, G., 1987. Litofacias y paleocorrientes de la Formación Solari, provincia de Corrientes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 42, 1-2: 101-111.
- Jalfin, G., 1988. Formación Ituzaingó (Plio-Pleistoceno) en Empedrado, provincia de Corrientes: un paleorío arenoso entrelazado tipo Platte. *II Reunión Argentina de Sedimentología*, Actas: 130-134. Buenos Aires.
- Janasi, V., Freitas, V. y Heaman, L. 2011. The onset of flood basalt volcanism, Northern Paraná Basin, Brazil: A precise U–Pb baddeleyite/zircon age for a Chapecó-type dacite. *Earth and Planetary Science Letters* 302: 147-153.
- Lagorio, S. y Leal, P., 2005. Caracterización geoquímica de volcanitas tholeíticas de la Formación Serra Geral en la Provincia de Misiones. *16° Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 605-610, La Plata.
- Lagorio, S. y Leal, P., 2005. Niveles peperíticos intercalados en los derrames lávicos de Serra Geral. *16° Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 847-850, La Plata.
- Lavina, E.L. 1988. The Passa Dois Group. *International Gondwana Symposium Field excursion guide book*. Instituto de Geociências, 24-30, São Paulo.
- Longarzo, R., 2007. El Sistema Acuífero Guaraní, en la Provincia de Misiones. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires. (Informe Inédito), 221 p.
- Marengo, H., 2006. Micropaleontología y estratigrafía del Mioceno marino de la Argentina: las transgresiones de Laguna Paiva y del "Entrerriense Paranense". Tesis doctoral, UBA, 2006. Inédito: 246 pp.
- Morton, L. y Jalfin, G., 1987. Análisis de la Formación Ituzaingó en la localidad de Empedrado y alrededores, provincia de Corrientes, Argentina. II. Hallazgo del género *Mycetopoda* (*M. Herbsti* nov.sp.) y revisión de la malacofauna asociada con algunas consideraciones paleoecológicas. *Revista FACENA, UNNE, Corrientes*, 7: 207-221.
- Orfeo, O., 2005. Historia Geológica del Iberá, provincia de Corrientes, como escenario de biodiversidad. En: *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II* (F.G. Aceñolaza, Coordinador). INSUGEO, ISBN987-9390-695 – ISSN 1514-4836. Miscelánea, 14: 71-78.
- Orfeo, O. y J. J. Neiff, 2008. Esteros del Iberá: un enorme laboratorio a cielo abierto. En: *Sitios de interés geológico de la República Argentina*. (Ed. CSIGA, 446 pág.), Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, ISSN 0328-2325, Buenos Aires, Anales 46, I, 415-425.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Lutz, A. and Zurita, A., 2009. The Paraná River: from Pleistocene to the Present. *Argentinean Fluvial Basins* (Ibañez, L. M.; Moyano, M. S. and Aceñolaza, G. F.; Eds.) ISSN 1852 – 4796, Basin Analysis Series, I: 155-186.
- Orfeo, O. and M. Iriondo, 2010. The megafan of the Paraná River from the Pleistocene to the Present. *18th International Sedimentological Congress*, Mendoza (Argentina), pp 663.
- Orfeo, O., Best, J., Parsons, D., Iriondo, M., Lutz, A., Zurita, A.; 2010. Río de la Plata: from Pleistocene to the Present. In: del Papa, C. and Astini, R. (Eds.), *Field Excursion Guidebook*, 18th International Sedimentological Congress, Mendoza, Argentina, FE-C5, pp.1-41
- Orfeo, O. y Iriondo, M.; 2012. Sedimentología de los ríos Pilcomayo y Bermejo P&T consultora SRL. – SNC Lavalin International, 2007. *Transectas geológicas de la República Argentina*. Carpeta N° 6. Mendoza.
- Ramos, V., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Anales: 29 (3): 41-96.
- Russo, A., Ferello, R. y Chebli, G., 1980. Llanura Chaco-Pampeana. *II Simposio de Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, I: 139-184. Córdoba.
- Stipanovic, P. y Linares, E., 1975. Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina. I Parte: años 1960-1974. *Publicación Especial de la Asociación Geológica Argentina*, Serie B, 3: 1-63.
- Tófaló, O., 1987. Facies de loess y calcretes pedogenicos de la Formación Arroyo Avalos (Oligoceno) Entre Ríos y Corrientes, Argentina.
- Tófaló, O., Marengo, H., y Wilson, C., 2008. Las Formaciones Guichón y Mercedes (Cretácico), en la provincia de Corrientes. *XII Reunión Argentina de Sedimentología*, Actas, Buenos Aires.
- Torra, R., 1997. Genesis and age of the Ituzaingó Formation sands, northeastern Argentina: a preliminary note. *18th Regional European Meeting of Sedimentology*. Heidelberg. *GAEA Heidelbergensis Abstracts*. p. 340. Alemania.

- Torra, R., 1997. A Preliminary Approaching to Depositional Environment of the Ituzaingó Formation sands (Miocene), northeastern Argentina. 1st Latin American Congress of Sedimentology. Margarita Island. Venezuela.
- Torra, R., 1997. Proveniencia de la arenas de la Formación Ituzaingó, entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. VI Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Actas. p. 181-183. Corrientes.
- Torra, R., 1998. A Brief stratigraphy and paleogeography of the Miocene sea at the Mesopotamia Region, Northeastern Argentina, South America. Geocongress 98. Geological Society of South Africa. Pretoria. Sudáfrica.
- Torra, R., 1998. Depositional Environment of the Ituzaingó Formations Sands (Miocene), Northeastern Argentina, South America. 1998 AAPG International Conference & Exhibition. Rio de Janeiro. Brasil.
- Torra, R., 1998. A new age (Miocene) and a new environment depositional system for pelitic Toropí and Yupoí Formations, Corrientes Province, Argentina, South America. 15th International Sedimentological Congress. Alicante. España, p. 767.
- Torra, R., 1998. Estructuras sedimentarias marinas diagnósticas en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno Medio), entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, Mesopotamia de Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería. 12 (1): 75-86.
- Torra, R., 1998. Estructuras sedimentarias diagnósticas en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno medio), entre Itatí y Empedrado, provincia de Corrientes, República Argentina. X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica. Buenos Aires.
- Torra, R., 1998. Estudio de paleocorrientes en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno medio), en la Mesopotamia Argentina. VII Reunión Argentina de Sedimentología. Salta.
- Torra, R., 1999. Reinterpretación sedimentológica y edad de las Formaciones Paraná, Ituzaingó, Toropí, Yupoí y Puelches (Mioceno Medio), Mesopotamia de Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería.
- Wildner, W., Hartmann, L., y Lopes, R., 2007. Serra Geral magmatism in the Paraná Basin, a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. Problems in the Western Gondwana Geology, I Workshop – South America – Africa, v. 1, pp. 189–197. Gramado, Brasil.
- Yamskikh, A., J. Stevaux y O. Orfeo, 1999. Correlación intercontinental de eventos paleoecológicos y paleohidrológicos en las cuencas de los ríos Yenisei (Siberia Central, Rusia) y Paraná (Brasil y Argentina). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.

Mapas

- Achilli, F., Anselmi, G., Ardolino, A., Blasco, G., Caminos, R., Cobos, J., Chipulina, M.A., Dal Molín, C., Folguera, A., Franchi, M., Giai, S., Martínez, O., Miro, R., Panza, J.L., Ragona, D., Ramos, V., Rubiolo, D., Sepúlveda, E., Silve Nieto, D., Suriano, J. y Tchilinguirian, P. 1998. En: Lizuaín, A., Leanza, H. y Panza, J.L. (eds.), Mapa geológico de la República Argentina, 1:2.500.000, SEGEMAR, Buenos Aires.
- Alberto, J. y Bruniard, E.; 1987. Atlas geográfico de la provincia del Chaco, T.I, El medio natural. Revista Geográfica, Instituto de Geografía (UNNE, Resistencia, Chaco), 5: 1-64.
- Almeida, M.E., Reis, N.J., Luzardo, R., Pinheiro, S.S. y Oliveira, M.A. 2004. Folha NA.19Pico da Neblina. En: Schobbenhaus, C., Gonçalves, J.H., Santos, J.O.S., Abram, M.B., Leao Neto, R., Matos, G.M.M., Vidotti, R.M., Ramos, M.A.B. y de Jesus, J.D.A. (eds.), Carta Geologica do Brasil ao Milionesimo, Sistema de Informacoes. Programa Geologia do Brasil, CPRM. CD-ROM, Brasília.
- Avila, F. y Portaneri, J.; 1999. Mapa Geológico de la Provincia Misiones. Escala 1:500.000. Secretaría de Industria, Comercio y Minería. Servicio Geológico Minero Argentino, Gobierno de la Provincia de Misiones
- Bertolini J.; 1995. Mapa Geológico de la Provincia de Entre Ríos. Escala 1:500.000. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico y Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, Dirección de Ciencia y Tecnología (Área Minería).
- Bossi, J. y Ferrando, L. 2001. Carta geológica de Uruguay, Escala 1:500.000, Versión digital 2.0. Facultad de Agronomía, Montevideo.
- Cadet, J., Rossi, P., Schobbenhaus, C., y Macharé Ordoñez, J.; 2013. Hoja SH-21. Concordia (Ar) Uruguayana (Br) Arapey (Ur). Mapa Geológico y de Recursos Minerales de América del Sur (Sig. América del Sur, 1:1M) CMGM SEGEMAR. Cprm – Miemdinamige – Asgmi – Mercosul – Unisinos – NE Geology Planetearth.

- Caminos, R y González, P.; 1996. Mapa geológico de la República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. 1996.
- Capurro, R. y Escobar, E., 1985. Suelos de la provincia de Corrientes. En: Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes (Herbst, R. y Santa Cruz, J.; Eds.). D'Orbignyana, 2: 1-51.
- Herbst, R. y Santa Cruz, J., 1985. Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes. Revista D'Orbignyana, 2: 151.
- Herbst, R. y Santa Cruz, J., 1995. Mapa geológico de la Prov. de Corrientes, Escala 1:500.000. Secretaría de Minería de la Nación, Servicio Nacional Minero Geológico, Argentina.
- Maus S., Sazonova, K. Hemant, J. Fairhead y D. Ravat 2007. National Geophysical Data Center candidate for the World Digital Magnetic Anomaly Map. *Geochemistry Geophysics Geosystems* G3 Published by AGU and the Geochemical Society An Electronic Journal of the Earth Sciences, 8 (6), 29 June 2007, Q06017, doi:10.1029/2007GC001643
- Popolizio, E., 1985. Geomorfología de la provincia de Corrientes. En: Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes (Herbst, R. y Santa Cruz, J.; Eds.). D'Orbignyana, 2: 1-51.
- Schobbenhaus, C. y Bellizzia, A. 2001. Mapa geológico de América del Sur 1:5.000.000. CGMW CPRM e DNPM e UNESCO, Brasilia.
- Tecresult 2006. Mapa Base del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní. Informe Final. Informe técnico.

Sedimentología

- Ashworth, P., Amsler, M., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sandbach, S., Sambrook Smith, G. and Szupiany, R.; 2009. The dynamics and deposits of a big river: the Rio Paraná, Argentina. 'From River to Rock Record' Conference, University of Aberdeen, 10-12.
- Ashworth, P., Amsler, M., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sandbach, S., Sambrook Smith, G. and Szupiany, R.; 2009. The processes and depositional architecture of big rivers: the Río Paraná, Argentina. 9th International Conference on Fluvial Sedimentology, Tucumán (Argentina), August 24-28.
- Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., Sandbach, S.D. and Szupiany, R.N. , 2009. Autogenic controls on the depositional architecture of big multi-channel rivers: the Rio Paraná, Argentina. American Geophysical Union (AGU) Fall Conference, San Francisco, USA.
- Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., Sandbach, S.D. and Szupiany, R.N. , 2009. The processes and dynamics of a large multi-thread river: the Rio Paraná, Argentina, British Society for Geomorphology (BSG) Annual Conference, Durham University.
- Best, J., Parsons, D., Lane, S. Kostaschuk, R., Orfeo, O., and Hardy, R., 2005. Mean flow structure in a large confluence-diffuence: Río Paraná, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Best, J., Parsons, D., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Amsler, M., and Hardy, R., 2006. The flow dynamics of large channel confluences: the influence of density difference. River Flow 2006, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.
- Best, J., Parsons, D., Orfeo, O., Amsler, M., Lane, S., Kostaschuk, R. and Hardy, R., 2006. The dynamics and morphology of large river junctions and the influence of density contrast: a case study of the Rio Paraguay and Bermejo. Jornada sobre Hidráulica Fluvial. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires.
- Best, J., Parsons, D., Kellman, P., Amsler, M., Szupiany, R., Kostaschuck, R., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2007. On the influence of density contrasts between mixing flows at channel confluences: the Río Bermejo and Río Paraguay, Argentina. Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED
- Bonetto, A. y O. Orfeo; 1984. Caracteres sedimentológicos de la carga en suspensión del río Paraná entre Corrientes y Esquina (República Argentina). Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, Buenos Aires, 15, 3-4: 51-61.

- Bucher, E., Bonetto, A., Boyle, T., Canevari, P., Castro, G., Huszar, P. y Stone, T.; 1993. Hidrovía: Examen Inicial Ambiental de la vía Fluvial Paraguay-Paraná. Humedales para las Américas, Buenos Aires, 1-74.
- Canevari, P., Blanco, D., Bucher, E., Castro, E. y Davidson I. Los humedales de la Argentina. Clasificación, situación actual, conservación y legislación. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. WETLANDS INTERNATIONAL Publicación 46. Buenos Aires, Argentina. 1 208. 1998.
- Contreras F. I. y Paira A. R. Comparación morfométrica entre lagunas de la planicie aluvial del río Paraná Medio y la Lomada Norte (Corrientes, Argentina). Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía. En prensa
- Contreras F. I., Ojeda E. A. y Contreras, S. A. Aplicación de la Línea de Costa en el estudio morfométrico de las lagunas de las lomadas arenosas de Corrientes, Argentina.
- Contreras F. I y Meichtry N. C. 2013. Morfometría de las lagunas de la Lomada Norte. Corrientes, Argentina. Breves Contribuciones del Instituto de Estudios Geográficos. N° 24. Pp. 154 – 168.
- Contreras F. I. 2011. Evolución de las Lagunas de la Lomada Norte (Corrientes, Argentina) en Función de la Pendiente. Terra Nueva Etapa. Vol. XXVII, N° 42. Pp. 146
- Depettris, C., O. Orfeo y J. Neiff, 1992. Atenuación del escurrimiento fluvial por bosques de *Tessaria integrifolia*. Revista Ambiente Subtropical, 2: 33-43.
- Fernández-Pacella, L., 2014. Paleambiente en el Suroeste del Iberá. XX Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Secretaría General de Ciencia y Técnica. Resumen CE-054 Corrientes.
- Fernandez-Pacella, L. (En prensa). Paleovegetation and Paleoenvironment of the Lower and Middle Holocene in Southeast of Iberá, Corrientes, Argentina. Revista Italiana di Paleontología e Stratigrafia.
- Georgieff, S., Anis, K., Orfeo, O., y Rizo, G., 2005. Architecture of Ituzaingo Formation (Pliocene), a comparison with deposits of Paraná River, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Iriondo, M., 1987. Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Sante Fe. Revista D'Orbignyana, Corrientes, 4: 1-54.
- Iriondo, M., 1988. A comparison between the Amazon and Paraná River Systems. In: Transport of carbon and minerals in major world rivers, lakes and estuaries. (Degens, E. et al., Eds.), SCOPE/UNEP, Hamburg, Part 5: 77-92.
- Iriondo, M., 1990. Relación longitud de onda/caudal en los ríos Chaco-Pampeanos. III Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 145-150, San Juan.
- Iriondo, M., Krohling, D. and Orfeo, O., 1998. Tropical Realm (provinces of Corrientes and Misiones). In: Loess in Argentina: Temperate and tropical (Iriondo, M., Chairman), Paraná, Argentina, Excursion Guide 4: 1-27.
- Iriondo, M., D. Kröhling y O. Orfeo, 1997. La Formación Oberá, un sedimento eólico tropical. Primer Congreso Latinoamericano de Sedimentología 8° Congreso Geológico Venezolano. Sociedad Venezolana de Geólogos International Association of Sedimentologists.
- Iriondo, M., J. Stevaux and O. Orfeo, 1999. Fluvial characteristics of a typical tributary of the Uruguay River. International Symposium on Paleohydrology and Geomorphology of Large Rivers / Field Conference Araguaia 99. GLOCOPH IAG.
- Iriondo, M., J. Stevaux, y O. Orfeo, O., 2000. Caracterização geomorfológica e sedimentológica do arroio Los Muertos: um tributário típico da alta bacia do rio Uruguai. Revista Geociências, ISSN 0101-9082, Vol.19, Nro.1: 61-69.
- Iriondo, M. y Kröling, D. 2008. Cambios ambientales en la cuenca del río Uruguay desde dos millones de años hasta el Presente. Universidad Nacional del Litoral. 127-144.
- Iriondo, M. y Orfeo, O.; 2012. El sistema sedimentario del río Bermejo. En: Aportes sedimentológicos a la geología del noroeste argentino (Marquillas, R., Sánchez, M. y Salfity, J.; Eds.) ISBN 978-987-26890-1-8. XIII Reunión Argentina de Sedimentología, Relatorio, 111-118.
- Iriondo, M. y O. Orfeo, 2014. Esquema hidrosedimentario de la cuenca del río Pilcomayo. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 140-141.
- Jalfin, G., 1987. Litofacies y paleocorrientes de la Formación Solari, provincia de Corrientes. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 42, 1-2: 101-111.

- Jalfin, G., 1988. Formación Ituzaingó (Plio-Pleistoceno) en Empedrado, provincia de Corrientes: un paleorío arenoso entrelazado tipo Platte. II Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 130-134. Buenos Aires.
- Kostaschuck, R. and Orfeo, O., 2009. Wash load in the Paraná River, Argentina. 9th International Conference on Fluvial Sedimentology, Tucumán (Argentina), August 24-28, 2009.
- Kostaschuk, R., Shugar, D., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2009. Suspended sediment transport and deposition over a dune: Río Paraná, Argentina. *Earth Surface Processes and Landforms*, ISSN: 0197-9337, Wiley InterScience, Vol. 34: 1605 – 1611. DOI: 10.1002/esp.1847
- Lane, S., Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Hardy, R.; 2008. Causes of rapid mixing at a junction of two large rivers: Río Paraná and Río Paraguay, Argentina. *Journal of Geophysical Research – Earth Surface*, ISSN 0148-0227, VOL. 113, F02019, doi:10.1029/2006JF000745.
- Lima, D., Campana, D., Amsler, M., Schreider, M. y Gaudin, H., 1990. Desplazamiento de dunas y carga de fondo en un tramo del río Paraná. XIV Congreso Latinoamericano de Hidrología, 12 p.
- Neiff, J., Patiño, C. y Orfeo, O.; 1987. Pautas para el manejo de plataformas y taludes en áreas inundables. Serie Técnica CECOAL (ISSN 0327 0459), Corrientes, 2, 54 p.
- Neiff, J., Orfeo, O. y Depettris, C.; 1989. Flujo de materia orgánica en un río del Chaco Oriental (Argentina). Seminario Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras, HGLLII/54/TRA, 13 p. Olavarría, Buenos Aires.
- Neiff, J. y O. Orfeo, 2003. Aporte de materia orgánica de los humedales a ríos de sabana subtropical del Chaco, Argentina. En: *Humedales de Iberoamérica* (J.J. Neiff, Ed.). Publicación Especial del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED, España), ISBN 959-270-0362, pág. 142-152.
- Nicholas, A.P., Sandbach, S., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sandbach, S., Sambrook Smith, G.H. and Szupiany, R.N.; 2009. Reduced complexity modelling of the Rio Paraná. River Bifurcations Workshop, Durham University, UK.
- Nicholas, A., Sandbach, S., Amsler, M., Ashworth, P., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Orfeo, O., Parsons, D., Reesink, A., Sambrook Smith, G., and Szupiany, R.; 2012. Modelling hydrodynamics in the Rio Paraná, Argentina: An evaluation and inter-comparison of reduced-complexity and physics based models applied to a large sandbed river. *Geomorphology*, (Elsevier, Holanda), ISSN 0169-555X, 169/170: 192-211.
- Orfeo, O. y G. Jalfin, 1983. Textura y dinámica de los sedimentos de fondo del río Paraná entre Corrientes y Esquina (Prov.de Corrientes). 45º Reunión de Comunicaciones de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral.
- Orfeo, O. y C. Depettris, 1989. Sedimentos suspendidos en ríos de la llanura chaqueña, 19 pág. Seminario Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras. UNESCO-CONAPHI.
- Orfeo, O. y C. Depettris, 1992. Erosión fluvial en la cuenca del río Bermejito (Prov. del Chaco, Argentina). *Revista Ambiente Subtropical*, 2: 15-32.
- Orfeo, O., 1995. Nueva jerarquización de barras y canales en grandes ríos entrelazados de llanura subtropical. IX Sesión de Comunicaciones Científicas y Técnicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1996. Sedimentación en barras agradacionales del río Paraná: significado de parámetros texturales. Sexta Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 1996. Criterios para la clasificación de barras en grandes ríos entrelazados de llanura subtropical. Sexta Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 1996. Sedimentología del río Paraná en el área de su confluencia con el río Paraguay. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, N° 0658: 289 p.
- Orfeo, O., 1996. Antiguo cauce del río Paraguay: análisis geológico y paleohidrológico. Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1996. Geomorfología del sistema fluvial Paraguay-Paraná en el área de su confluencia. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Asociación Geológica Argentina.
- Orfeo, O., 1997. Distribución de áreas de erosión, transporte y sedimentación en un segmento del río Paraná (Corrientes, Argentina). VIº Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Asociación de Ciencias Naturales del Litoral.
- Orfeo, O., 1997. Sedimentología de ambientes fluviales actuales en áreas de llanura subtropical. Primer Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente. Asociación Argentina de Sedimentología.

- Orfeo, O., 1997. Comparación sedimentológica y geomorfológica de los ríos Paraná y Paraguay en su área de confluencia. Primer Congreso Latinoamericano de Sedimentología 8° Congreso Geológico Venezolano. Sociedad Venezolana de Geólogos International Association of Sedimentologists.
- Orfeo, O., 1998. Temperate and tropical loess in Argentina: a textural comparison. International Joint Field Meeting "Loess in Argentina: Temperate and Tropical". INQUA.
- Orfeo, O. y C. Patiño, 1998. Efectos de la descarga sedimentaria de los ríos Bermejo, Paraguay y Paraná en la sección Corrientes Resistencia. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O., 1998. Reconstrucción morfológica y paleohidrológica de un tramo abandonado del río Paraguay inferior (Argentina). Revista de la Asociación Geológica Argentina, ISSN 0004-4822, 53 (3): 348-353.
- Orfeo, O., 1999. Sedimentological characteristics of small rivers with loessic headwaters in the Chaco, South America. Quaternary International, (Elsevier, Holanda) ISSN 1040-6182, 62: 69-74.
- Orfeo, O. and J. Stevaux, 1999. Hydraulic and morphologic characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). Yangtze Fluvial Conference. International Association of Geomorphologists Large Rivers Working Group.
- Orfeo, O., 2000. Cambios longitudinales de variables hidrológicas, sedimentológicas y geomorfológicas del río Paraná (Brasil y Argentina). II Congreso Latinoamericano de Sedimentología VIII Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 2000. Paleoambientes sedimentarios en el noreste de Corrientes. II Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O. y A. Ruberto, 2000. Evolución morfológica del río Bermejo inferior en relación a obras de ingeniería (Chaco). Taller anual del Programa 002 (CAID'96) y Proyectos Asociados. Grupo de Estudios del Cuaternario INQUA.
- Orfeo, O., 2002. Rasgos paleoambientales del nordeste argentino. En: Atlas de Anfibios y Reptiles de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa (Argentina), Alvarez, B.B.; R. Aguirre; J. Céspedes; A. Hernando; y M. Tedesco. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE), Argentina, ISBN 950-656065-X, Parte V, pág. 33-36.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2002. Sedimentos suspendidos del río Paraná (Corrientes, Argentina): variabilidad quincenal durante el año hidrológico. IX Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2002. Variación quincenal de la concentración y tamaño de sólidos suspendidos del río Paraná (Corrientes, Argentina). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Orfeo, O. and J. Stevaux, 2002. Hydraulic and morphologic characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). Geomorphology, (Elsevier, Holanda), ISSN 0169-555X, 44 (3/4): 309-322.
- Orfeo, O., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Kostaschuck, R., Hardy, R., Franklin, M., Roberts M., and Fraser, J., 2004. Formas de fondo y dinámica hidrosedimentológica en la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay (Corrientes, Argentina). X Reunión Argentina de Sedimentología. Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O. y Gustin, A., 2005. Colapso de Puente Lavalle por erosión fluvial (río Bermejo, Chaco y Formosa). IV Taller de Sedimentología y Medio Ambiente, Asociación Argentina de Sedimentología.
- Orfeo, O., 2006. Dynamics of sediment transport in two subtropical plain rivers of South America. Zeitschrift Für Geomorphologie, ISSN 0372-8854, Berlin-Stuttgart, Suppl.-Vol: 145: 229-241.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Hardy, R., Kostaschuk, R., and Lane, S., 2006. Morphology and flow structure in a large confluence-diffuence: where is the helical flow? River Flow 2006, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.
- Orfeo, O., Brea, D., Patiño, C., Amsler, M. y Ramonell, C., 2006. Distribución tridimensional de sedimentos transportados en suspensión por el río Bermejo inferior (NE de Argentina). IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Orfeo, O., Parsons, D., Best, J., Lane, S., Hardy, R. and Kostaschuck, R., 2007. Wash load dispersion at a large South American confluence: the Paraná-Paraguay junction (Corrientes, Argentina). Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.

- Orfeo, O., M. Sartirana and P. Suárez, 2010. Sediment transport of Pilcomayo River: qualitative and quantitative variations at Misión La Paz (Salta, Argentina). 18th International Sedimentological Congress, Mendoza (Argentina), pp 664.
- Orfeo, O., Best, J., Parsons, D., Iriondo, M., Lutz, A., Zurita, A.; 2010. Río de la Plata: from Pleistocene to the Present. In: del Papa, C. and Astini, R. (Eds.), Field Excursion Guidebook, 18th International Sedimentological Congress, Mendoza, Argentina, FE-C5, pp.1-41
- Orfeo, O., Georgieff, S., Anís, K. y Rizzo, G., 2011. Depósitos sedimentarios modernos y antiguos del río Paraná: un análisis comparativo. XXIII Congreso Nacional del Agua, 101109.
- Orfeo, O. y Iriondo, M.; 2012. Sedimentología de los ríos Pilcomayo y Bermejo (Argentina). Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes, 157-158.
- Orfeo, O. y Iriondo, M.; 2013. Transported sediment in the last stretch of the Pilcomayo River: features and trends. International Conference on Fluvial Sedimentology, Leeds, UK, Abstracts: 384.
- Orfeo, O.; 2014. Dinámica de sedimentos suspendidos en un meandro del río Bermejo. XIX Congreso Geológico Argentino, Córdoba, Resumen T1-35.
- Orfeo, O. y M. Iriondo, 2014. Concentración, distribución y tamaño de sedimentos suspendidos en el último meandro del río Bermejo. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 208-209.
- Orfeo, O., F. Colombo y J. Neiff; 2014. Desplazamientos laterales del cauce del río Paraná en las cercanías de la ciudad de Corrientes (Argentina) durante el Cuaternario. Características y significado sedimentario. XIV Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 206-207.
- Orfeo, O., Santa Cruz, J. y F. Gulisano, 2015. Línea de Base Ambiental Geología de Superficie Provincia de Corrientes. ICAA – FACENA – UNEE. Corrientes. Inédito.
- Parsons, D., J. Best, O. Orfeo, S. Lane, R. Kostaschuck, R. Hardy, M. Franklin, M. Roberts, and J. Fraser, 2003. The morphology, flow and sediment dynamics of the Rio Parana Rio Paraguay confluence. British Sedimentological Research Group Annual General Meeting.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2003. The morphology of the Rio Paraná-Rio Paraguay confluence obtained from multibeam echo sounder survey. British Sedimentological Research Group annual conference workshop on 'Measurement and monitoring of morphologies and flows: techniques and progress, School of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2003. The morphology, flow and sediment dynamics of the Rio Paraná-Rio Paraguay confluence. British Sedimentological Research Group annual conference, School of Earth Sciences, University of Leeds, Leeds, UK,.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Fraser, J., 2004. 'The Morphology, Three Dimensional Flow and Sediment Dynamics of a Large River Confluence: the Rio Paraná and Rio Paraguay, NE Argentina.' Paper presented at 2004 Joint Assembly American Geophysical Union (AGU) and Canadian Geophysical Union (CGU), Montréal, Canada.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Orfeo O., Kostaschuk R., Hardy R.J., and Franklin M.C., 2004. The morphology and sediment dynamics of a large river confluence: the Rio Paraná and Rio Paraguay, NE Argentina. River Flow 2004, Second International Conference on Fluvial Hydraulics, Department of Hydraulic and Environmental Engineering, Girolamo Ippolito University of Napoli Federico II, Naples, Italy (Paper Number A1-106).
- Parsons, D.R. J.L. Best, S.N. Lane, R. Kostaschuk, O. Orfeo, R.J. Hardy, 2004. The morphology and flow fields of 3D dunes, Rio Paraná, Argentina: results from simultaneous multibeam echo sounding and acoustic Doppler profiling. Poster presented to the International Workshop Marine Sandwave and River Dune Dynamics II (MARID2004), University of Twente, Enschede, The Netherlands.
- Parsons, D.R., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Franklin, M., Hardy, R. and Fraser, J., 2004. The morphology and flow fields of three-dimensional dunes, Rio Paraná, Argentina: results from simultaneous Multi-beam Echo Sounding (MBES) and Acoustic Doppler Current Profiling (ADCP). AAPG Annual Meeting, Dallas Convention Center, USA.
- Parsons, D.R., Best J.L., Lane S.N., Hardy R.J., Orfeo O. and Kostaschuk R., 2004. The morphology, 3D flow structure and sediment dynamics of a large river confluence: the Río Paraná and Río Paraguay, NE Argentina. In: River Flow 2004, (Greco, M., Carravetta, A. and Della Morte, R., Eds.), ISBN 90 5809 658 0, Balkema Publishers, London, Vol. 1, 43 – 48.

- Parsons, D., J. Best, O. Orfeo, R. Hardy, R. Kostaschuck, & S. Lane, 2005. Morphology and flow fields of threedimensional dunes, Río Paraná, Argentina: results from simultaneous multibeam echo sounding and acoustic Doppler current profiling. *Journal of Geophysical Research*, ISSN 0148-0227, Vol. 110, F04S03, doi: 10.1029/2004JF000231
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O. and Hardy, R., 2005. Fluid dynamics and morphology of the Río Paraná Paraguay confluence, Argentina. 8th International Conference on Fluvial Sedimentology, Delft, The Netherlands.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O. and Hardy, R., 2005. Morphology and mean flow structure in a large confluence-difffluence: Río Paraná, Argentina. Submitted to the 4th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, University of Illinois, USA.
- Parsons, d., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., Hardy, R., and Shugar, D., 2006. Morphology, flow and sediment transport over a natural 3D dune field: Río Paraná, Argentina. *River Flow 2006*, International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisboa, Portugal.
- Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Amsler, M., Lane, S., Kostaschuk, R., Szupiany, R. and Hardy, R., 2006. Braid-bar confluence constrictions and expansions on the Río Paraná: morphology, flow, and implications. *Jornada sobre Hidráulica Fluvial*. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Kostaschuk, R., Orfeo, O., and Hardy, R. Morphology, Fluid Dynamics, and Mixing at the Río Paraná Paraguay Confluence, Argentina, 2006 IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Orfeo, O., Kostaschuck, R. and Hardy, R., 2006. Morphology, flow and sediment transport over a natural 3D dune field: Río Paraná, Argentina. IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Lane, S., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Amsler, M. and Hardy, R., 2006. Sediment dynamics of a large river confluence with marked contrast of transport in suspension: the Bermejo and Paraguay Rivers (Argentina). IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología – XI Reunión Argentina de Sedimentología, S.C. de Bariloche, Río Negro.
- Parsons, D., Best, J., Orfeo, O., Kostaschuck, R., Lane, S., and Hardy, R., 2007. Monitoring flow and morphodynamics at the Paraná-Paraguay confluence. *Wokshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers*. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.
- Parsons, D.R., Best, J.L., Lane, S.N., Orfeo, O., Hardy, R.J., and Kostaschuk, R., 2007. Form roughness and the absence of secondary flow in a large confluence-difffluence, Río Paraná, Argentina. *Earth Surface Processes and Landforms*, ISSN: 0197-9337, Wiley InterScience, Vol. 32: 155 – 162.
- Passeggi, E., 1996. Variaciones Mineralógicas de los Sedimentos de Lecho en Cauces Secundarios de la Llanura Aluvial del Río Paraná. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51
- Patiño, C. y O. Orfeo, 1999. Impactos de las rutas sobre el escurrimiento y del escurrimiento sobre las rutas en la llanura aluvial del Bajo Paraná. *Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*.
- Pedrozo, F. y Orfeo, O., 1986. Evaluación de sólidos suspendidos en algunos ríos del nordeste argentino: empleo de filtros. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 17, 1-4: 61-66.
- Popolizio, E., 1985. Geomorfología de la provincia de Corrientes. En: *Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes* (Herbst, R. y Santa Cruz, J.; Eds.). D'Orbignyana, 2: 1-51.
- Ramonell, C., Amsler, M., Orfeo, O. y Perez, M., 2006. Sinuosity changes around an artificial constriction in a meandering river: the Bermejo River case (Argentina). *IAG Regional Conference on Geomorphology – VI Brazilian Symposium in Geomorphology*, Goiânia, Brazil.
- Ramonell, C. G.; Amsler, M. L.; Orfeo, O.; Montagnini, M. D. y Perez, M. J. , 2007. Morphologic and sediment transport adjustments around an artificial point constriction in a large meandering river (Bermejo River, Argentina). Submitted to 5th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics (RCM2007). University of Twente in Enschede, The Netherlands, September 17 – 21
- Ramonell, C., Amsler, M., Orfeo, O., Montagnini, M. y Perez, M., 2007. Ajustes morfológico-sedimentarios del río Bermejo en torno al puente Lavalle (Chaco argentino.). *Tercer Simposio Regional sobre hidráulica de ríos*, UNC, Córdoba.

- Reesink, A., Amsler, M., Ashworth, P., Best, J., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Parsons, D., Sambrook-Smith, G., Sandbach, S., Szupiany, R., 2008. The influence of finegrained sediment on the architecture of mid-channel bars in one of the world's largest braided rivers: Río Paraná River, Argentina. Annual British Sedimentological Research Group Meeting, University of Liverpool, December 2008.
- Reesink, A., Ashworth, P., Sambrook Smith, G., Best, J., Parsons, D., Amsler, M., Hardy, R., Lane, S., Nicholas, A., Orfeo, O., Sandbach, S., Simpson, C., Szupiany, R.; 2014. Scales and causes of heterogeneity in bars in a large multi-channel river: Río Paraná, Argentina. *Sedimentology*, Blackwell Publishing, ISSN 0037-0746, *Sedimentology*, doi: 10.1111/sed.12092, 1-31.
- Sambrook Smith, G. H., Ashworth, P. J., Best, J. L., Lunt, I. A., Orfeo, O. and Parsons, D.R., 2009. The sedimentology and alluvial architecture of a large braid bar, Río Paraná, Argentina. *Journal of Sedimentary Research* (DOI: 10.2110/jsr.2009.066), 79: 629-642.
- Sambrook Smith, G., Best, J., Orfeo, O. and Zinger, J.; 2013. The alluvial architecture of a fine-grained meandering river: the Río Bermejo, Argentina. International Conference on Fluvial Sedimentology, Leeds, UK, Abstracts: 217.
- Sandbach, S.D., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H. and Szupiany, R.N.; 2009. Flow structures and processes in the Río Paraná. British Society for Geomorphology (BSG) Annual Conference, Durham University.
- Sandbach, S.D., Ashworth, P.J., Amsler, M.L., Best, J.L., Hardy, R.J., Lane, S.N., Nicholas, A.P., Orfeo, O., Parsons, D.R., Reesink, A.J.H., Sambrook Smith, G.H., and Szupiany, R.N.; 2010. Three-dimensional modelling of a very large river; the Río Paraná. IAHR River Flow 2010 Conference, Braunschweig, Germany.
- Shugar, D., Kostaschuk, R., Best, J., Parsons, D., Lane, S., Hardy, R. and Orfeo, O., 2007. Suspended sediment dynamics over a dune in the Río Paraná. Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers. NCED (USA) – UNL – SSRH, Santa Fe, Argentina.
- Shugar, D., Kostaschuk, R., Best, J., Lane, S., Parsons, D., Orfeo, O. and Hardy, R.; 2010. Wavelet analysis of flow and suspended sediment transport over a crest of a sand dune, Río Paraná, Argentina. *Sedimentology* (doi:10.1111/j.1365-3091.2009.01110.x), Blackwell Publishing, ISSN 0037-0746, 57: 252-272.
- Szupiany, R., Parsons, D., Best, J., Amsler, M., y Orfeo, O., 2006. Morfología y corrientes secundarias en una confluencia con cauces discordantes, río Paraná, Argentina. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guayana, Venezuela.
- Tófaló, O., 1987. Facies de loess y calcretes pedogenicos de la Formación Arroyo Avalos (Oligoceno) Entre Ríos y Corrientes, Argentina.
- Torra, R., 1996. Aplicación de la técnica de muestreo peeling a las arenas de la Formación Ituzaingó (¿Plioceno superior?), en la localidad de Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas. 8 : 5-6. Corrientes.
- Torra, R., 1997. Genesis and age of the Ituzaingó Formation sands, northeastern Argentina: a preliminary note. 18th Regional European Meeting of Sedimentology. Heidelberg. GAEA Heidelbergensis Abstracts. p. 340. Alemania.
- Torra, R., 1997. Peeling technique using nitrocellulose lac applied to friable Ituzaingó Formation sands (Miocene) at Empedrado, Corrientes Province, northeastern Argentina, South America. 18th Regional European Meeting of Sedimentology. Heidelberg. GAEA Heidelbergensis Abstracts. p. 341. Alemania.
- Torra, R., 1997. A Preliminary Approaching to Depositional Environment of the Ituzaingó Formation sands (Miocene), northeastern Argentina. 1st Latin American Congress of Sedimentology. Margarita Island. Venezuela.
- Torra, R., 1997. Reconnaissance of tidal bundles by means of the fast Fourier transformation. Ituzaingó Formation sands (Miocene), northeastern Argentina. 1st Latin American Congress of Sedimentology: 315 – 321. Margarita Island. Venezuela.
- Torra, R., 1997. Proveniencia de las arenas de la Formación Ituzaingó, entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. VI Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Actas. p. 181-183. Corrientes.
- Torra, R., 1997. Aplicación de la técnica de muestreo peeling a las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno), en la localidad de Empedrado, Provincia de Corrientes, República Argentina. *Revista del Instituto de Geología y Minería*. 11 (2): 87-90.
- Torra, R., 1997. Microscopía de Barrido Electrónico (SEM) aplicado al estudio de las arenas con estratificación curvada (hummocky cross-stratification) de la Formación Ituzaingó (Mioceno), Nordeste de Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas, 8: 187-190. Corrientes.

- Torra, R., 1997. Aplicación de la transformada rápida de Fourier para el reconocimiento de haces mareicos (tidal bundles) en las estructuras de las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno), Nordeste de Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Actas, 8 : 191-192. Corrientes.
- Torra, R., 1998. Architectural analysis of the Ituzaingó Formation sands, Northeastern Argentina, South America. Geocongress 98, Geological Society of South Africa. Pretoria. Sudáfrica.
- Torra, R., 1998. A Brief stratigraphy and paleogeography of the Miocene sea at the Mesopotamia Region, Northeastern Argentina, South America. Geocongress 98. Geological Society of South Africa. Pretoria. Sudáfrica.
- Torra, R., 1998. Depositional Environment of the Ituzaingó Formations Sands (Miocene), Northeastern Argentina, South America. 1998 AAPG International Conference & Exhibition. Rio de Janeiro. Brasil.
- Torra, R., 1998. A new age (Miocene) and a new environment depositional system for pelitic Toropí and Yupoi Formations, Corrientes Province, Argentina, South America. 15th International Sedimentological Congress. Alicante. España, p. 767.
- Torra, R., 1998. Paleocurrent analysis applied to resolve depositional environment system. The case of the Ituzaingó Formation sands (Miocene), Corrientes Province, Argentina. South America. 15th International Sedimentological Congress. Alicante. España. p. 768.
- Torra, R., 1998. Estructuras sedimentarias marinas diagnósticas en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno Medio), entre Itatí y Empedrado, Provincia de Corrientes, Mesopotamia de Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería. 12 (1): 75-86.
- Torra, R., 1998. Estructuras sedimentarias diagnósticas en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno medio), entre Itatí y Empedrado, provincia de Corrientes, República Argentina. X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica. Buenos Aires.
- Torra, R., 1998. Estudio de paleocorrientes en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno medio), en la Mesopotamia Argentina. VII Reunión Argentina de Sedimentología. Salta.
- Torra, R., 1999. Reinterpretación sedimentológica y edad de las Formaciones Paraná, Ituzaingó, Toropí, Yupoi y Puelches (Mioceno Medio), Mesopotamia de Argentina. Revista del Instituto de Geología y Minería.
- Wildner, W., Hartmann, L., y Lopes, R., 2007. Serra Geral magmatism in the Paraná Basin, a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. Problems in the Western Gondwana Geology, I Workshop – South America – Africa, v. 1, pp. 189–197. Gramado, Brasil.

Paleontología

- Aceñolaza, F.G. 2004. Paleobiogeografía de la región Mesopotámica. Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica (Misceláneas) 12: 25-29. Tucumán
- Albino, A. y Carlini, A.A. 2008. First Record of Boa constrictor (Serpentes, Boidae) in the Quaternary of South America. Journal of Herpetology 42 (1): 82-88.
- Alcaraz, M.A. y Carlini, A.A. 2003. Los cérvidos (Mammalia, Artiodactyla) de las formaciones Toropí y Yupoi (Pleistoceno Medio-Tardío) de la provincia de Corrientes, Argentina. Ameghiniana 40 (4): 50R.
- Alcaraz, M.A. y Zurita, A.E. 2004. Nuevos registros de cérvidos poco conocidos: *Epieuryceros cf. proximus* Castellanos y *Antifer* sp. (Mammalia, Artiodactyla, Cervidae). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 6 (1): 43-50.
- Alvarez, B.; 1974. Los mamíferos fósiles del Cuaternario de Arroyo Toropí, Corrientes, Argentina. Ameghiniana, 11(3): 295-311.
- Ameghino, F. 1885. Nuevos restos de mamíferos fósiles oligocenos recogidos por el Profesor Pedro Scalabrini y pertenecientes al Museo Provincia de la ciudad de Paraná. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba 8: 5-207.
- Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. Actas de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba 6: 1-1027.
- Carlini, A. A., Scillato-Yané, G. J., Noriega, J. I. y Aceñolaza, F. 2000. Perezosos terrestres (*Xenarthra*, Tardigrada) del "Mesopotamiense" (Fm. Ituzaingó, Mioceno tardío-Plioceno temprano) de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Studia Geológica Salmaticensia* 36: 13-27.

- Carlini, A.A., Tonni, E.P. y Noriega, J.I. 2002. El primer registro paleontológico del lutrino gigante *Pteronura* (Carnívora, Mustelidae) en la Argentina. Su importancia paleobiogeográfica. 1° Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, resúmenes: 25
- Carlini, A.A., Zurita, A., Gasparini, G.M. y Noriega, J.I. 2004. Los mamíferos del Pleistoceno de la Mesopotamia argentina y su relación tanto con aquéllos del Centro Norte de la Argentina, Paraguay y Sur de Bolivia, como con los del Sur de Brasil y Oeste de Uruguay: Paleobiogeografía y Paleoambientes. Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica (Misceláneas) 12: 83-90. Tucumán.
- Cartelle, C. y Lessa, G. 1988. Presença de *Myocator coypus* (Molina, 1782), Rodentia, Myocatoridae, do Pleistoceno final-Holoceno no centro-oeste da Bahia, Brasil. 11° Congresso Brasileiro de Paleontología, Actas 1: 583-591.
- Castellanos, A. 1926. Sobre un nuevo gliptodóntido chapadmalense. *Urotherium simplex* n. gen. n. sp. y las formas afines. Anales del Museo Nacional de Historia Natural "Bernardino Rivadavia" 60: 263-278. Buenos Aires.
- Castellanos, A. 1940. A propósito de los géneros *Plohophorus*, *Nopachthus* y *Panochthus*. Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología, 1 (6): 1-279, figs. 1-82.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 1999. Biostratigraphy and chronological scale of upper-most Cenozoic in the Pampean area. En: Rabassa, J. y M. Salemme, (eds.). Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, 12: 22-51.
- Cione, A.L., Azpelicueta, M.M., Bond, M., Carlini, A.A., Casciotta, J.R., Cozzuol, M.A., de La Fuente, M., Gasparini, Z., Goin, F.J., Noriega, J.I., Scillato-Yané, G.J., Soibelzon, L., Tonni, E.P., Verzi, D. y Vucetich, M.G. 2000. Miocene vertebrates from Entre Ríos province, eastern Argentina. Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 14: 191-237.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 2005. Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico Superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. 16° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 183-200.
- Cozzuol, M.A. 1993. El Mesopotamiense ¿Mezcla temporal o vía de dispersión? *Ameghiniana* 30 (1): 103 R
- Ferrero, B.S. y Noriega, J.I. 2007. A New Tapir from the upper Pleistocene of Argentina: phylogenetic remarks on the neotropical family diversification. *Journal of Vertebrate Palaeontology* 27 (2): 504-511
- Herbst, R. 1969. Nota sobre la geología de Corrientes. Actas IV Jornadas Geológicas de Argentina, 3: 87-95. Mendoza.
- Herbst, R. 1971. Esquema estratigráfico de la provincia de Corrientes, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 26 (2):221-243
- Herbst, R. y Álvarez, B.B. 1972. Nota sobre dos Toxodontes (Toxodontidae, Notoungulata) del Cuaternario de Corrientes, Argentina. *Ameghiniana* 9 (2): 149-158
- Herbst, R. y Álvarez, B.B. 1975. Notas sobre dos formaciones del Cuaternario en Corrientes. Anales de la Academia Brasileira de Ciências 47: 33-37
- Herbst, R. y Álvarez, B.B. 1977. Nota sobre dos formaciones del Cuaternario de Corrientes, República Argentina. *FACENA* 1:7-17.
- Herbst, R. y J. N. Santa Cruz. 1985. Mapa litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes. *D'Orbignyana*: 1-69.
- Iriondo, M y García, N. O. 1993. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18.000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 101: 209-220.
- Iriondo, M. 1996. Estratigrafía del Cuaternario de la Cuenca del Río Uruguay. Actas del 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos 4:15-25.
- Morton, L., 2004. Moluscos fósiles de agua dulce de la Formación Itzaingó, Plioceno de Corrientes. En: Aceñolaza, F.G. (Coordinador-Editor) Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Miscelánea 12, 45-48.
- Noriega, J.I., Manzano, A.S., De la Fuente, M.S. y Tonni, E.P. 2000. Un Testudininae gigante (*Chelonii*: Criptodira) del Pleistoceno de la provincia de Corrientes, Argentina. *Ameghiniana* 37 (3): 321-326.
- Noriega, J.I., Carlini, A.A. y Tonni, E.P. 2004. Vertebrados del Pleistoceno tardío de la cuenca del arroyo Ensenada (Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos, Argentina). Revista del Instituto Superior de Correlación Geológica (Misceláneas) 12: 7176.
- Oliveira, E.; 1992. Mamíferos fósseis do Quaternario do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), 118 pp.

- Oliveira, E.; 1996. Mamíferos Xenarthra (Edentata) do Quaternario do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ameghiniana* 33 (1): 65-75.
- Oliveira, E.; 1999. Quaternary vertebrates and climates from southern Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 12, 61-73.
- Ortiz Jaureguizar, E. y Cladera, G.A. 2006. Paleoenvironmental evolution of Southern South America during the Cenozoic. *Journal of Arid Environments* 66: 498-532.
- Pascual, R. y Bondesio, P. 1982. Un roedor Cardiatheriinae (Hydrochoeridae) de la Edad Huayqueriense (Mioceno tardío) de La Pampa. Sumario de los ambientes terrestres en la Argentina durante el Mioceno. *Ameghiniana* 29 (1-2): 19-35.
- Rabassa, J., Coronato, A.M., Salemme, M., 2005. Chronology of the Late Cenozoic Patagonian glaciations and their correlation with biostratigraphic units of the Pampean region (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 20 (1-2): 81-103
- Scillato-Yané, G.J., Tonni, E. P., Carlini, A.A. y Noriega J.I. 1998. Nuevos Hallazgos de Mamíferos del Cuaternario en el Arroyo Toropí, Corrientes, Argentina. Aspectos Bioestratigráficos, Paleoambientales y Paleozoogeográficos. 6° Congreso Latinoamericano de Geología y 10° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 1: 263-268.
- Scillato-Yané, G.J., Carlini, A.A., Tonni, E.P. y Noriega, J.I. 2005. Paleobiogeography of the late Pleistocene pampatheres of South America. *Journal of South American Earth Sciences* 20: 131-138.
- Tonni, E. P. 1992. *Tapirus Brisson*, 1762 (Mammalia, Perissodactyla) en el Lujanense (Pleistoceno superior-Holoceno inferior) de la provincia de Entre Ríos, República Argentina. *Ameghiniana* 21 (1): 3-8.
- Tonni, E. P. y Scillato-Yané, G. J. 1997. Una nueva localidad con mamíferos pleistocenos en el Norte de la Argentina. Aspectos paleozoogeográficos. 6° Congreso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternario e Reuniao sobre o Quaternario da America do Sul, Anais: 345-348. Curitiba, Brasil.
- Tonni, E.P., Cione, A.L. y Figini, A.J. 1999. Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 147: 257-281.
- Tonni, E. P., Huarte, R., Carbonari, J. E. y Figini, A. J. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires, Argentina): palaeoclimatic significance. *Quaternary International* 109-110: 45-48.
- Tonni, E.P., Carlini, A. A. Zurita, A. E., Frechen, M., Gasparini, G., Budziad, D. & Kruck, W. 2005. Cronología y bioestratigrafía de las faunas del Pleistoceno aflorantes en el Arroyo Toropí, provincia de Corrientes, Argentina. 2° Congreso Latino-Americano Paleontología de Vertebrados. Río de Janeiro, Brasil.
- Tonni, E.P. 2007. Geología del Cuaternario de las regiones Mesopotámica y Pampeana de la Argentina. *Sessão Geologia Quaternário do rs: Integrando Conhecimentos. Resumos* 1718R
- Zurita, A. E. y A. I. Lutz. 2001. La fauna Pleistocena de la Formación Toropí en la Provincia de Corrientes (Argentina). *Mastozoología Neotropical*. 9(1): 47-56.
- Zurita, A. E., Scillato-Yané, G. J. y Carlini, A. A. 2005. Palaeozoogeographic, biostratigraphic and systematic aspects of the genus *Sclerocalyptus* Ameghino 1891 (Xenarthra, Glyptodontidae) of Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 20: 120-129.
- Zurita, A. E. 2007. Sistemática y evolución de los Hoplophorini (Xenarthra, Glyptodontidae, Hoplophorinae. Mioceno tardío-Holoceno temprano). Importancia bioestratigráfica, paleobiogeográfica y paleoambiental. Tesis Doctoral (Inédita), Universidad Nacional de La Plata, 367 p.

Subsuelo-Cuencas-Estructuras-Geofísica

- Acevedo, S., Lavina, E., Barberena, M., Ferrando, L. y Andreis, R. 1985. Evidencias de correlação entre a Formação Yaguari (Uruguai) e as Formações Rio do Rasto e Sanga do Cabral (Rio Grande do SulBrasil). *Pesquisas* 17: 112-121.
- Almeida, F. 1972. Tectono-magmatic activation of the South American platform and associated mineralization. IUGS, 24 International Geology Congress, Actas: 339-346, Montreal.
- Almeida, F. 1981. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. 3° Simposio Regional de Geología. SBG-SP, Atas 1: 243 -275, Curitiba.

- Angeleri, José J..2012 y 2013. Perforaciones Termales Monte Caseros y Curuzú Cuatiá – Corrientes. Inf. Inédito. ICAA. Corrientes.
- Bigarella, J. J., Salamuni, R. y Marques Hijo, P. L. 1961. Consideraciones sobre la Formación Furnas. Boletín Paranaense de Geografía 4: 5-53.
- Bossi, J. 1966. Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Colección Ciencias 2, 419 p., Montevideo. M.E. Brookfield "The origin of bounding Surface in ancient aeolian sandstones. *Sedimentology* (1977) 24, 303332.
- Chebli, G., Mozetic, M., Rossello, E. y Bühler, M., 1999. Cuencas sedimentarias de la llanura chacopampeana. En: Caminos, R. (ed.), *Geología Argentina*. Subsecretaría de Minería de la Nación, Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29: 627-644, Buenos Aires.
- Cobbold, P., Massabie, A. y Rossello, E. 1986. Hercynian Wrenching and Thusting in the Sierras Australes Foldbelt, Argentina. *Hercynica*: 135-148.
- de Santa Ana H., Rossello E.A., Fulfaro V.J. y Veroslavsky G. 2001. Evidencias de deformación compresiva permotriásica en la Cuenca Norte (Uruguay). 9º Congreso Latinoamericano de Geología 3º Congreso Uruguayo, Actas CD-ROM, Montevideo.
- Corbo.F.,2006. Modelo Geofísico del Acuífero Guaraní: Zona Comprendida entre Uruguay y Argentina. Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra (Exploración Geofísica) Juriquilla. Santiago de Querétaro. México.
- Corbo, R. y A. Oleaga, 2008. Prospección Geofísica (AMT – MT) Aplicada al Acuífero Guaraní, Informe Técnico. Interpretación 1D de 8 Sondeos AMT – MT en Corrientes y Misiones (Argentina)
- Corbo, F. y A. Oleaga, 2009. Prospección Geofísica (AMTMT) Aplicada al Acuífero Guaraní. Informe Técnico N° 4. Interpretación 1D de 19 sondeos AMT –MT en Corrientes y Misiones (Argentina) y Sección 2D. Ingesur. SRL, (Geodatos SRL). Inédito.
- Corbo, F., Arzate, J., and Oleaga, A., 2012. Structure of the Guarani Aquifer in the surroundings of the Uruguay River from Magnetotelluric Soundings *Geofísica Internacional*, 51(1):17-37.
- De Santa Ana, H, Veroslavsky G, Fulfaro, V y E. Rosello, 2006. Cuenca Norte. Evolución Tectónica Sedimentaria del Carbónico-Pérmico. In Veroslavsky G., Ubilla M. y S. Martines (eds). *Cuencas Sedimentarias del Uruguay: Geología, Paleontología y Recursos Naturales – Paleozoico*. DIRAC. Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Montevideo. Pp. 147-208.
- Elizalde, G. 1970. Carta Geológica del Uruguay. Escala 1:100.000. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Boletín 3, Montevideo.
- Fernández Garrasino, C. 1996. La Sucesión Gondwánica del Subsuelo de la Provincia de Entre Ríos, Argentina. 13er. Congreso Geológico Argentino y 3er. Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 99-109, Buenos Aires
- Fernández Garrasino, C. 1998. Provincia de Entre Ríos. Argentina. Prospección de Hidrocarburos. Almacenaje Subterráneo de Gas Natural. Inédito.
- Fernández Garrasino, C. y Vrba, A. 1999. Estructura del tope de la Formación Serra Geral (Neojurásico-Eocretácico) en la Mesopotamia argentina y adyacencias. 14º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 185188, Salta.
- Fernández Garrasino, C., 2008. Provincia de Entre Ríos. Geología. Informe Final. Geodatos SRL. Inédito.
- Fernandez Garrasino, C., Laffitte, G y Villar, H., 2005. Cuenca Chacoparanaense. VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. Simposio Frontera Exploratoria de la Argentina: 97-114 p.
- Fernández Garrasino, C. y G. Rezoagli, (Geodatos) 2008. Prospección geofísica AMT/MT aplicada al Acuífero Guaraní. Comentarios geológicos. Inédito.
- Fernández L.A. y A.M. Coimbra, 1996. Estratigrafía y ambientes deposicionales de la Cuenca Bauru (Cretácico superior, Brasil). *Acta Geológica Hispánica*, v. 30 (1995), n", p. 11-30
- Fulfaro, V.J. 1996. Geology of eastern Paraguay. En: Comin-Chiaramonti, P. y Gomes, C.B. (eds.) *Alkaline Magmatism in Central Eastern Paraguay. Relationships with Coeval Magmatism in Brazil*. Edusp-Fapesp: 1730, Sao Paulo.
- Gastmans, D., Veroslavsky, G., Kiang Chang, H., Caetano-Chang, M.R. y Nogueira Pressinotti, M.M. 2012. Modelo hidrogeológico conceptual del Sistema Acuífero Guaraní (SAG): una herramienta para la gestión. *Boletín Geológico y Minero* 123: 249265.
- Geodatos.SRL, 2008. Sistema Acuífero Guaraní. Informe Final Geológico – Geofísico. En Anexo I. Complementación Geofísico con AMT (Audiomagnetoteluria).

- Gulisano, F., 2013. Conjunto basáltico de la Formación Serra Geral (Neojurásico-Eocretácico) en la Mesopotamia Argentina. Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC). Programa Marco de la Cuenca del Plata. Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. 58 pps. Buenos Aires. (Inédito)
- INCYTH, 1977. Proyecto 1230. Coord. Santa Cruz, J.N. Proyecto Sistema Iberá. Estudios Geofísicos. Dr. J.Herrero Ducloux. Tomo I Volumen II. Inédito.
- Introcaso, A., 1997. Proyecto de carta isogámica. Universidad Nacional de Rosario, Instituto de Física de Rosario, Rosario. Inédito.
- López Gamundi, O. y Rossello, E. 1993. Devonian-Carboniferous unconformity in Argentina and its relation to Eohercynian orogeny in southern South America. *Geology Rundschau* 82: 136-147.
- López Gamundi, O., Espejo, I., Conaghan, P. y Powell, C. 1994. Southern South America. En: Veevers, J.J. y Powell, C.McA. (eds.) Permian-triassic Pangean Basins and Foldbelts along the Panthalassan Margin of Gondwanaland, Memoir 184: 281-329, Boulder.
- Manzano, M., Rodríguez, L., Vives, L., Ortega, L., Heredia, J., Mira, A., Nittman, J., Valladares, A., Araguás, L. y Aggarwaal, P. 2013. Caracterización hidroquímica e isotópica de las aguas subterráneas del hidrosistema Iberá (Corrientes, Argentina). En: González, N., Kruse, E., Trovatto, M. y Laurencena, P. (eds.) Agua subterránea recurso estratégico, Tomo 2, 1ª Edición, EDULP: 43-50, La Plata.
- Mársico, D., 2013. Aportes a la perspectiva geológica e Hidrogeológica regional en el sector centro Este de la Cuenca Chacopampeana. Tesis doctoral. Universidad de la Coruña, España.
- Melo, J.H.G. 1989. The Malvinokaffric Realm in the Devonian of Brazil. En: McMillan, N.J., Embry, A.F. y Glass, D.J. (eds.), Devonian of the World. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 14: 669-703, Calgary. A.D. Miall.(1996) "The geology of fluvial deposits", Springer Berlin.
- Milani, E. 1997. Evolução tectonoestratigráfica da Bacia do Parana e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental. Tesis doctoral, Universidade do Rio Grande do Sul (inédita), 255 p., Porto Alegre.
- Milani, E.J. y Ramos, V.A. 1998, Orogenias paleozóicas no domínio sul-occidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná: *Revista Brasileira de Geociências* 28: 527-544.
- Milani, E., Gonçalves de Melo, J., Alves de Souza, P., Fernandes, L. y França, A. 2007. Bacia do Parana. *Boletim Geociências Petrobras* 15: 265-287.
- Mingramm, A. 1965. Abandono del pozo estratigráfico F. MB.1-Mariano Boedo (Formosa). YPF (inédito), Buenos Aires.
- Mingramm, A. y Russo, A. 1972. Sierras Subandinas y Chaco salteño. En: Leanza, A.F. (ed.), *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias: 185-211, Córdoba.
- Mira, A. 2012. Modelo conceptual hidrogeológico del Sistema Acuífero Guaraní con énfasis en el sector Argentino. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Cartagena (inédita), 244 p., Cartagena.
- Mira, A., Veroslavsky, G., Rossello, E., Vives y L. y Rodríguez, L. 2015. Subsurface geological modeling of Corrientes province (NE Argentina) and its relationships with the Guaraní Aquifer system function. *Journal of South American Earth Sciences* 62: 148-163.
- Mira, A., 2012. Modelo conceptual hidrogeológico del Sistema Acuífero Guaraní con énfasis en el sector Argentino. Trabajo Final de Maestría en Ingeniería del Agua y del Terreno. Universidad Politécnica de Cartagena. España. Inédito.
- Mira, A., Gomez Dacal M.L., Tocho, C y Vives, L.. 2013 3D gravity modeling of the Corrientes province (NE Argentina) and its importance to the Guaraní Aquifer System Tectonophysics-126081; No of Pages 10
- Mira A., Veroslavsky, G., Rossello, E., Vives A. y L. Rodríguez, 2015. Subsurface geological modeling of Corrientes province (NE Argentina) and its relationships with the Guaraní Aquifer system function. *Journal of South American Earth Sciences* 62 Pp.148-163
- Mira A., Veroslavsky, G., Vives, L. y L. Rodríguez, 2016. Influencia de los lineamientos estructurales sobre el flujo del Sistema Acuífero Guaraní en la provincia de Corrientes. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* Vol 73 (4). Manuscrito aceptado Junio 2016.
- Montaño Xavier, J y P. Decoud (Geoambiente). 2013. Estudio Hidrogeológico para la ubicación de un pozo termal. (Primera etapa). Curuzú Cuatiá. Inédito.

- Orfeo, O., 2004. "Historia geológica del Ibera". Segunda Semana de la Ciencia y la Tecnología, Secretaría para la Tecnología, Ciencia e Innovación productiva de la Nación, CONICET, CECOAL. Corrientes, octubre 22, 2004.
- Orfeo, O., Santa Cruz, J. y F. Gulisano, 2016. Línea de Base Ambiental Geología de Subsuelo Provincia de Corrientes. ICAA – FACENA – UNEE. Corrientes. Inédito.
- Padula, E. y A. Mingramm, 1968. – Estratigrafía, Distribución y Cuadro Geotectónico – Sedimentario del Triásico en el Subsuelo de la Llanura Chaco-Paranense, en Actas Terceras Jornadas Geológicas Argentinas. I Comodoro Rivadavia– 291-331
- Padula, E. y A. Mingramm, 1963. – The fundamental geological pattern of the Chaco-Paraná basin (Argentina) in relation to its oil possibilities Section 1, paper 1 – Argentina (1963)
- Padula, E. y Mingramm, A. 1967. Informe de terminación del pozo Cha.LB.-x-2, Las Breñas, Chaco. YPF S.A., Buenos Aires.
- Padula, E. y Mingramm, A. 1969. Permian subsurface beds of the Chaco-Mesopotamian Region, Argentina, and their relatives in Brazil, Paraguay and Uruguay. International Union of Geosciences Gondwana Stratigraphy Symposium. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Earth Sciences 2: 10411051, París.
- Padula, E. y A. Mingramm, 1969. Sub-Surface Carboniferous Beds of the Chaco-Mesopotamian Region, Argentina, and their relatives in Uruguay, Paraguay and Brazil – En UNESCO – La Estratigrafía del Gondwana – París, Págs. 1025-1040
- Padula, E. y A. Mingramm, 1969. Sub-Surface Mesozoic Red-Beds of the Chaco-Mesopotamian Region, Argentina, and their relatives in Uruguay and Brazil En UNESCO – La Estratigrafía del Gondwana – París, Págs. 10531071
- Paula e Silva, F.de., Chang. H.K. y M.R. Caetano-Chang. 2003., Perfis de Referência do Grupo Bauru (K) No Estado de São Paulo, UNESP, Geociências, v. 22, N. Especial, São Paulo, p. 21-32.
- Peri, V.G., Barcelona, H., Pomposiello, M.C., Rossello. E. A., y A. Favetto., 2014. Shallow geophysical evaluation of the transition zone between the Guaraní and Yrendá-Toba-Tarijeño aquifer systems (Argentine Gran Chaco) Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. v. 31, núm. 1, 2014, p. 76-92
- Petri, S. 1948. Contribuição ao estudo do Devoniano paranaense. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia. Boletim 129, 125 p., Rio de Janeiro.
- Petri, S. y Fulfaro, V.J. 1988. Geologia Do Brasil. EDUSP, 631 p., Sao Paulo.
- Ponti & Asociados., 2013. Prospección Geofísica. Pozo 1. Agua Termal. Curuzú Cuatiá. Informe de Perfilaje Eléctrico y Gamma Natural. Inédito.
- Putzer, H., 1962. Geologie von Paraguay. Beiträge zur Regionalen Geologie der Erde. Gebrüder Borntraeger, 182 p., Berlin.
- Reinante, M.E. y G.Olivieri, 2010. (YPF S.A.) Plan Exploratorio Argentino On Shore. Provincia de Entre Rios. Inédito.
- Reinante, M., Fasola M., Salinas, A., Olivieri, G., Calegari, R, y R. Manoni, 2014. Sistemas Petroleros en la Cuenca Chaco Paraná. Argentina. Trabajos Técnicos / IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos; Carlos Enrique Cruz, Fernando Fantín, editores.
- Riccomini, C. 1995. Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondvânicos da porção centro-oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (inédita), 100 p., São Paulo.
- Rodríguez, L., Gamazo, P., Mira, A., Nittmann, J., Ramos, J., Vives, L., Santa Cruz, J., de los Santos, J. G. Veroslavsky. 2015. Avance en el conocimiento hidrogeológico del Sistema Acuífero Guaraní en el Sector Sur.
- Rossello, E.; Veroslavsky, G.; Santa Ana, H.; Fulfaro, V.J.; Fernández Garrasino, C. 2006. La dorsal Asunción-Río Grande: un altofondo regional entre las cuencas Paraná (Brasil, Paraguay, Uruguay) y Chacoparanense (Argentina). Revista Brasileira de Geociências, 36, 181-196
- Santa Cruz, J.N. 1972. Geología al Este de la Sierra Chica (Córdoba) entre La Granja y Unquillo con especial referencia a las Entidades Sedimentarias. V Congreso Geológico Argentino. Tomo IV-pp. 224-234-Córdoba, 1972.
- Schenieder R.L., Mühlmann, H., Tommasi, E., Medeiros, R.A., Daemon, R.F. y Nogueira, A.A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. 28º Congresso Brasileiro De Geologia, Anais do Sociedade Brasileira de Geologia 1: 41-65, São Paulo.

- Scherer, C. 2002. Preservation of aeolian genetic units by lava flows in the Lower Cretaceous of the Paraná Basin, southern Brazil. *Sedimentology* 49: 97-116.
- Silva Busso, A. 1999. Contribución al Conocimiento Geológico e Hidrogeológico del Sistema Acuífero Termal de la Cuenca Chacoparanense Oriental Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Cs. Exáctas y Naturales, UBA (Inédito)
- Siva Busso, A. y C. Fernández Garrasino. Presencia de las Formaciones Piramboia y Botucatu (Triásico – Jurásico) en el subsuelo oriental de la provincia de Entre Ríos, 2004. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 59 (1): 141-151
- Soares, A.P. 2008. Variabilidade espacial no Sistema Aqüífero Guarani: controles estratigráficos e estruturais. Tesis doctoral, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (inédita), 179 p., Porto Alegre.
- Strieder, A.J., Heemann, R., Reginato, P.A.R., Acauan, R.B., de Amorim, V.A. y Remde, M.Z. 2015. Jurassic– cretaceous deformational phases in the Paraná intracratonic basin, southern Brazil. *Solid Earth Discuss* 7: 1263-1314.
- Strugale, M., Rostirolla, S.P., Mancini, F., Ferreira, F.J.F. y de Freitas, R.C. 2007. Structural framework and Mesozoic–Cenozoic evolution of Ponta Grossa Arch, Parana Basin, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 24: 203-227.
- Tófaló, O.R., Hugo Marengo y Carlos Wilson. 2008. Las Formaciones Guichón y Mercedes (Cretácico), en la provincia de Corrientes. XII Reunión Argentina de Sedimentología. *Actas CDR*: 173
- Tofalo, Ofelia R. , María C. Etchichury y Pablo J. Pazos, 2004. El Cretácico continental en el pozo ER.N-1 Nogoyá (Argentina) y su correlación con las Formaciones Guichón y Mercedes (Uruguay). Artículo 33. *Acta IV Congreso Uruguayo de Geología CD Rom*
- Wildner, W., Hartmann, L. y Lopes, R. 2007. Serra Geral magmatism in the Paraná Basin, a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. Gramado. *Problems in the Western Gondwana Geology, 1st Workshop South America Africa*, 1: 189-197.
- Zalán, P.V. 2004. Evolução fanerozóica das bacias sedimentares brasileiras. En: Mantesso Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., de Brito-Neves, B.B. (eds.), *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca Produções Culturais Ltda, 673 p., São Paulo.
- Zalán, P.V., Wolff, S., Astolfi, M.M., Vieira I.S., Conceição, J.C., Appi, V.T., Neto, E.V., Cerqueira, J. y Marques, A. 1990. The Paraná Basin, Brazil. En: Leighton, M.W., Kolata, D.R., Oltz, D.F. y Eidel, J.J. (eds.), *Interior cratonic basins*. American Association of Petroleum Geologist, *Memoir* 51: 681-708.
- Zalán, P.V., Wolff, S., Conceição, J.C.J., Astolfi, M.A.M., Vieira, I.S., Appi, V.T., Zanotto, O.A. y Marques, A. 1991. En: *Tectonics and sedimentations of the Paraná Basin*. Ulbrich, H. y Rocha-Campos, A.C. (eds.), *Gondwana Seven Proceedings, 7º International Gondwana Symposium*, Instituto Geociencias Universidade do São Paulo, São Paulo.

Suelos

- Capurro, R. y Escobar, E., 1985. Suelos de Corrientes, características y distribución. En: *Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes* (Herbst, R. y Santa Cruz, J.). *Revista D'Orbignyana*, 2: 1-51.
- Cumba, A., Imbellone, P. y Ligier, D., 2005. Propiedades morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de suelos del sur de Corrientes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (3): 579-590.
- Escobar, E., Ligier, H. y Matteio, H.; 1988. *Atlas de Suelos de la República Argentina*. Provincia de Corrientes. Escala 1:500.000. 2 Tomos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD ARG. 85/019. CIRN. INTA. Castelar. Buenos Aires.
- Escobar, E., Carnevali, R., Contreras, H., Melgar, R., Vallejos, L., Ortigoza, R., Matteio, H. y Serra, P. 1990. Los suelos y la vegetación del área de influencia de las obras de Yaciretá. Provincia de Corrientes. INTA. Convenio INTA-CFI-Provincia de Corrientes. *D'Orbignyana*, 5: 1-34.
- Escobar, E., Ligier, H., Melgar, R., Matteio, H. y Vallejos, O.; 1996. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes, escala 1:500.000. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 315 p.
- Ligier, H., Vallejos, O. y Perucca, R.; 1997. Limitaciones por exceso de agua en los suelos de Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 31 p.

Ligier, H., Vallejos, O., Perucca, A. y Matteio, H.; 1998. La erosión hídrica en la provincia de Corrientes. Aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos al Mapa Edafológico de la Provincia de Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales, E.E.A. INTA, Corrientes, 44 p.

Panigatti, J.; 2010. Argentina: 200 años, 200 suelos. Ediciones INTA, Buenos Aires, 345 p

16. ANEXO

GEOELÉCTRICA

En la década del 70 se realizaron al Oeste y al Norte de los Esteros del Iberá investigaciones geoelectricas en el marco del Plan Iberá (Proyecto 1230, Hidrogeología). (Fig.1) El objetivo fue obtener un cuadro detallado del subsuelo referente a la distribución, parámetros físicos y comportamiento hidrogeológico de las unidades litológicas.

Se realizaron 114 sondeos eléctricos verticales (SE) distribuidos en 9 perfiles que totalizaron 450 Km lineales. (Figs 2 a 10)

Complementariamente se efectuaron perfilajes eléctricos en los pozos de Corrientes, Concepción y Santa Rosa perforados con fines de estudio.

En la zona del estudio se diferenciaron tres zonas con facies geológicas y geoelectricas diferentes, la oriental, la occidental y la septentrional. Las dos primeras se hallan separadas por el meridiano que pasa por Mburucuyá. (Tablas1, 2, y 3)

Tabla Nº 1: Región Oriental. Perfiles A-A', B-B' y C-C' Facies Geoelectricas.		
Unidad Eléctrica	Litología	Resistividad en Ohmio x metro
Zona Superficial	Arenas de lomadas o lomerías del Noroeste. Suelo arenoso sobre Fm Ituzaingó	10 - 200
Unidad de Resistividades Intermedias	Arenas limo arcillosas en parte formación Yupoi	20 - 300
Unidad Resistiva Superior	Formación Ituzaingó (arena y grava acuífera de buena calidad)	50-700
Unidad Conductiva Inferior	Formación Fray Bentos (limolitas arcillosas y arenosas)	5 - 40
Unidad Resistiva Inferior	Basaltos de Serra Geral	5 - 100

Tabla Nº 2: Región Occidental. Perfiles D-D', F-F' y G-G' Facies Geoelectricas.		
Unidad Eléctrica	Litología	Resistividad en Ohmio x metro
Zona Superficial	Formación Yupoi	5 - 50
Unidad Resistiva	Formación Ituzaingó	50 - 30
Unidad Conductiva Inferior	Formación Paraná (arcilitas yesíferas y fosilíferas)	2 - 10

Tabla Nº 3: Región Septentrional. Perfiles E-E' Facies Geoelectricas.		
Unidad Eléctrica	Litología	Resistividad en Ohmio x metro
Zona Superior	Formación Yupoi	20 - 600
Unidad Resistiva Superior	Formación Ituzaingó	200 - 300
Unidad Resistiva Inferior	¿?	50- 180
Unidad Conductiva Inferior	¿?	30 -80

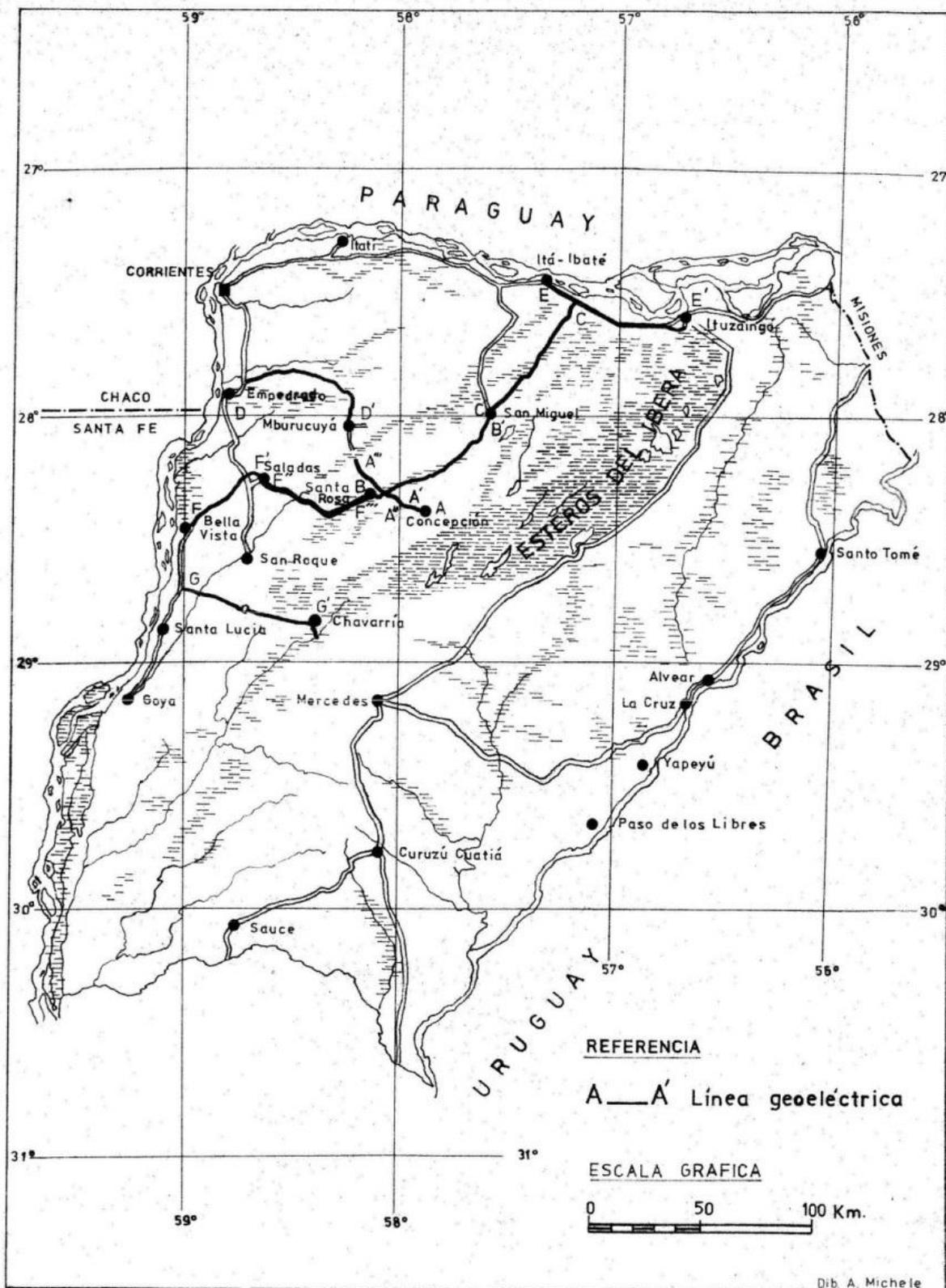


FIGURA N°1: UBICACION LINEAS GEOELECTRICAS

Fig.1. Ubicación de las líneas Geoelectricas. (INCYTH, 1977)

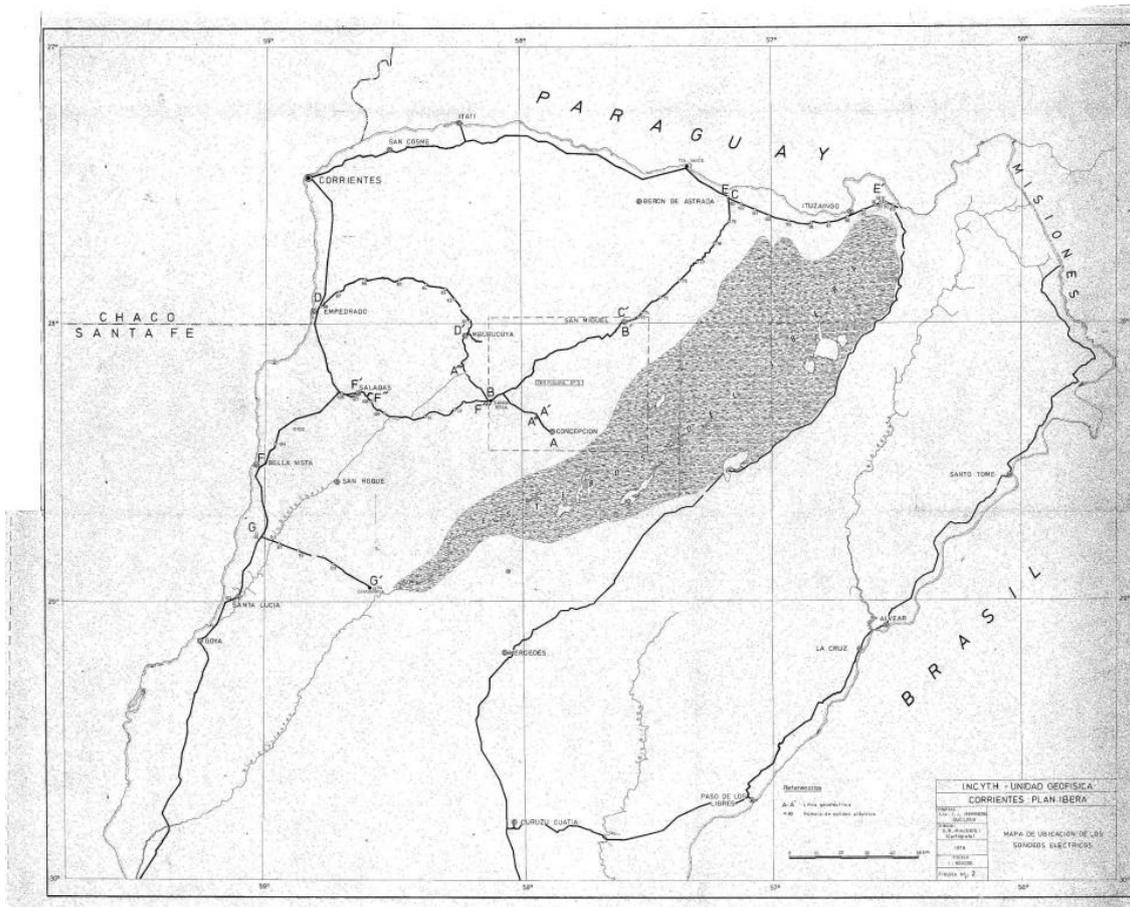


Fig.2: Mapa de Ubicación de los Sondeos Eléctricos. (INCYTH, 1977)

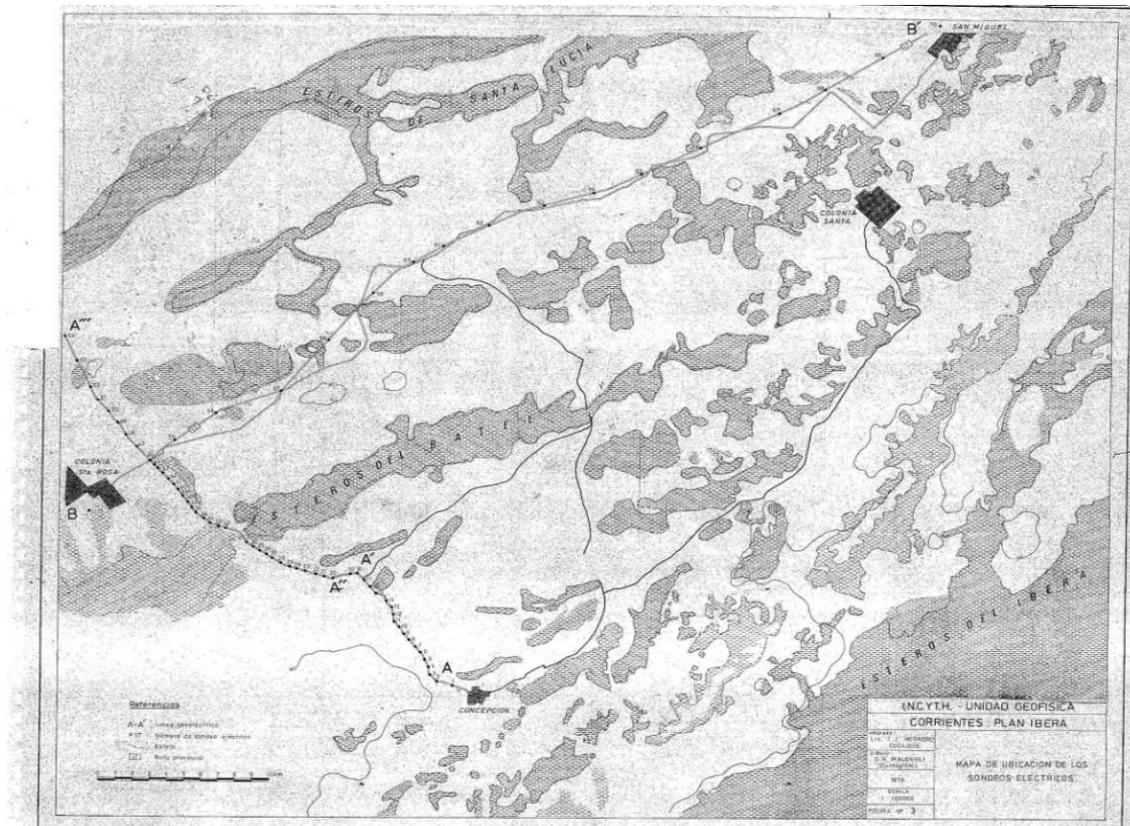


Fig. 3. Detalle de Ubicación de los Sondeos Eléctricos (INCYTH, 1977)

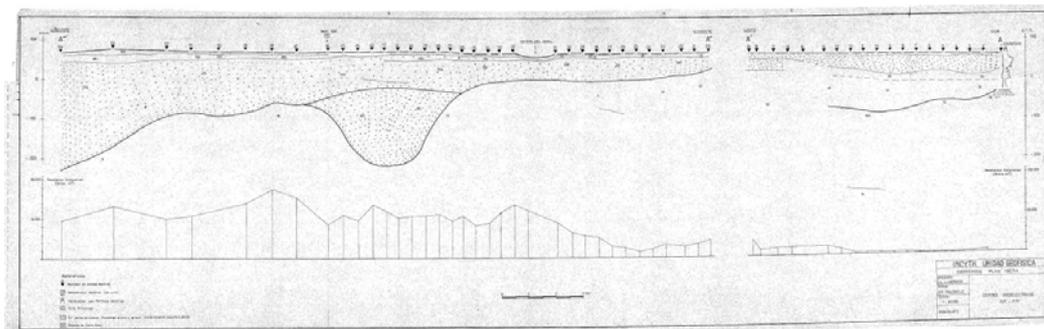


Fig. 4.- Perfil A – A’ Perfil Geoelectrico Interpretado. Se observa el desarrollo de la Fm. Ituzaingó (INCYTH, 1977)

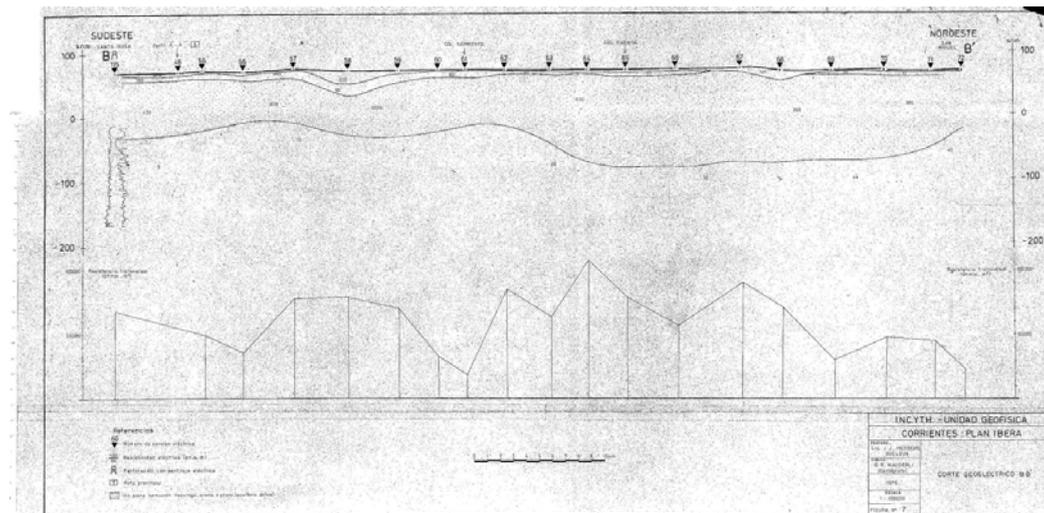


Fig. 5. Perfil B – B’ Perfil Geoelectrico Interpretado. Se observa el desarrollo de la Fm. Ituzaingó (INCYTH, 1977)

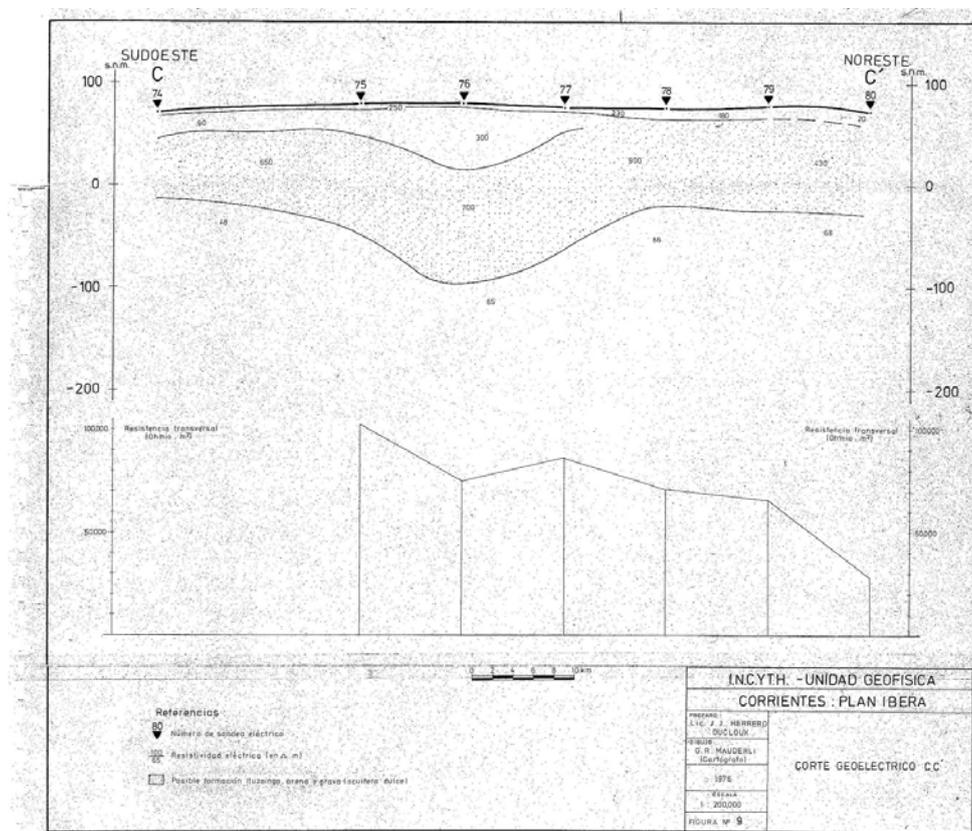


Fig. 6.- Perfil Geoelectrico C-C’ Se observa el desarrollo de la Fm. Ituzaingó (INCYTH, 1977)

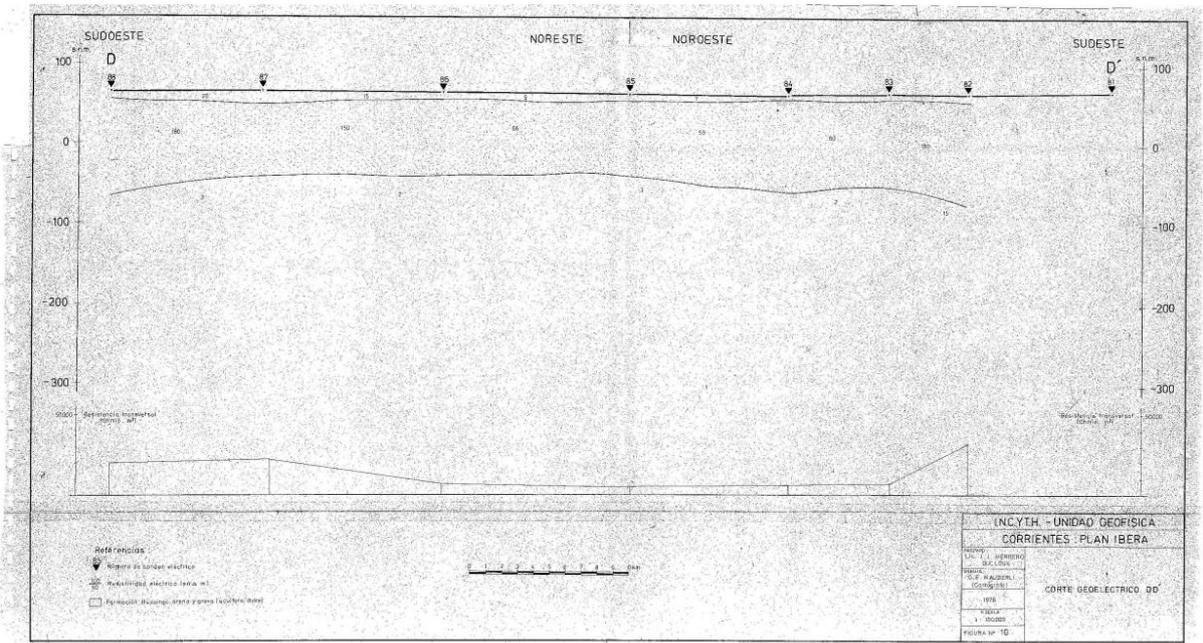


Fig. 7- Perfil Geoelectrico D-D' Se observa el desarrollo de la Fm. Ituzaingó (INCYTH, 1977)

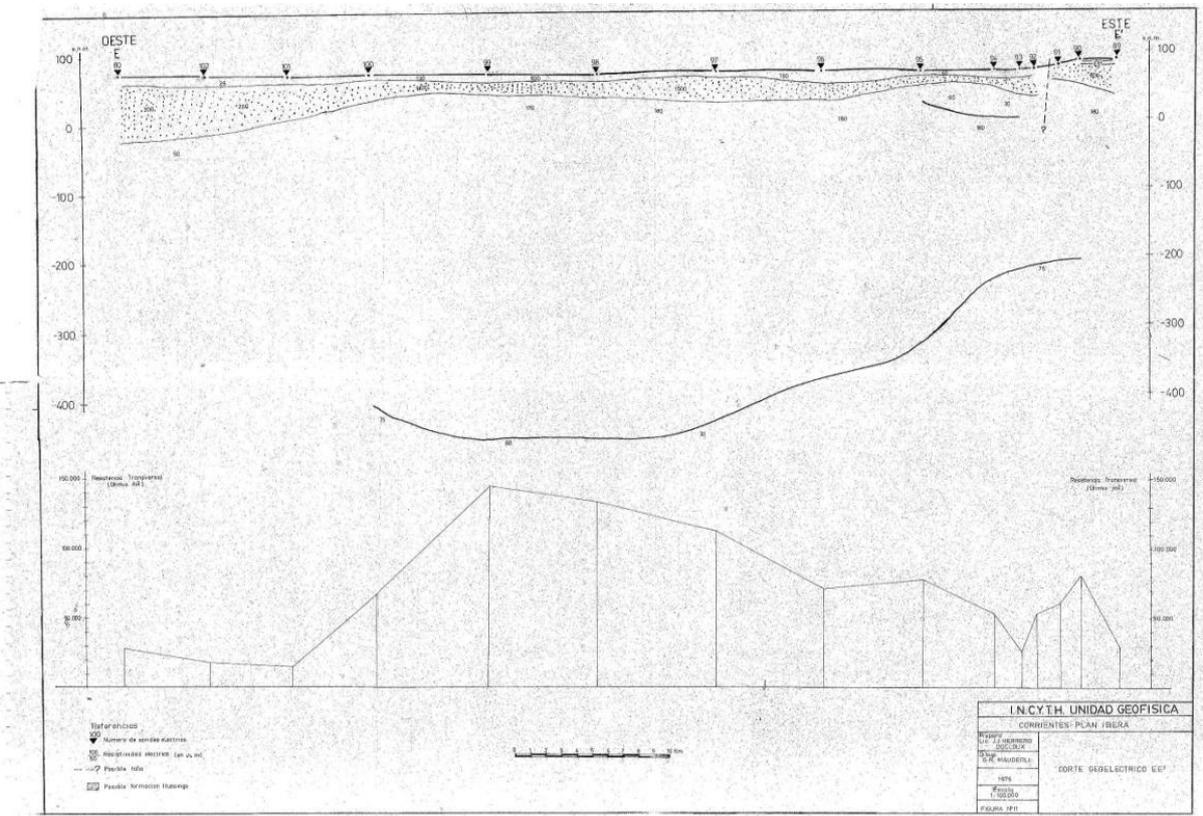


Fig.8- Perfil Geoelectrico E-E' Se observa el desarrollo de la Fm. Ituzaingó (INCYTH, 1977)

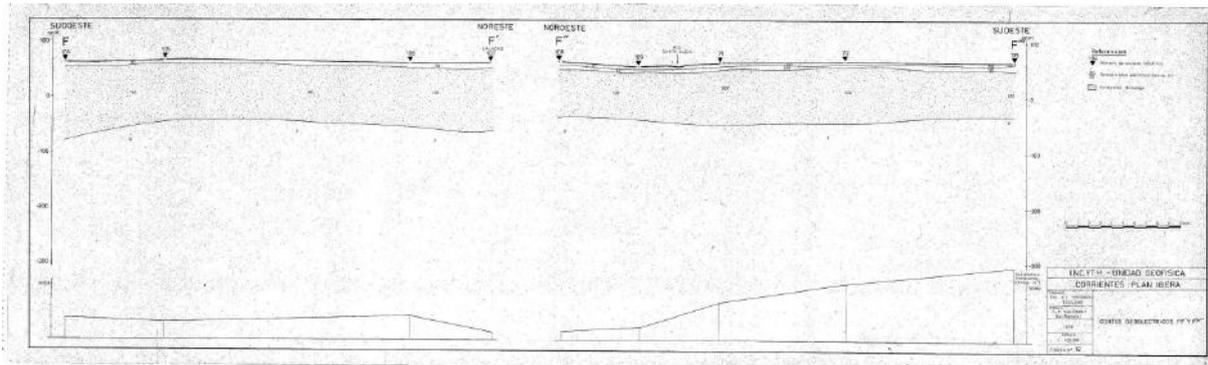


Fig. 9.- Perfil Geoeléctrico E-E' Se observa el desarrollo de la Fm. Ituzaingó (INCYTH, 1977)

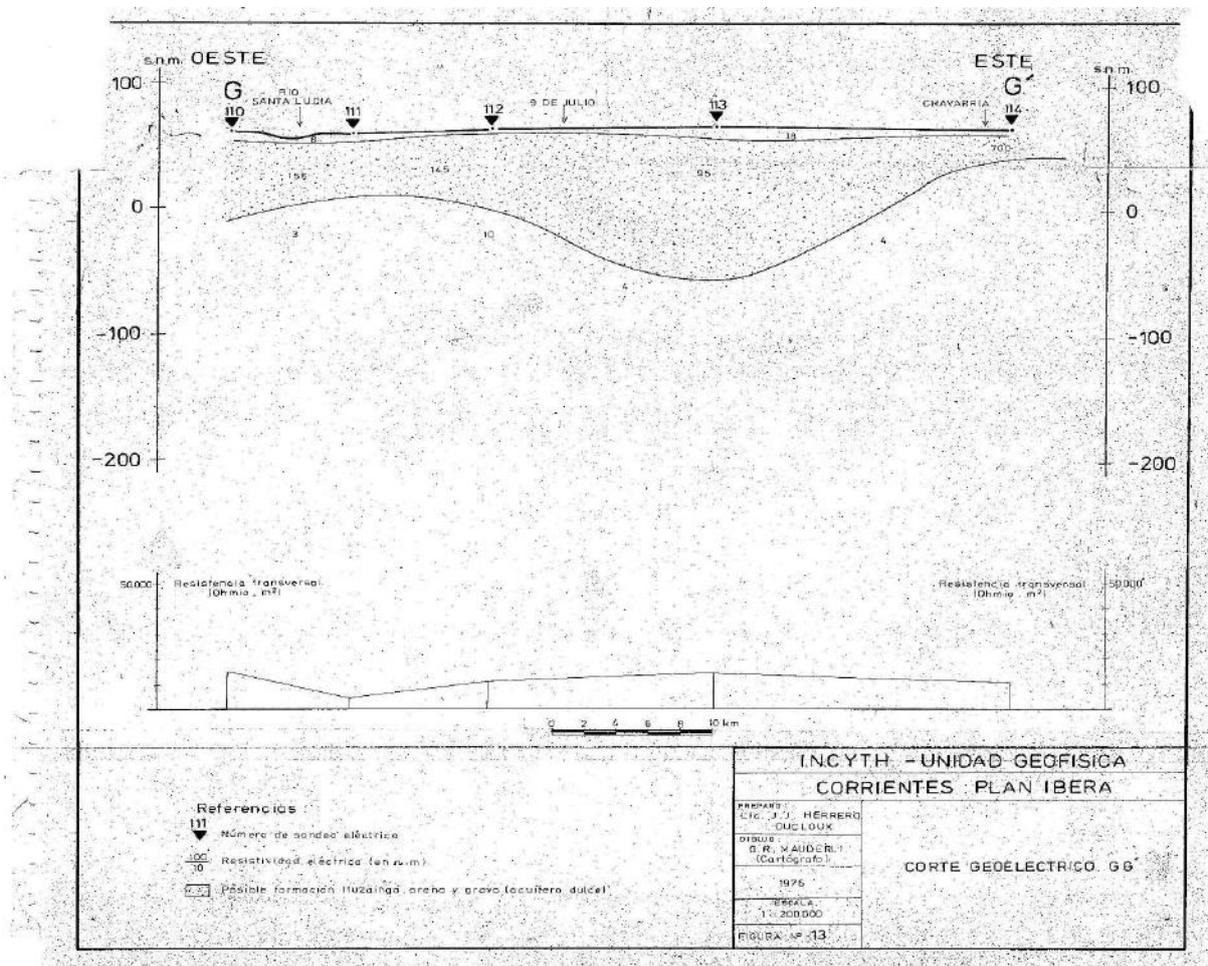


Fig. 10.- Perfil Geoeléctrico F-F' Se observa el desarrollo de la Fm. Ituzaingó (INCYTH, 1977)

Perfilajes Eléctricos de Pozos

Como parte del estudio anteriormente mencionado se perfilaron los pozos de Corrientes, Santa Rosa y Concepción. Posteriormente también se perfilaron y estudiaron los pozos profundos de Curuzú Cuatía y Monte Caseros (Figs. 11 a 14)

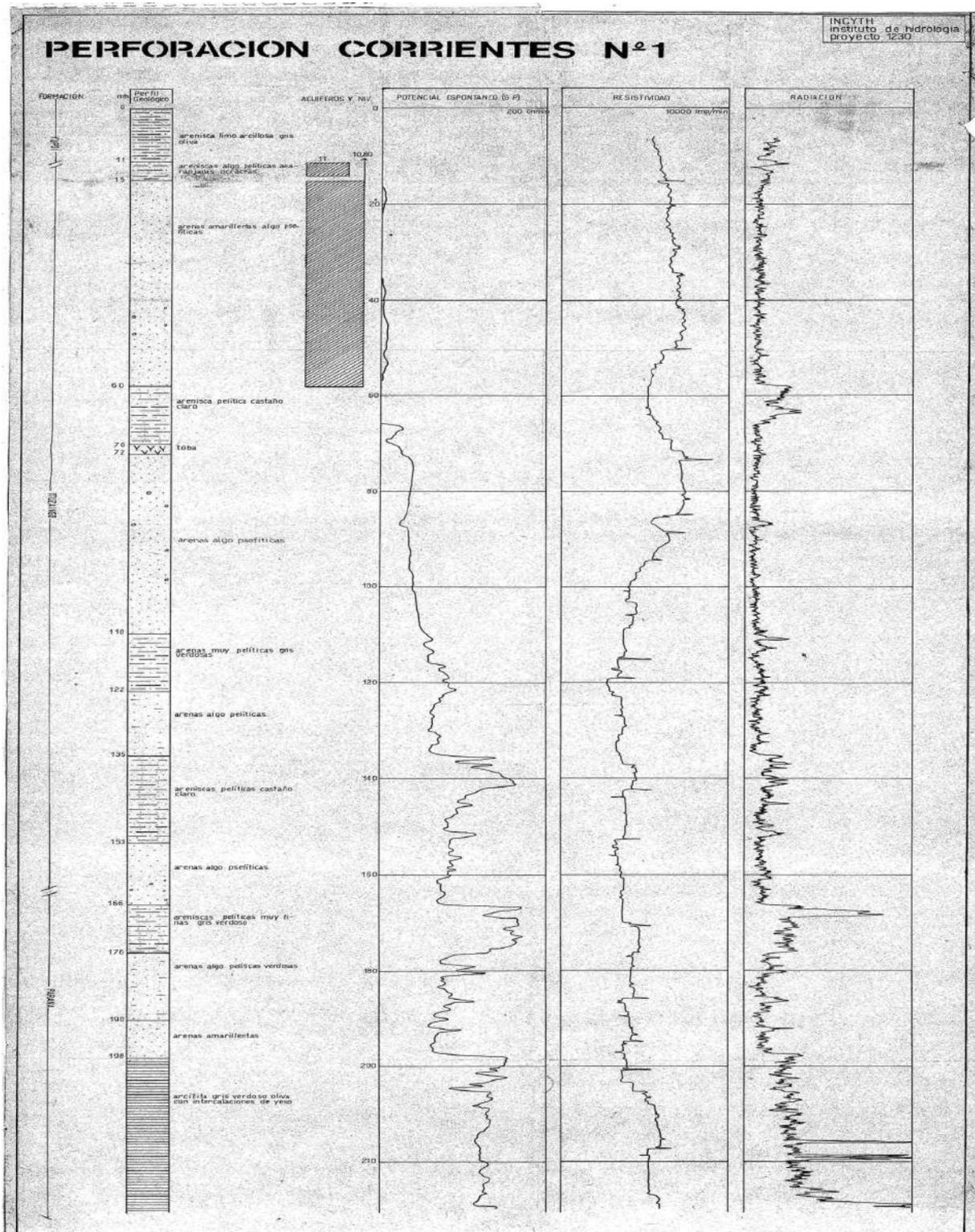


Fig. 11. Pozo Corrientes.- Perfil Litoestratigráfico y Geoelectrico (INCYTH, 1977)

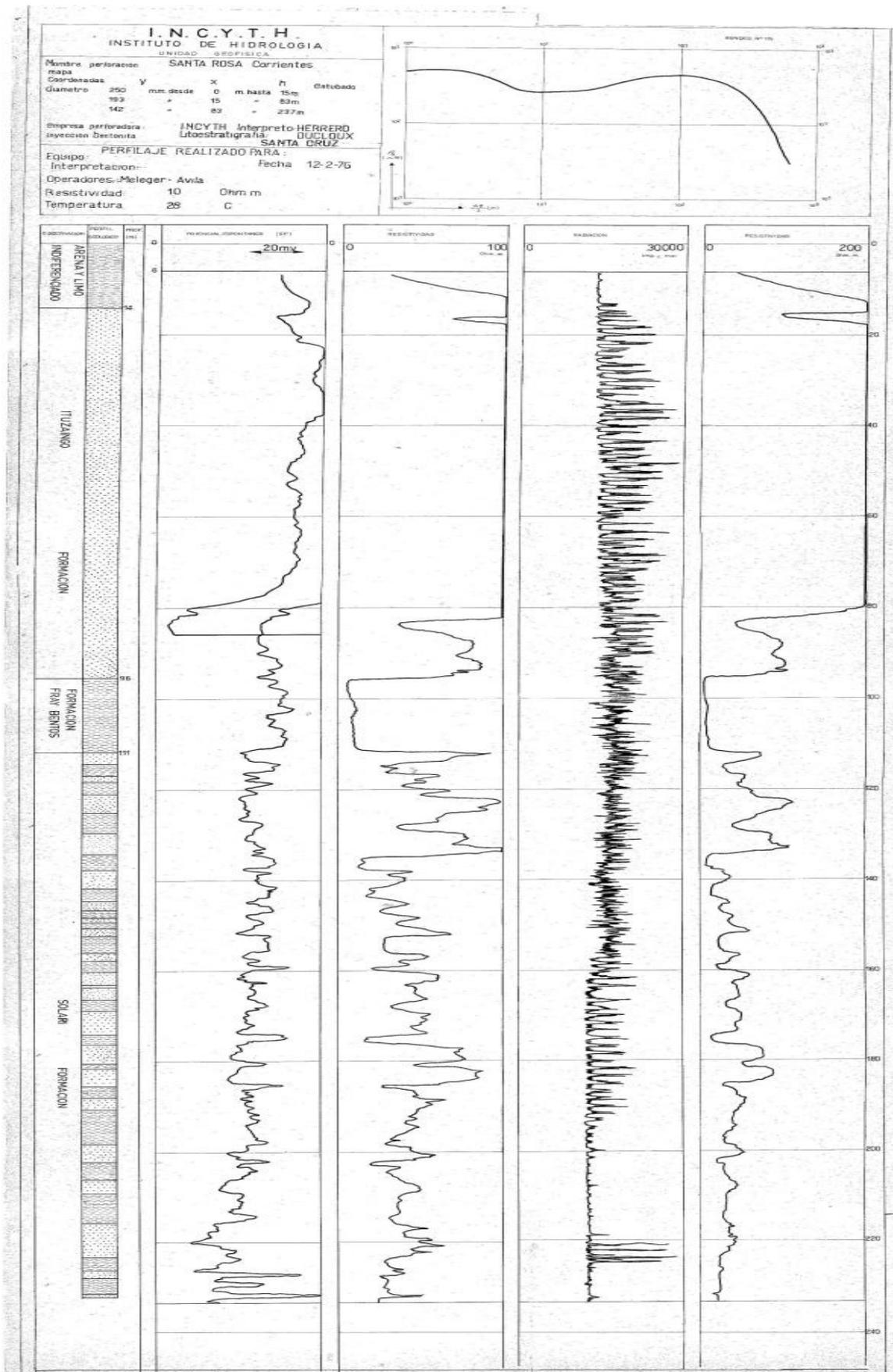


Fig. 11. Pozo de Santa Rosa Perfil Litoestratigráfico y Geoelectrico (INCYTH, 1977)

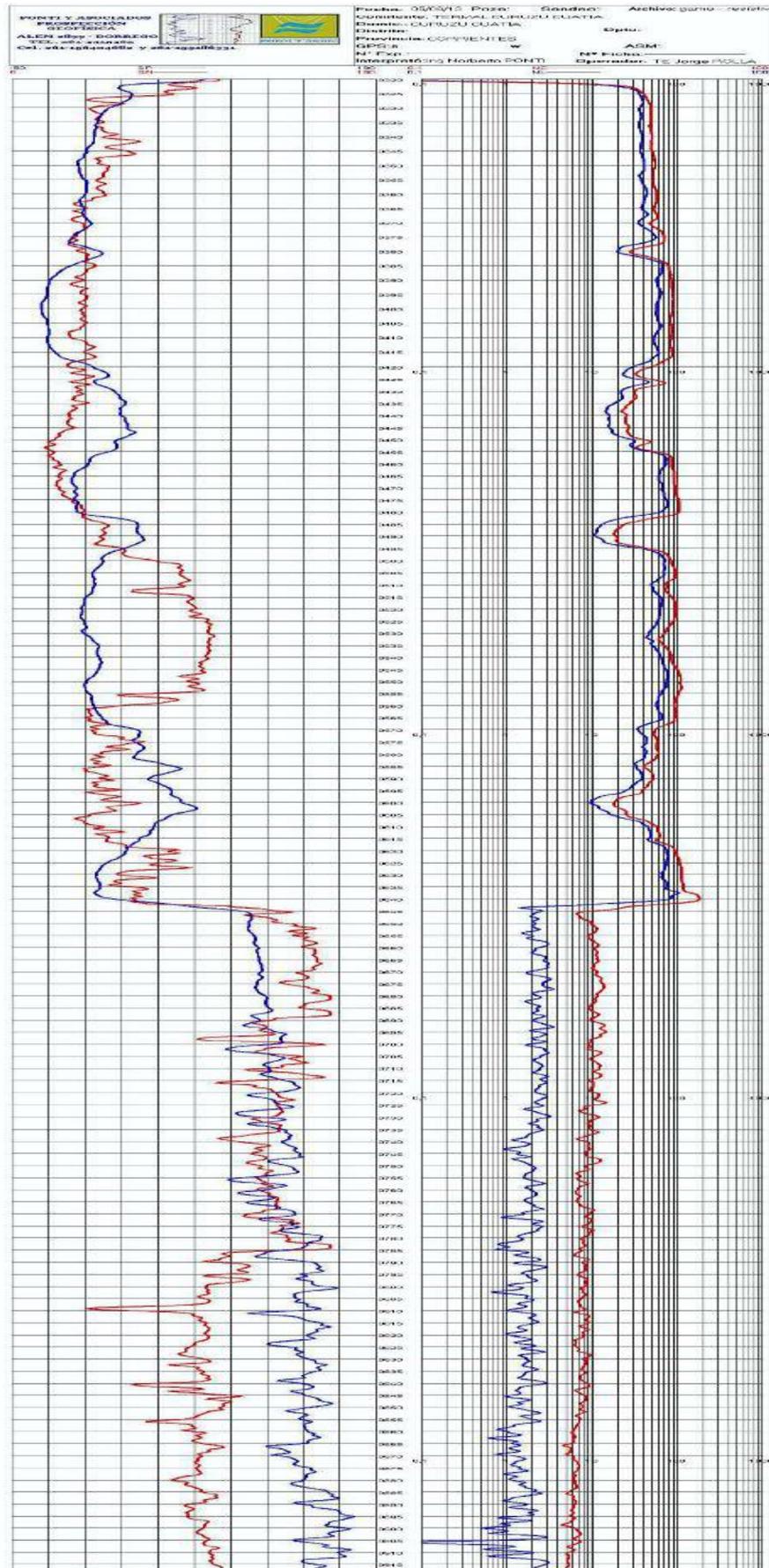


Fig. 13. Pozo Cruzú Cuatiá. Perfil Litoestratigráfico y Geoelectrico (Ponti y Asociados ,2013)

Perfilaje Curuzú Cuatiá

De 322 m a 377 m bajo boca de pozo (bbp) se detecta un horizonte de resistivo entre 40 y 50 ohm.m que puede corresponder a basaltos alterados.-

De 377 m a 383 m de profundidad el basalto incrementa su alteración con probables presencias de arcillas.-

De 383 m a 420 m con mayor resistividad correspondería a basalto con menor alteración .-

De 420 m a 455 m los registros nos indican presencia de basalto algo mas alterado que el superior (ambas curvas de resistividad SP mas negativo y menor valor de gama).-

De 455 m a 482 los cuatro registros indican que el basalto esta mas compacto.-

De 482 m a 495 m, bajo boca de pozo (bbp) el basalto presenta valores bajos de resistividad valores más positivos del SP y mayores valores de gama natural que obedecería a basaltos alterados con posibles presencias de materiales más conductores.-

De 495 m a 565 m, bajo boca de pozo (bbp) si bien el basalto es mas compacto aparecen dos niveles corroborados con los registros, uno entre 507 m a 513 m y 527 m a 535 m , responden a basalto algo mas alterados.-

De 565 m a 595 m bajo boca de pozo (bbp) los registros nos indicarían basalto mas alterado que los anteriores.-

De 595 m a 610 m bajo boca de pozo (bbp) el basalto presenta valores bajos de resistividad valores más positivos del SP y mayores valores de gama natural que obedecería a basaltos bastante alterados.-

De 610 m a 642 m bajo boca de pozo (bbp) encontramos se observa un incremento importante en las resistividades un decrecimientos en los valores del SP acompañado por el gama natural que nos indicaría la presencia de materiales compactos.-

De 642 m a 916 m bajo boca de pozo (bbp) el perfil muestra un bajo nivel de resistividades, (mucho menor la normal Larga (NL) que la normal corta (NC)) con valores entre 2 ohm.m (NL) y 10 ohm.m (NC), en correspondencia con un incremento del gama natural y valores – positivos del SP, lo que respondería a presencias de sedimentos arenosos de distintas granulometría saturados con agua de no buena calidad. A partir de 785 m (bbp) el perfil gama disminuye su valor, respondiendo a arenas menos compactas.-

Ing. Norberto PONTI- Inf. Inéd. ICAA

Pozo termal Monte Caseros

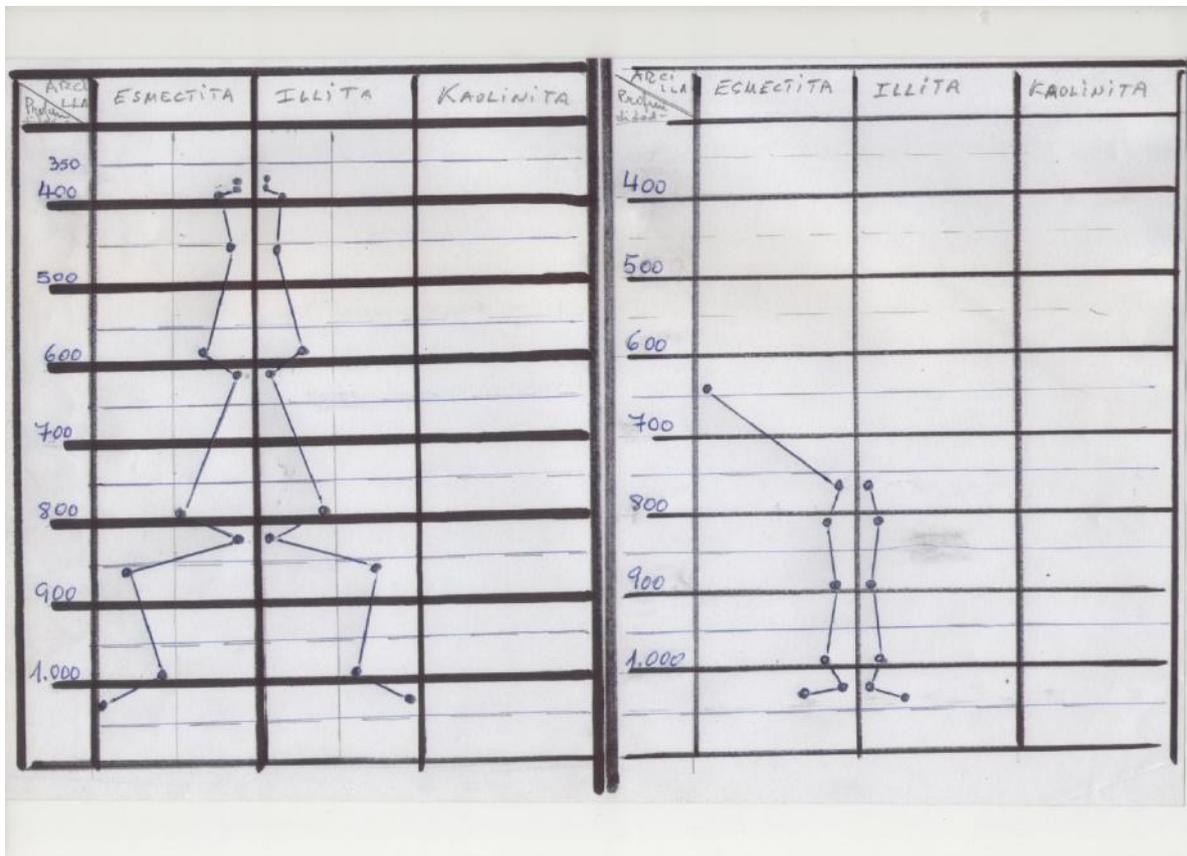
Adaptado de:Perfil litológico simplificado (Angeleri, 2013, Inf.Inédito en ICAA). Pozo termal Monte Caseros. Corrientes.

0 m Arenas gruesas, gravas y rodados de cuarzo. Unos 2m de relleno artificial . 9 m Coladas de basaltos grises o pardo rojizo oscuros, alveolares, lajosos o masivos.Alvéolos rellenos de arcillas verdes o blanquecinas, calcita o cuarzo. A los 200m presencia de Cu nativo en escamas finas Entre 329 a 330m arenisca cuarzosa blanca fi-

na a mediana, muy duras y frágiles. Normal presencia de 364 sílice en alveolos y fracturas. Areniscas y arenas ocráceas, de grano fino a mediano que pasan en transición a areniscas finas rosadas. Transición mas competentes y litificadas. Escasa intercalaciones 460-470 arcillosas rojizas. 470 Arenas y areniscas finas a medianas predominantemente rosadas o blanquecinas, poco compactas. Eventualmente bancos bien litificados. Intercalaciones esporádicas de areniscas de grano grueso blancas y arcillas rojizas. 912 Bancos competentes y densos de: Arenas y areniscas silicificadas medianas a gruesas rojas, con entercalaciones arcillosas, que pasan hacia la base a areniscas finas rosadas con intercalaciones arcillosas o limosas grises, que predominan a 1005 partir de los 1005m. Bancos pelíticos grises, negros, o blanquecinos poco competentes. Escasos niveles de areniscas Palezóicas ? de muy poco espesor. Son frecuentes la presencia de 1035 nódulos de arcillas verdes o gris obscura

PERFORACIÓN MONTE CASEROS -CORRIENTES-
ARCILLAS

PERFORACIÓN CURUZÚ CUATÍA -CORRIENTES-
ARCILLAS



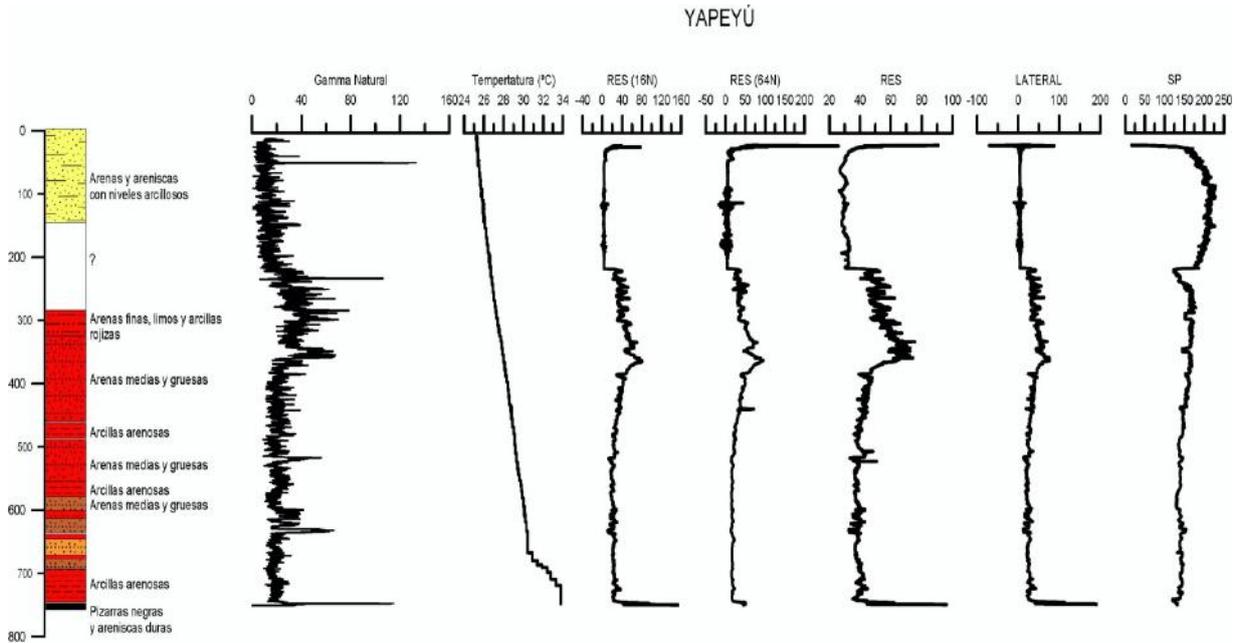


Fig 14. Pozo Yapeyú. Perfil Litoestratigráfico y Geoeléctrico

MT y AMT

En la Provincia de Corrientes en marco del proyecto Sistema Acuífero Guaraní, Geodatos SRL realizó ocho sondeos AMT-MT en el noreste correntino, uno en la provincia de Misiones y los restantes en Corrientes. (Corbo y Oleaga, 2008) Adicionalmente a los anteriores, se realizaron 19 más sobre una transecta paralela al Río Uruguay, abarcando desde la provincia de Misiones hasta la de Corrientes (Argentina). A partir de información existente de las propiedades físicas de los materiales existentes en la cuenca y de información bibliográfica, se pueden determinar valores electroresistivos y de densidad de las litologías investigadas, lo cual se resume en la tabla 4.

Tabla 4: Relación de vinculación entre rangos típicos de resistividad / densidades y litologías			
Características resistivas y ubicación en profundidad según la información geofísica interpretada	Rango de resistividad típico (Ohm-m)	Densidad Estimada (ton/m ³)	Litología asociada
Material que presenta una resistividad eléctrica alta, ubicándose próximo a superficie. En perforaciones con registros eléctricos existentes se corresponde con rocas volcánicas (basalto)	70 a 250	3,0	Basalto
Material que presenta una resistividad media a baja, ubicándose generalmente por debajo del material resistivo anterior. En perforaciones con registros eléctricos se corresponde con rocas sedimentarias.	3 a 50	2,1	Rocas sedimentarias clásticas
Material que presenta una resistividad alta a muy alta, ubicándose por debajo del material poco resistivo anterior. En perforaciones con registros eléctricos se asocian con rocas ígneas y metamórficas	>250	2.67	Basamento cristalino

Los registros eléctricos de pozos perforados permitieron obtener valores reales de la resistividad eléctrica de cada litología atravesada. Como la interpretación de un sondeo magnetotelúrico puede considerarse como un registro eléctrico fuertemente suavizado, la existencia de registros eléctricos en las perforaciones en torno a las cuales se realizaron sondeos AMT-MT, permiten la calibración de ambas mediciones, e interpretar litológicamente aquellos sondeos magnetotelúricos realizados en sectores donde no existen perforaciones. (Corbo y Oleaga, 2009)

Como se indicó, se realizaron diecinueve sondeos de amplio espectro en el noreste argentino, Corrientes y Misiones. En la figura 18 se presenta su ubicación, junto a los realizados en el trabajo anterior.

Los sondeos electromagnéticos de espectro amplio AMT/MT constituyen una herramienta muy útil para el estudio de la secuencia del relleno de la cuenca Chaco-Paranaense, en particular, para el estudio del SAG en esta región del continente. Los contrastes en las propiedades eléctricas de los diferentes paquetes litológicos de la cuenca representan la mayor ventaja del método, además del amplio rango de profundidades que abarca, las cuales van de unos cuantos metros hasta varios kilómetros.

Adicionalmente, la versatilidad del método permite que pueda ser utilizado exitosamente en áreas estructuralmente complejas que incluyen zonas con fallamiento intensivo o de condiciones de borde de cuenca. Como se indicó, se realizaron ocho sondeos de amplio espectro en Corrientes y Misiones.

En la tabla 5 se presentan las coordenadas de los puntos de prospección.

Localidad	Longitud	Latitud	Altura (m)
Cerro Azul	-55,48937	-27,63106	261
Corsa Cué	-57,94889	-27,35205	64
Ens Grande	-58,39544	-27,36578	67
Guaviraví	-56.72727	-29,33658	58
Itá Baté	-57,47829	-27,52747	72
Ituzaingó_01	-56,15064	-27,49225	129
Ituzaingó_02	-56,33935	-27,64644	88
Mercedes	-58,19149	-29,12080	86

Como conclusión se obtiene que el cuerpo mayor resistivo detectado, que en la parte sureste de la cuenca corresponde casi exclusivamente a basaltos, aquí no puede asociarse directamente y totalmente a éstos por la ausencia de pozos de calibración. En varios casos se detectan cuerpos conductivos y resistivos que pueden corresponder tanto a rocas sedimentarias sobre basaltos como a intercalaciones o alteraciones dentro del basalto (Corbo y Oleaga, 2008)

A continuación señalamos las observaciones que sobre estos estudios efectuó el Dr. César Fernández Garrasino.

1.- El informe AMT/MT señala que "...Igualmente se calculó el ángulo de rotación (Strike) para cada sondeo según el método de WAL y girando el tensor a los ejes principales. La dirección dada por este ángulo define la orientación preferencial del flujo eléctrico que determina la dirección estructural principal, en este caso se aprecia como las direcciones se manifiestan paralelas a los ríos de mayor tamaño y coherentes con los vectores de inducción calculados en la zona de estudio.". Es decir, la inferida coincidencia entre dirección principal de flujo eléctrico y cursos fluviales mayores, podrían

responder a un supuesto grado de control ejercido por las dislocaciones del asumido modelo de bloques fallados y rotados, propuesto para la región correntina (Fernández Garrasino, 2008).

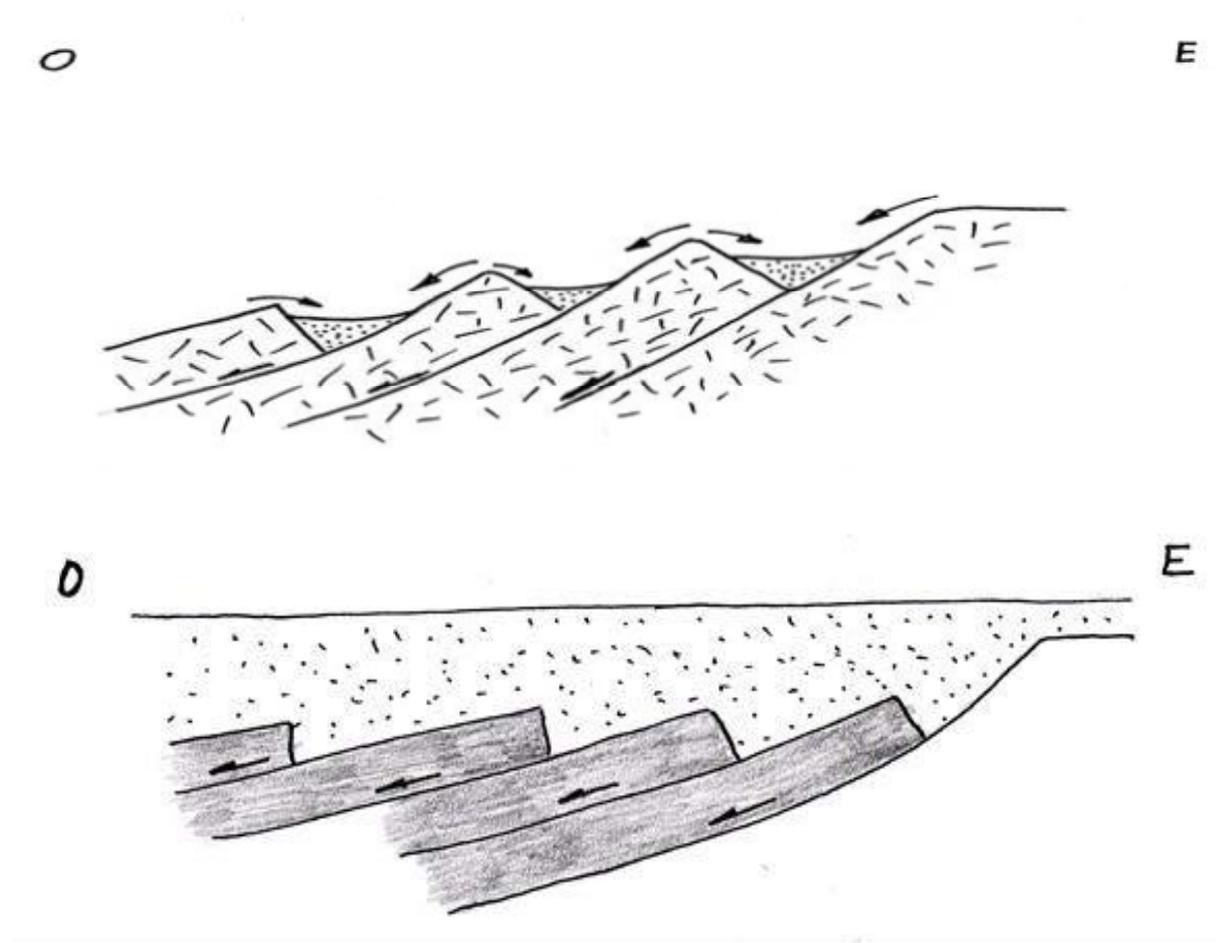


Fig. 16 Modelo sencillo de inversión tectónica, de rechazos variables, en un sistema distensivo inicial de bloques rotados. Nótese las eventuales flexuras inducidas por el ascenso de primitivos bloques bajos de fallas directas originales. La flecha indica esfuerzos compresivos de filiación andina. (Fernández Garrasino, 2008)

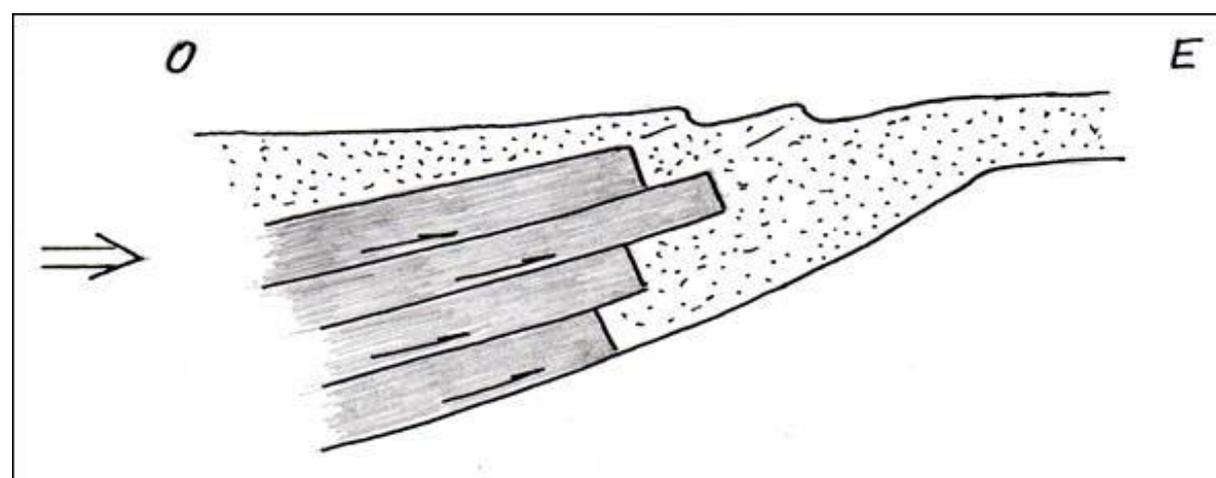


Fig. 17.- Modelo sencillo de inversión tectónica, de rechazos variables, en un sistema distensivo inicial de bloques rotados. Nótese las eventuales flexuras inducidas por el ascenso de primitivos bloques bajos de fallas directas originales. La flecha indica esfuerzos compresivos de filiación andina. (Fernández Garrasino, 2008)

2. Además, el informe AMT/MT agrega que "...Los sondeos Ituz_01, Ituz_02 (aclaración: Ituzaingó) y Mercedes (todos en Corrientes) están influenciados por el fallamiento local, el cual se debe a un sistema de fallas superficial (sólo superficial?) y/o a los derrames de basalto que se encuentran en mayor o menor medida afectados por el sistema de fallas.". Estas inferencias también tienden a fortalecer al modelo de bloques fallados y rotados, propuesto para los dominios correntinos (Fernández Garrasino, 2008).

3. Según interpretaciones del sondeo Cerro Azul (SO de Misiones, O de Leandro N. Alem, cercanías del límite con Corrientes), el informe AMT/MT provee dos alternativas de profundidad respecto de superficie, para la posición del tope del basamento: una lo ubica a "algo más" de 3000 m., y otra a "casi" 4000 m. Sin abrir juicio sobre estas magnitudes, ellas no dejan de guardar armonía con la existencia de la "fosa de Misiones", propuesta por el estudio geológico y determinadas por las anomalías gravimétricas de Bouguer, la cual se vincularía con el depocentro paranaense regional ("calha central"), situado entre Paraguay, Brasil y el extremo NE de Argentina (Fernández Garrasino, 2008).

4. Las interpretaciones referidas a los dos sondeos cercanos a la ciudad de Ituzaingó (N de Corrientes, adyacente a la margen izquierda del río Paraná) asumen, con margen de error, unos 2300 m. de profundidad, desde superficie, para el tope del basamento. Atento a ello, y de acuerdo con los conceptos del apartado anterior, en el entorno de Ituzaingó (Corrientes), el sustrato ígneo metamórfico se hallaría visiblemente menos profundo que en el ámbito de Cerro Azul (Misiones), situado al E de Ituzaingó. Tal diferencia de posición estructural regional insinuaría la presencia del alto de Asunción en Corrientes (flanco oriental del arco en proximidades de Ituzaingó?). De ser así, esta sería la primera oportunidad en la cual se infiere la posible existencia, en escenarios correntinos, del arco asunceño mediante un método geofísico independiente de sísmica y gravimetría. (Fernández Garrasino, 2008).

A continuación se describe la interpretación del grupo de diecinueve sondeos AMT/MT. A partir del análisis de la información medida. (Corbo y Oleaga, 2009) Fig. 18 y 19.-

En el presente caso se detectaron algunos sondeos con problemas de instalación, medición, o filtrado en campo. En el resto de los sondeos se tuvo mejor colecta, pero en algunos casos un mayor tiempo de medición podría haber aportado más información de la cuenca, especialmente su profundidad o definición de algunos cuerpos. La ausencia de mediciones de bajas frecuencias repercutió en su precisión, profundidad de investigación y certidumbre de las interpretaciones.

No se contó con sondeos paramétricos. La información disponible permitió identificar los cuerpos detectados, pero no pudiendo realizar una correlación de más detalle o calibrar resistividades - espesores.

Los sondeos de espectro amplio realizados constituyen un aporte importante al conocimiento geológico de la cuenca en general y del área de estudio en particular.

Los sondeos realizados en torno al Río Uruguay muestran un sector de cuenca profunda, de casi 3000 m. Asimismo, el basamento muestra gran variación lateral, detectándose a la profundidad indicada y a pocos kilómetros se observa muy cercano a la superficie, lo que muestra la gran influencia estructural.

Se entiende pertinente complementar el presente trabajo con un análisis geológico-estructural a partir del conocimiento generado y de información obtenida con métodos potenciales (gravimetría, magnetometría, etc.). (Corbo y Oleaga, 2009)

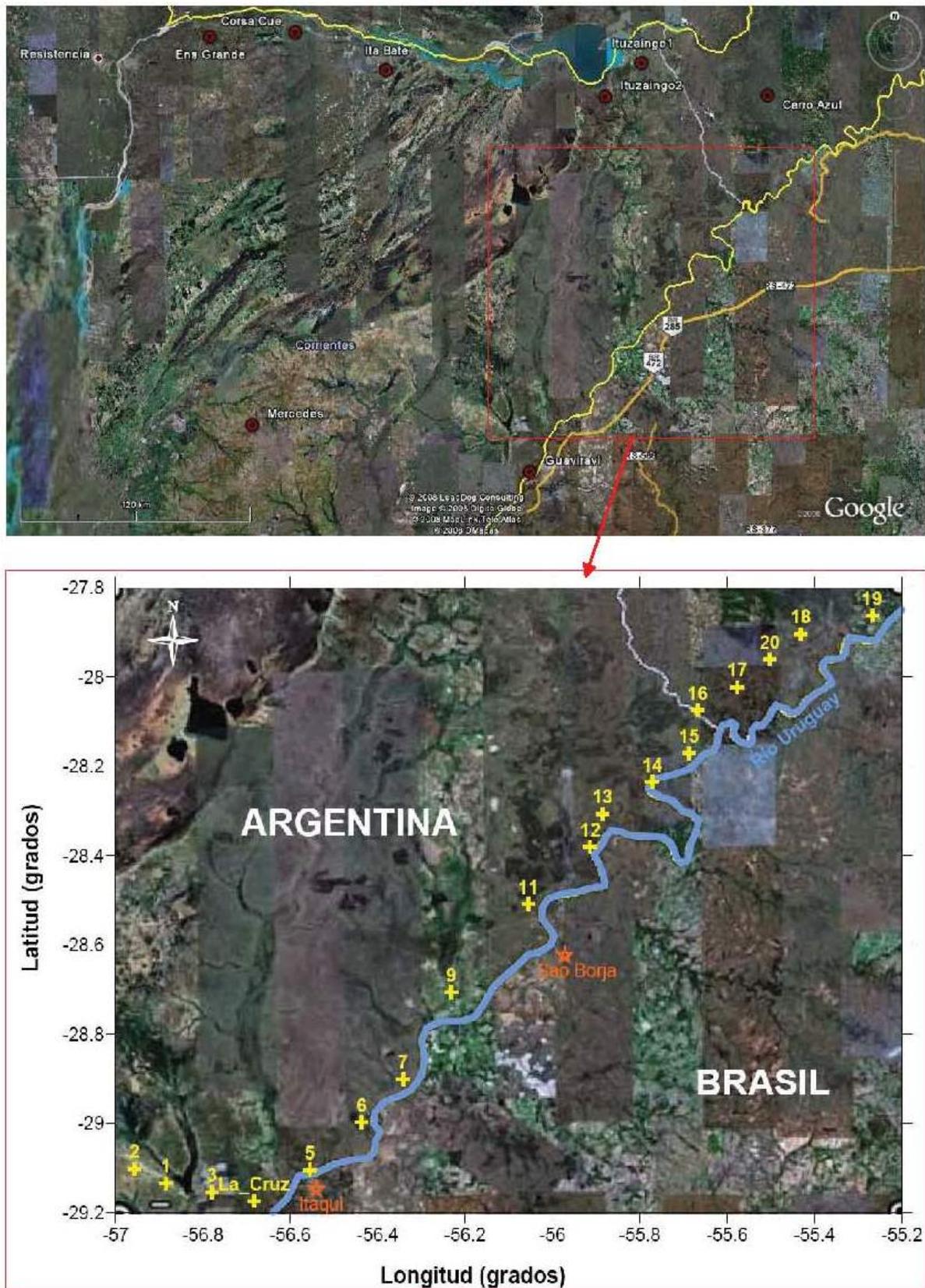


Fig. 18. Corrientes-Misiones. Ubicación de los sondeos MT y AMT en La Cruz y Rio Uruguay (Corbo y Oleaga, 2009)

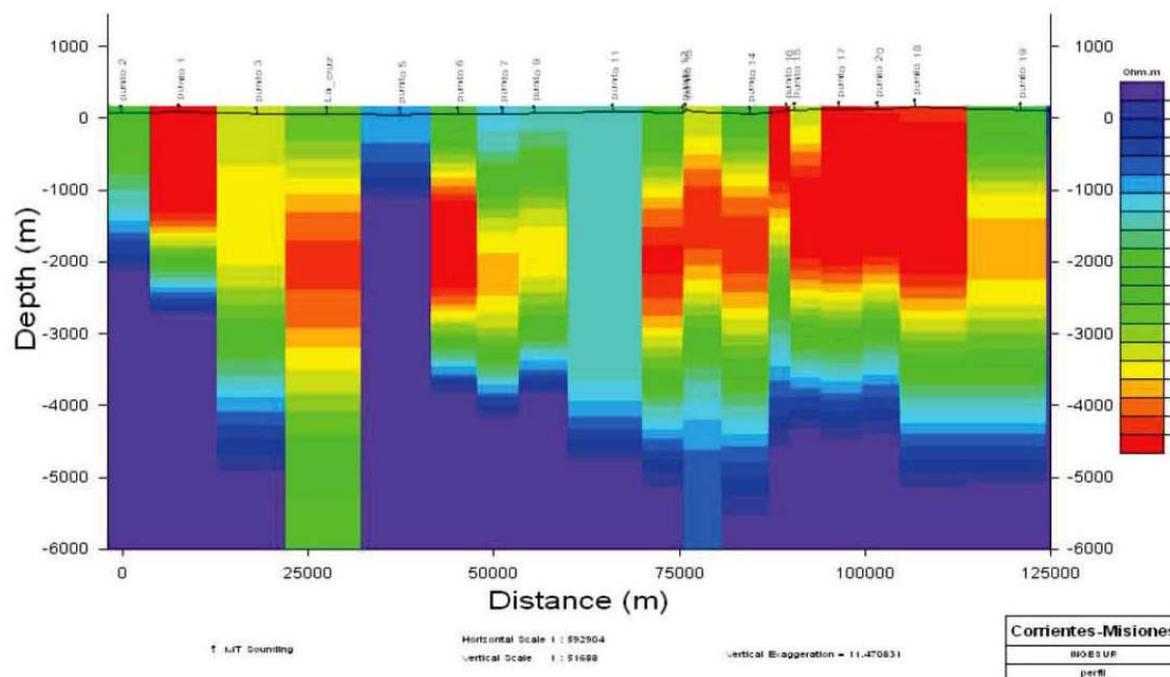


Fig. 19. Sección 2D a partir de la interpretación de los sondeos 1 D realizados (Corbo y Oleaga, 2009)

Anomalías de Bouguer

El mapa de anomalías de Bouguer, deja ver un positivo gravimétrico bien definido en la mitad septentrional oeste de Corrientes, que sin mayores dudas, pone de manifiesto la presencia del Alto de Asunción en la Mesopotamia Argentina. (Figs. 20 a 22)

Además, este máximo de gravedad se muestra como la prolongación austral de una posible faja meridiana de anomalías positivas, aproximadamente paralela al Río Paraguay, la cual se ofrecería en coincidencia con la disposición longitudinal de afloramientos de unidades precámbricas y paleozoicas inferiores que definen al arco asuncionense en el país guaraní

En el mapa global de anomalías magnéticas (Maus et al 2007), el Alto de Asunción estaría señalado por una lineación bastante visible (Fig. 23).

Existen fundadas posibilidades de que al menos el segmento mesopotámico del Alto de Asunción resulte un rasgo tectónico positivo, originado por el diastrofismo andino, y entonces atribuible al lapso Neocretácico – Cenozoico. De ser así, el sector central de Corrientes, y con él la Meseta de Mercedes, durante el Mesotriásico tardío (Ladiniano), Jurásico y gran parte del Cretácico, - quizás hasta el inicio del Campaniano (Neo-cretácico tardío), o aun hasta más tarde -, habrían pertenecido a un escenario deprimido, albergante de sedimentitas continentales y efusiones basálticas.

Tal espacio de relleno clástico y volcánico mesozoico correspondería a un ámbito regional caracterizado por un estilo tectónico de distensión, del cual participaron conspicuas fallas directas y escalonadas de crecimiento que tendían a horizontalizarse en profundidad y bloques bajos rotados dispuestos al oeste de las superficies de fractu-

ra, estableciendo un sistema estructural en gradería, con descenso regional hacia los cuadrantes del poniente.

Algunos de tales fallamientos habrían sido facilitados por lineamientos preexistentes de debilidad mecánica.

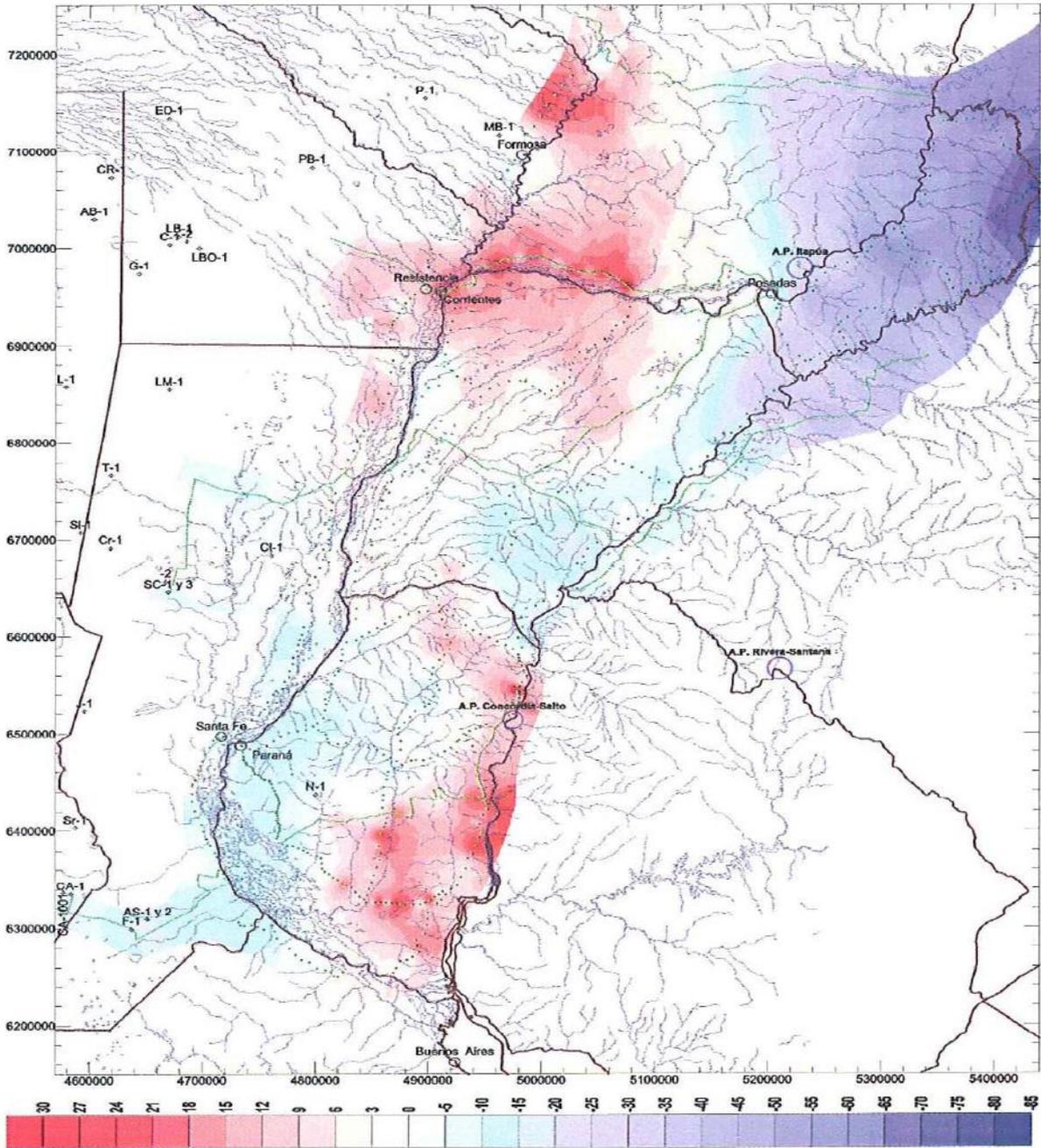
En la Mesopotamia Correntina, este sería el dominio de acumulación sedimentaria, y localización de efusivas de las Fms. Misiones (clásticos continentales, Mesotriásico tardío - Jurásico) y del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico) constituidos por la Formación Serra Geral (basaltos, Neojurásico - Eocretácico), y por la Formación Solari (clásticos continentales, Neojurásico – Eocretácico), y Puerto Yerúa (clásticos continentales, Cretácico).

Los esfuerzos compresivos del diastrofismo ándico (Neocretácico – Cenozoico), actuantes desde el Cretácico superior tardío (Campaniano) y generadores de vergencias W – E, habrían causado múltiples reactivaciones e inversiones tectónicas en los primigenios fallamientos distensivos mesozoicos, incluidas partes centrales de Corrientes, provocando ascensos iniciales de bloques bajos de fallas originalmente directas. Es menester señalar que, respecto de un mismo episodio de inversión, sendos rechazos de las diversas fallas reactivadas, no necesariamente habrían tenido igual magnitud.

Así, desde el Neocretácico tardío, o a partir de tiempos posteriores, el sector correntino central, originalmente deprimido, después, merced a reactivaciones de fallas inicialmente directas y sus inversiones tectónicas de sello compresivo ándico, tornaría-se un rasgo positivo, al cual se llamó segmento mesopotámico del Alto de Asunción, cuyas evidencias morfológicas actuales serían la Meseta de Mercedes y la conexas divisorias de aguas correntina central. Procesos erosivos después de su ascenso, habrían exhumado parte de las coladas basálticas neojurásicas – eocretácicas del Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico).

La elevación del segmento mesopotámico del Arco de Asunción por reactivaciones e inversiones tectónicas de fallas directas iniciales, tendría que haber estado necesariamente asociada a las removilizaciones de esos fallamientos durante el Neocretácico - Cenozoico. (Fernández Garrasino in LEBAC, 2008).

Anomalías Gravimétricas de Bouguer preliminares, según IGSN 1971, calculadas en mGal sin corrección topográfica y a partir de: 1468 estaciones del Proyecto SAG (Transectas 1 a 6 +TEI), medidas por GEODATOS durante las Campañas 2006-2007 y reprocesadas al 19Jul2007. 605 estaciones de la Red Gravimétrica del Instituto Geográfico Militar Argentino, medidas entre los años 1968 y 1998, y reprocesadas al 19Jul2007.



Los Pozos consignados son solamente los perforados con fines de Exploración de HCs. en el sector argentino de la Cuenca Chacoparanaense.

Fig.20. Mapa de Anomalías de Bouguer. Proyecto SAG. (Lissi. 2007 in Geodatos 2008).

En 2012 Mira presenta un mapa de anomalías gravimétricas de Bouguer según IGSN 1980 (International Gravity Standardization Net), en mGal sin corrección topográfica y con reducción atmosférica, a partir de 1468 estaciones del proyecto SAG medidas por Geodatos en 2006-2007 y 605 estaciones de la Red Gravimétrica del Instituto Geográfico Militar Argentino (1968-1998) y a partir de él se genera dos modelos gravimétricos-geológicos de cuatro capas mediante el software IGMAS+ que se presentan en el Capítulo de modelos geofísicos.

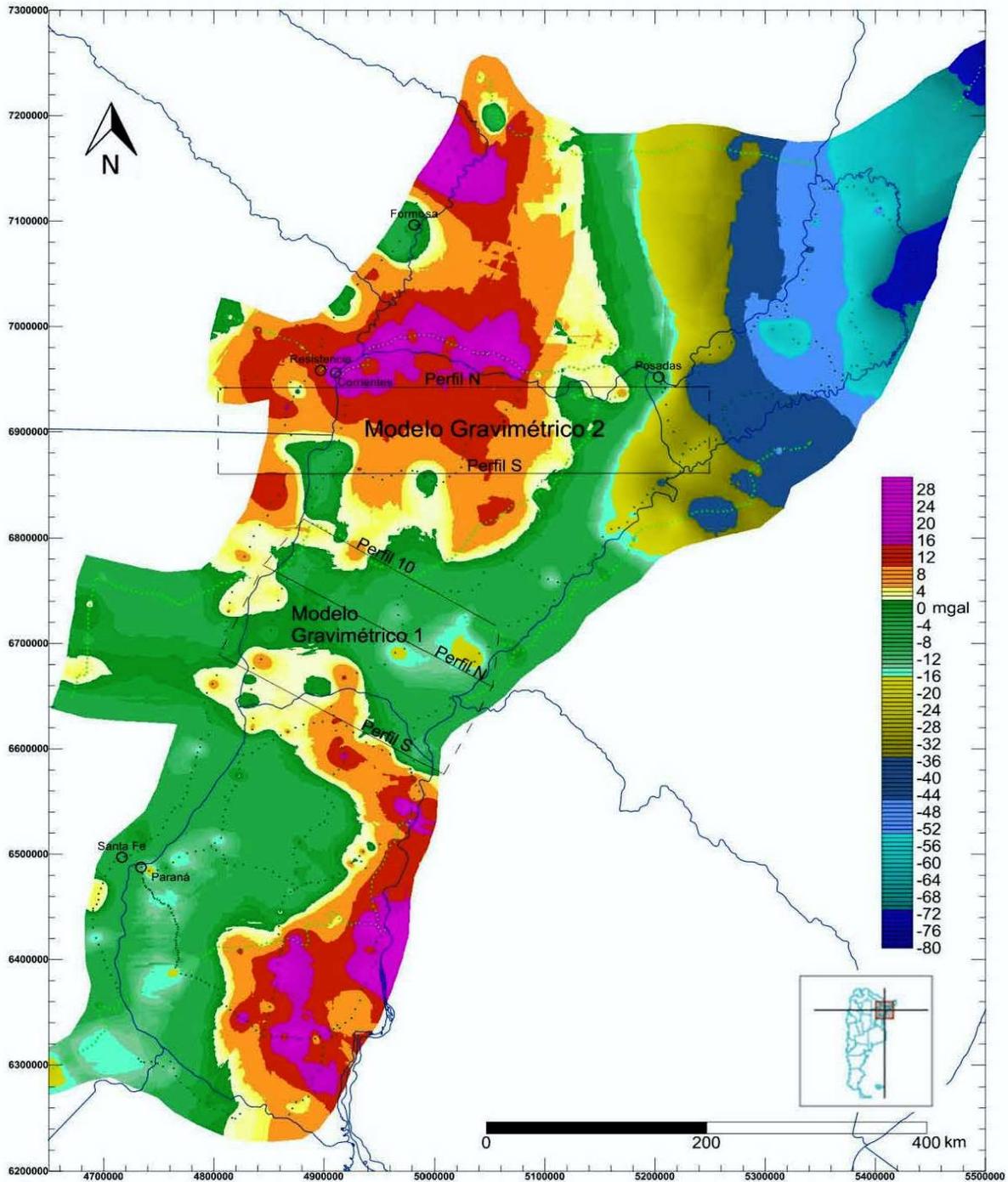


Fig. 21. –Mesopotamia. Mapa de Anomalías Gravimétricas de Bouguer. Reprocesamiento del 30 de enero de 2012. También se muestra la ubicación de los modelos gravimétricos. (Mira, 2012)

Por último, Reinante et al (2014) presentan un mapa gravimétrico de la Cuenca Chaco Paraná con valores de basamento para Corrientes resultan en una zona noroeste y sudoeste de altos basamentales y dos zonas de cuenca, una en el Centro Oeste y otra en el Centro –Noreste.

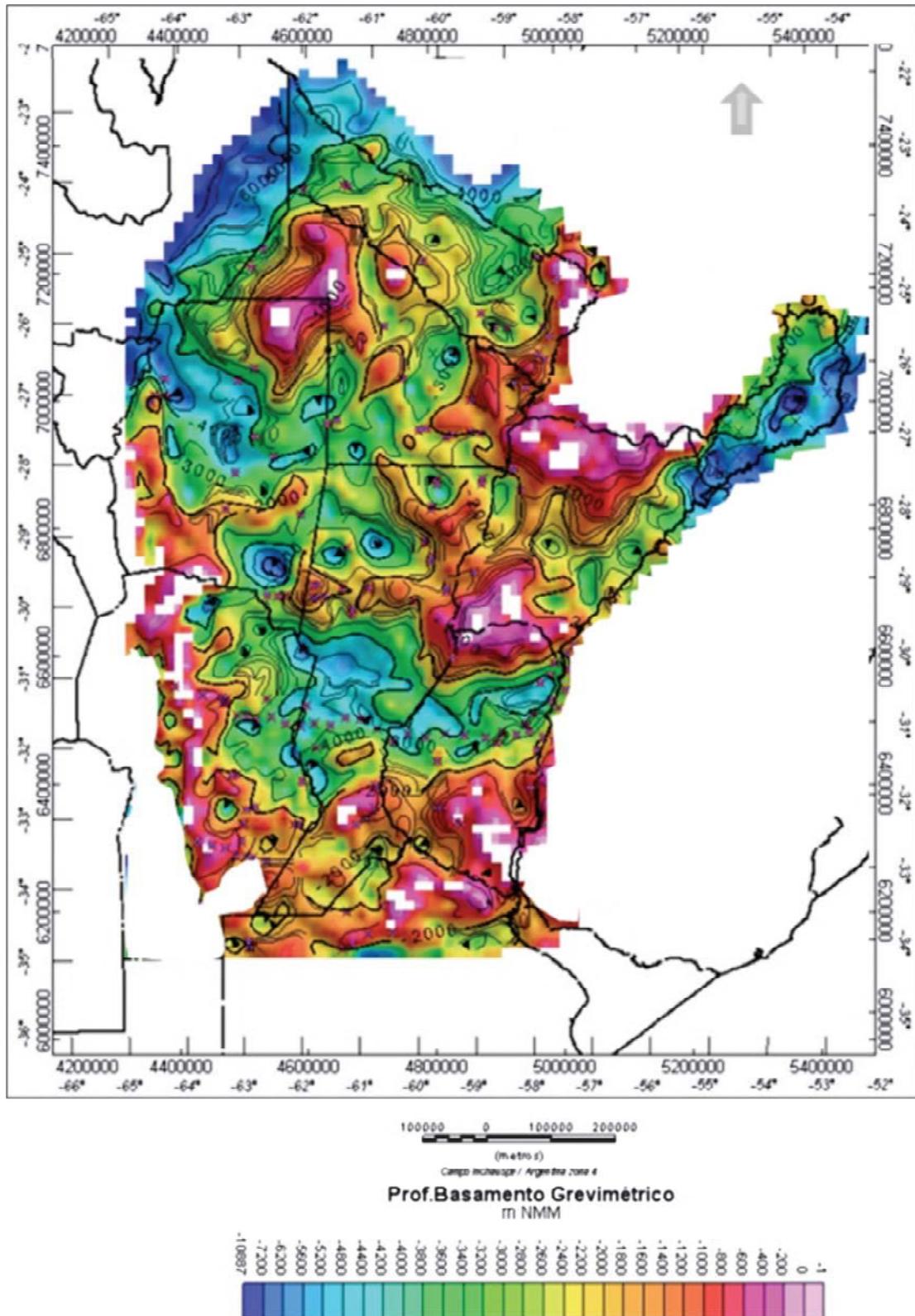


Fig.22. Mapa de profundidad del basamento gravimétrico de la cuenca Chacoparaná. Los puntos indican los datos de control (> 210). (Reinante et al 2014)

ANOMALÍAS MAGNÉTICAS

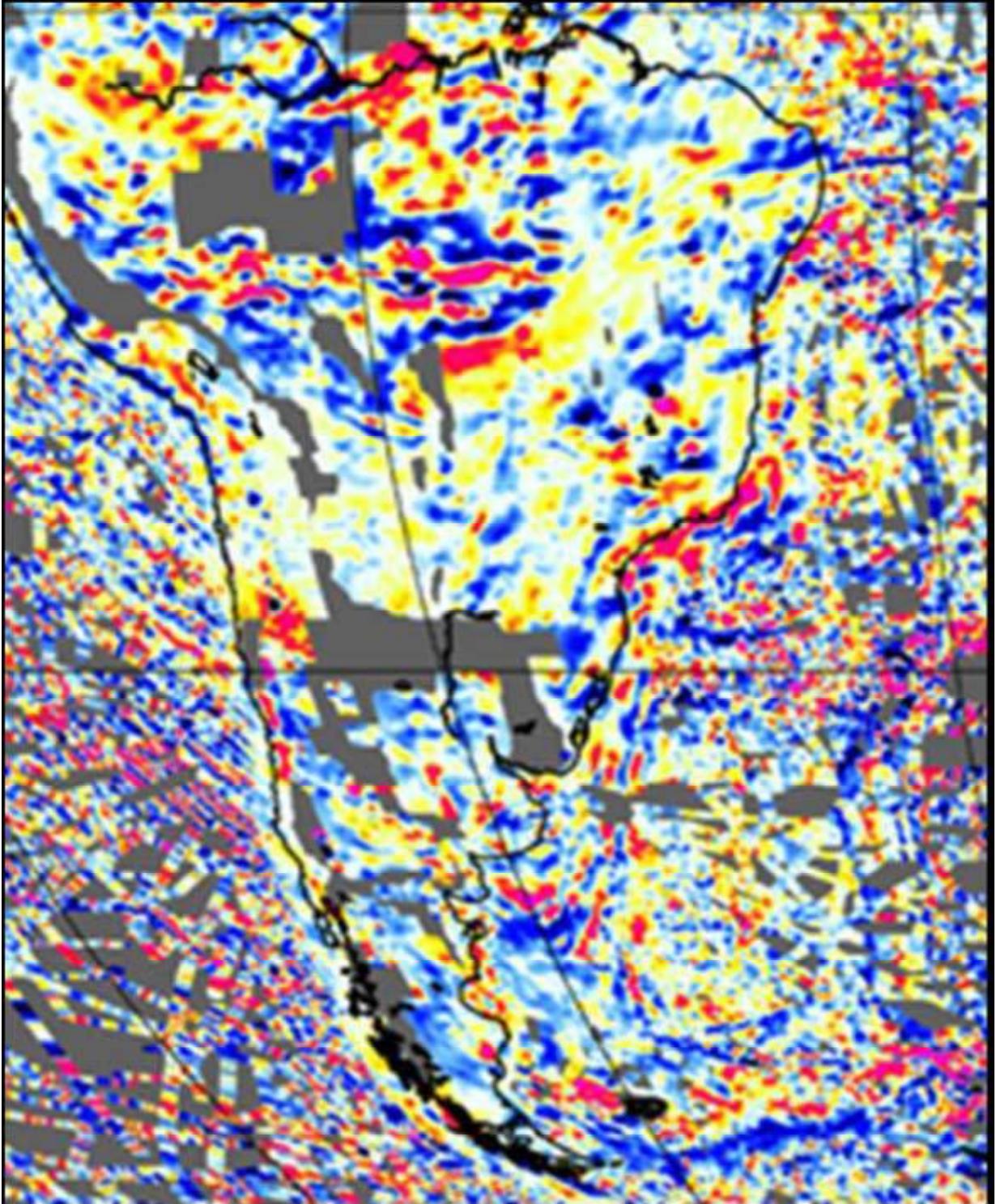


Fig.23.- Mapa de anomalías magnéticas de Sudamérica (Maus et al 2007)

Sísmica

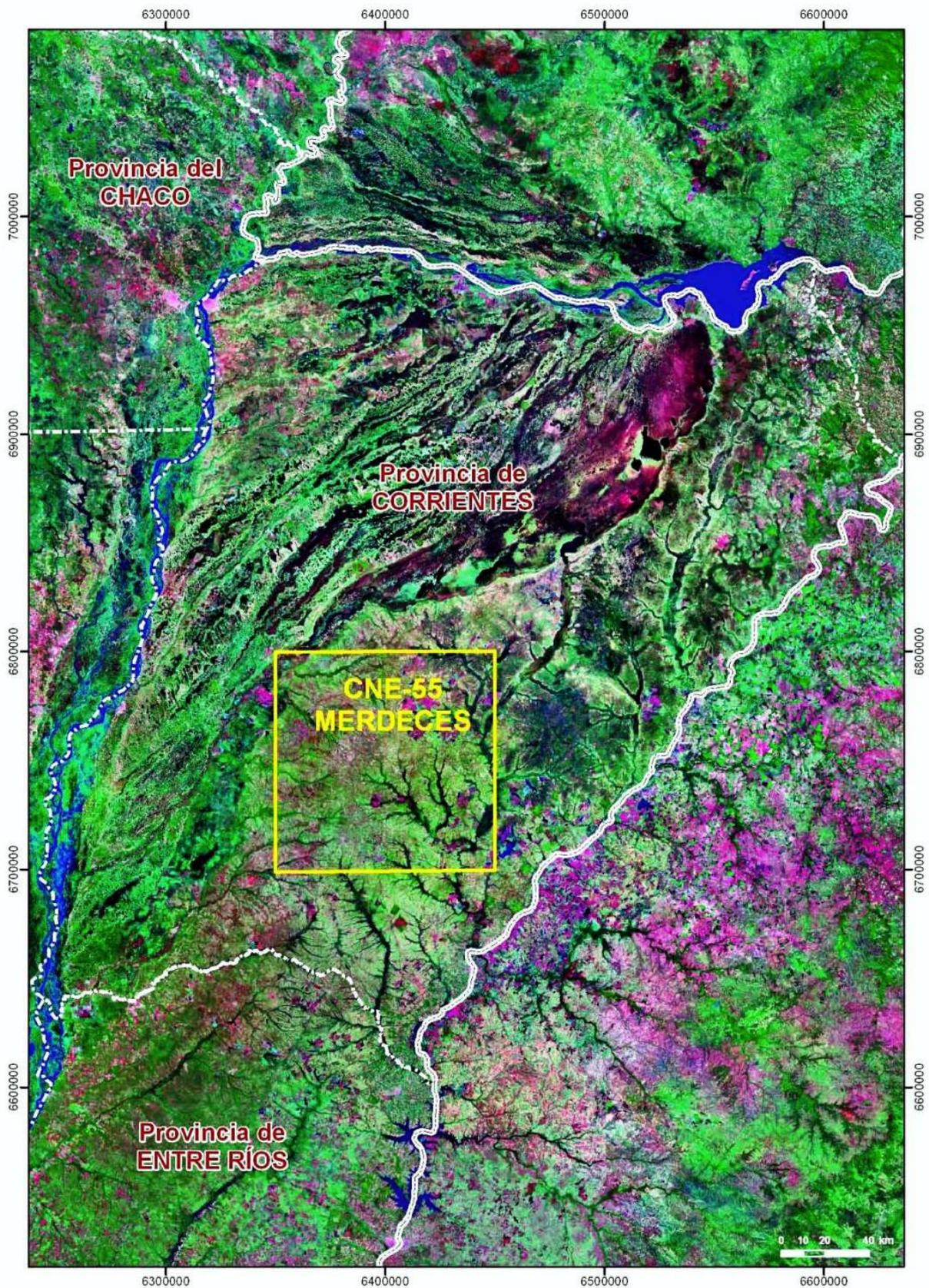


Fig. 24. Mercedes. Sector con sísmica de reflexión. (Mira, 2012)

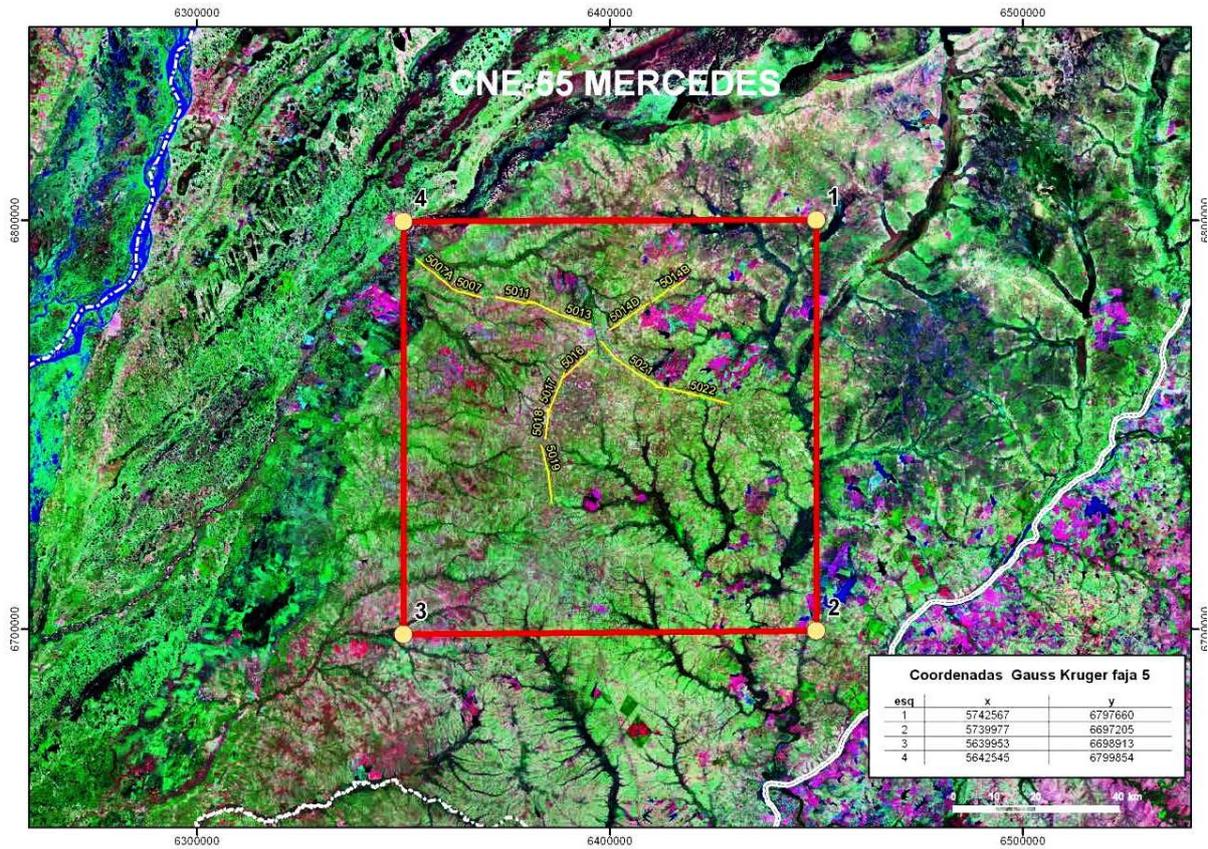


Fig.25.- Mercedes. Sector con sísmica de reflexión (detalle) (Mira, 2012)

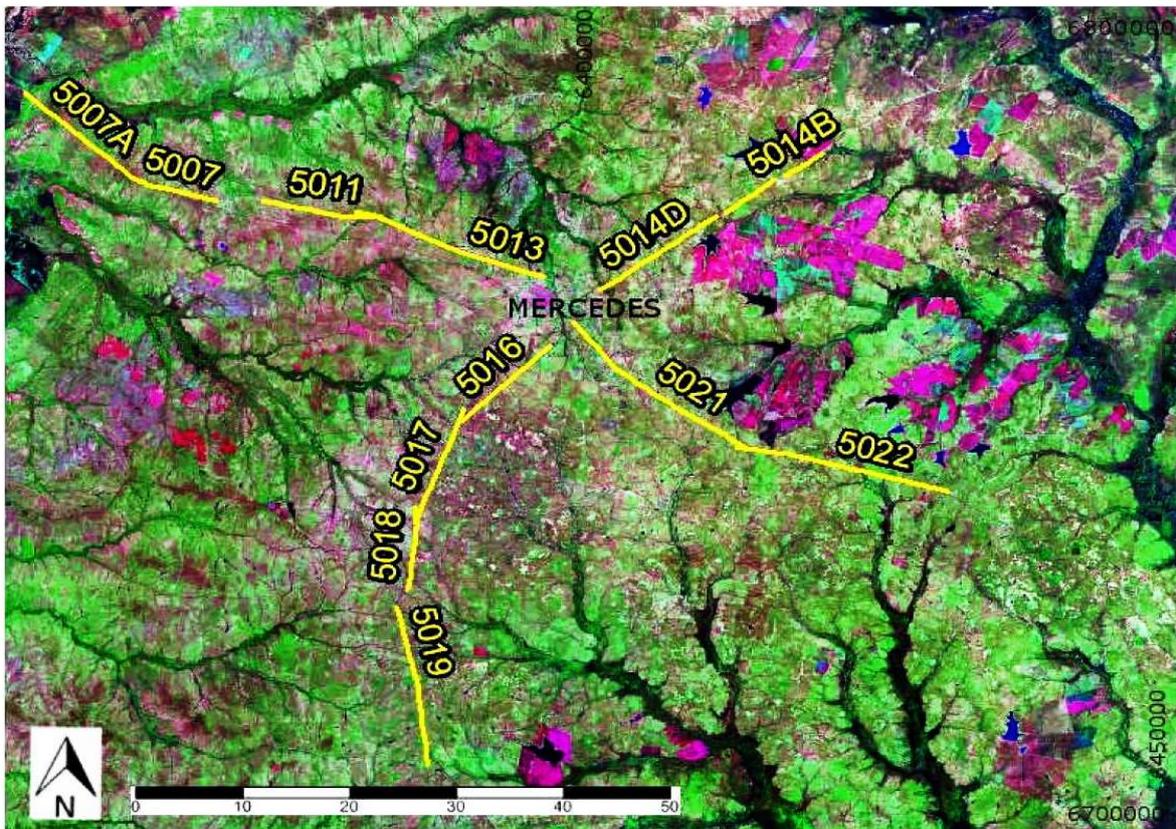


Fig.26.- Mercedes. Disposición de la traza de las líneas sísmicas 2D. (Mira, 2012)

Como condicionantes para el ajuste de los modelos gravimétricos que se explicarán en el capítulo siguiente, se interpretaron 6 perfiles sísmicos realizados por YPF a principios de los años 80 del pasado siglo en los alrededores de la localidad correntina de Mercedes (Figs. 24 a 26). Los datos sísmicos fueron procesados con el software Sei-See (Versión 2.16.2) que efectúa un control automático de ganancia.

Se calcularon las secciones escala de grises donde quedan bien marcados los principales reflectores. Las imágenes en color señalan en cambio la coherencia de la señal de los reflectores de tal forma que pueden diferenciarse aquellos niveles mejor definidos. En la figura siguiente (Fig. 27) se presenta como ejemplo el perfil 5007. En el se han marcado los principales reflectores, especialmente la base de la capa de basaltos de la Fm. Serra Geral (en verde). (Mira, 2012)

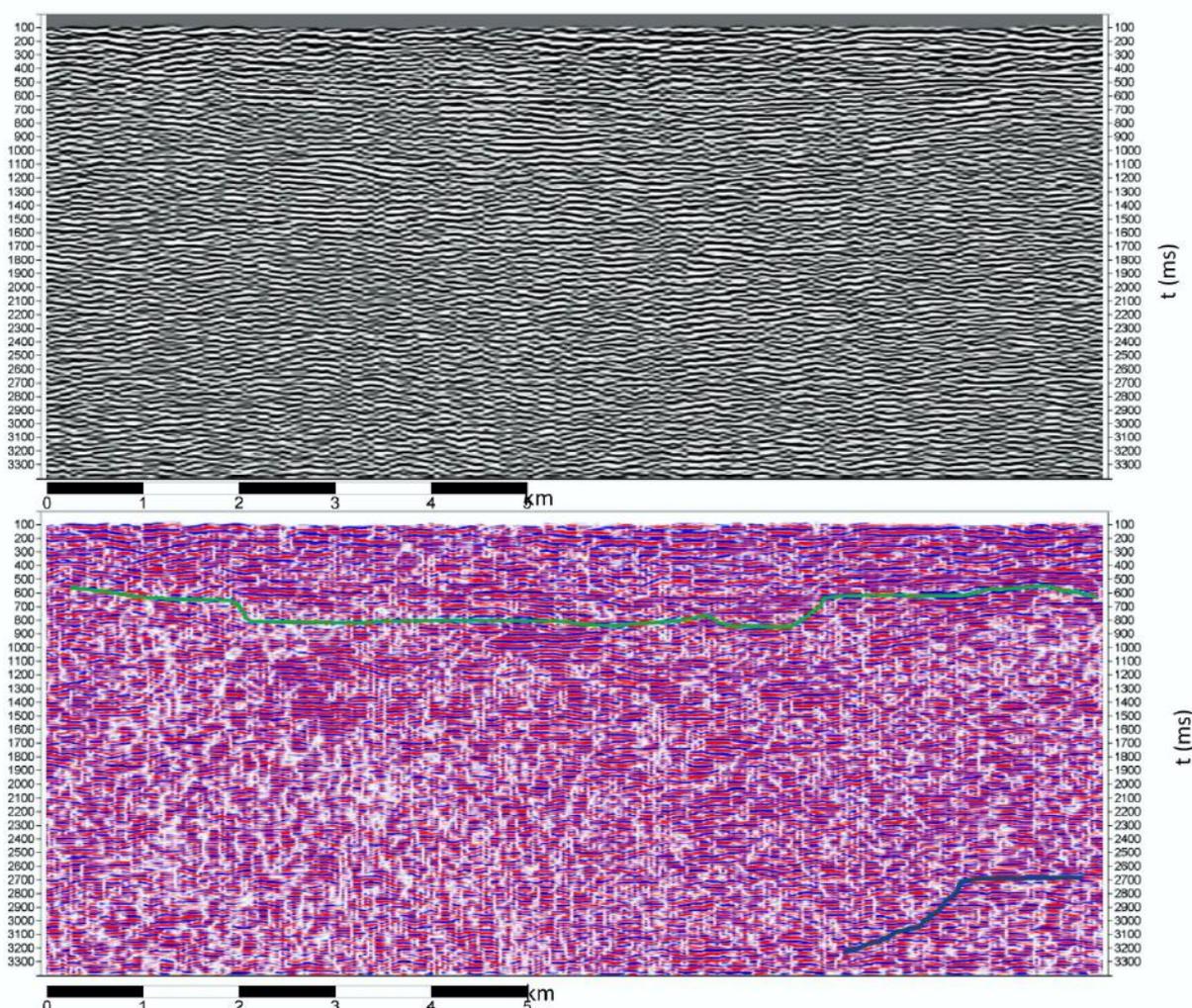


Fig.27.-Mercedes. Línea sísmica de reflexión 5007 A. Arriba sin interpretar y abajo interpretada. (Mira, 2012)

Modelos geofísicos

Denominamos modelos geofísicos a los modelos del subsuelo de Corrientes basados en información de pozos y de geofísica: geoelectrónica, perfilaje eléctrico de pozos, transectas MT y AMT, anomalías de Bouguer y sísmica de reflexión.

Los primeros modelos geofísicos se prepararon para el Proyecto Sistema Acuífero Guaraní.

En la provincia de Corrientes se presentan distintos modelos geofísicos defendidos y publicados por Mira (Mira 2012, Mira et.al. 2013, Mira et al 2015)

En su Tesis Mira (2012) actualizó el mapa de Bouguer de Lissi (2007) y a partir de él se generaron dos modelos gravimétricos- geológicos de cuatro capas mediante el software IGMAS+. Propone un modelo geológico para Corrientes

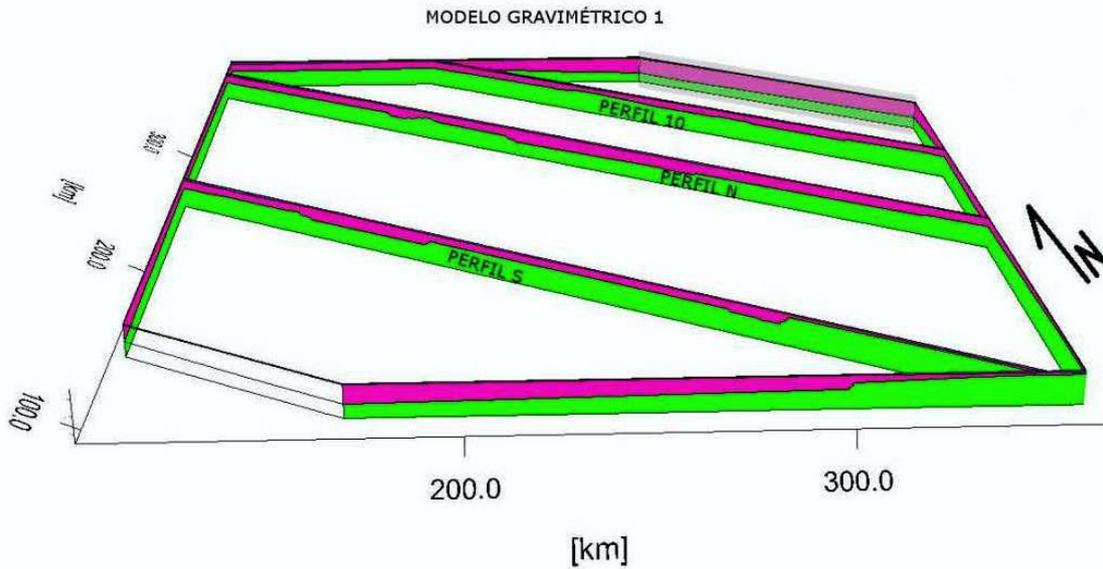


Fig. 28 Corrientes. Sur. Modelo Gravimétrico 1. (Mira, 2012)

En ellos se determinó una geometría del basamento compartimentada en bloques separados por fallas que atraviesan toda la secuencia volcanoclástica.

Asimismo, señala una zona a una profundidad inferior a 2 km que confirmaría la unión entre el Arco de Asunción y el de Río Grande. Con los datos de espesor de basaltos generado por los modelos se trazó un mapa de potencia de esta capa que muestra su adelgazamiento hacia el E y su práctica desaparición hacia el NW de Corrientes.

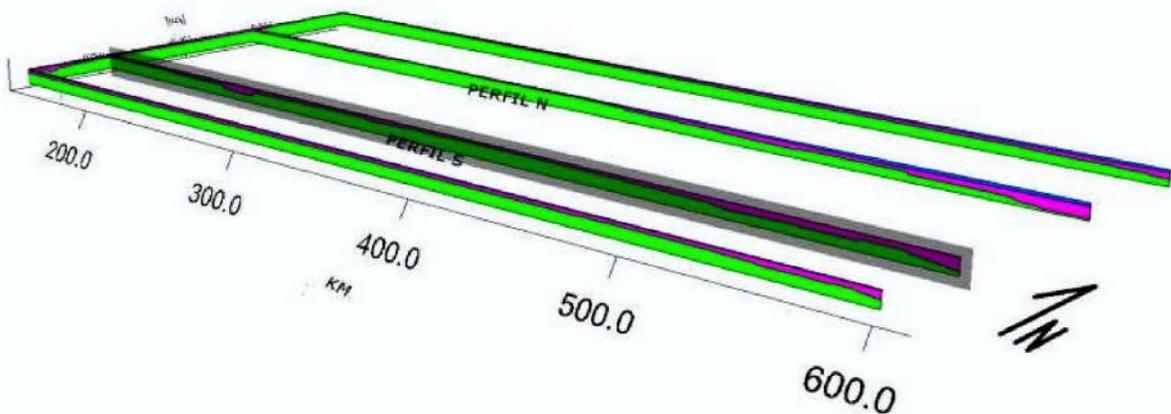


Fig. 29. Corrientes. Modelo Gravimétrico 2. (Mira, 2012)

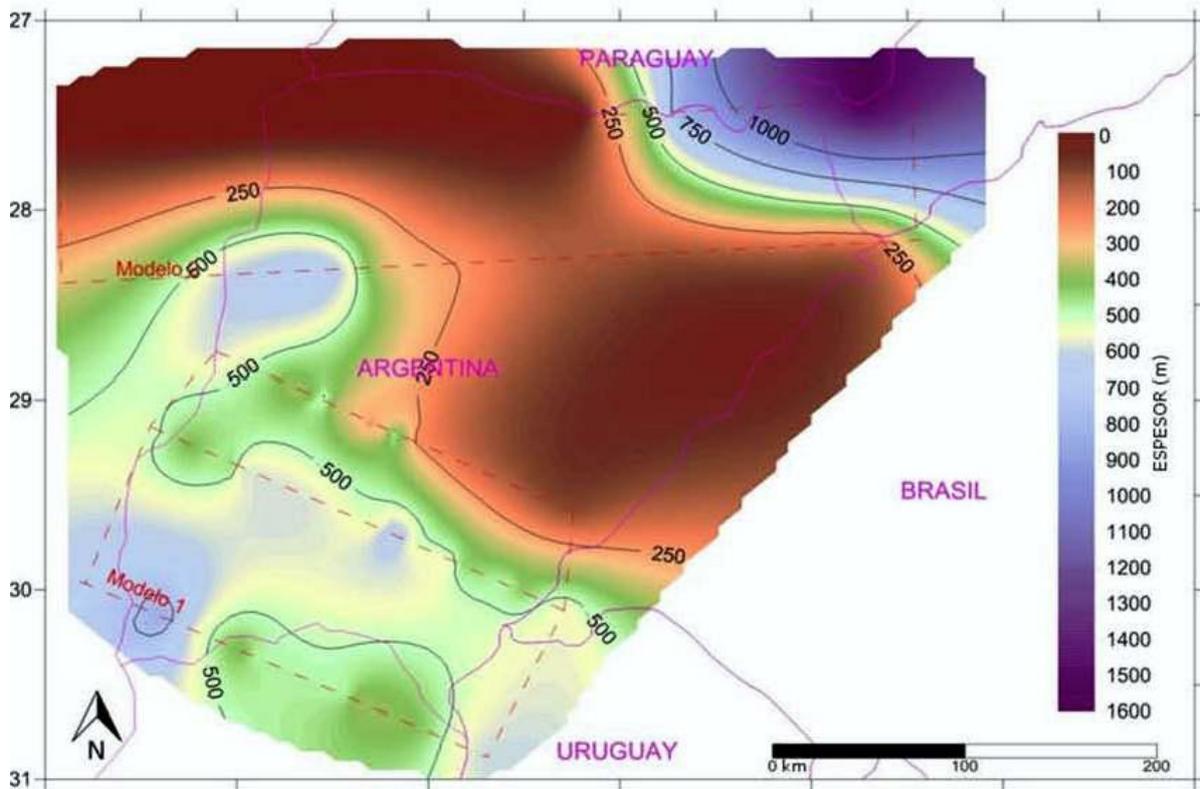


Fig. 30. Corrientes. Espesor del Basalto por Modelos Gravimétricos. (Mira, 2012)

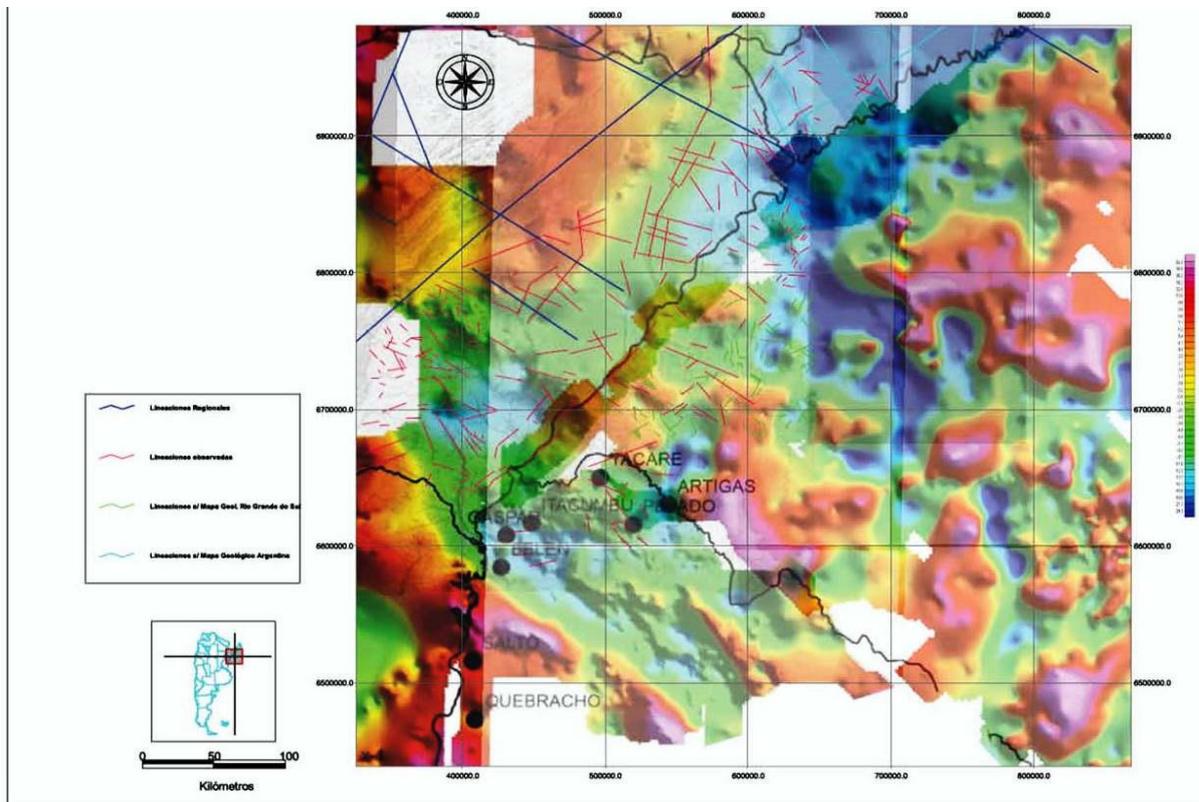


Fig. 31.- Corrientes. Mapa de Lineamientos Superficiales sobre el de Anomalías de Bouguer (Mira, 2012)

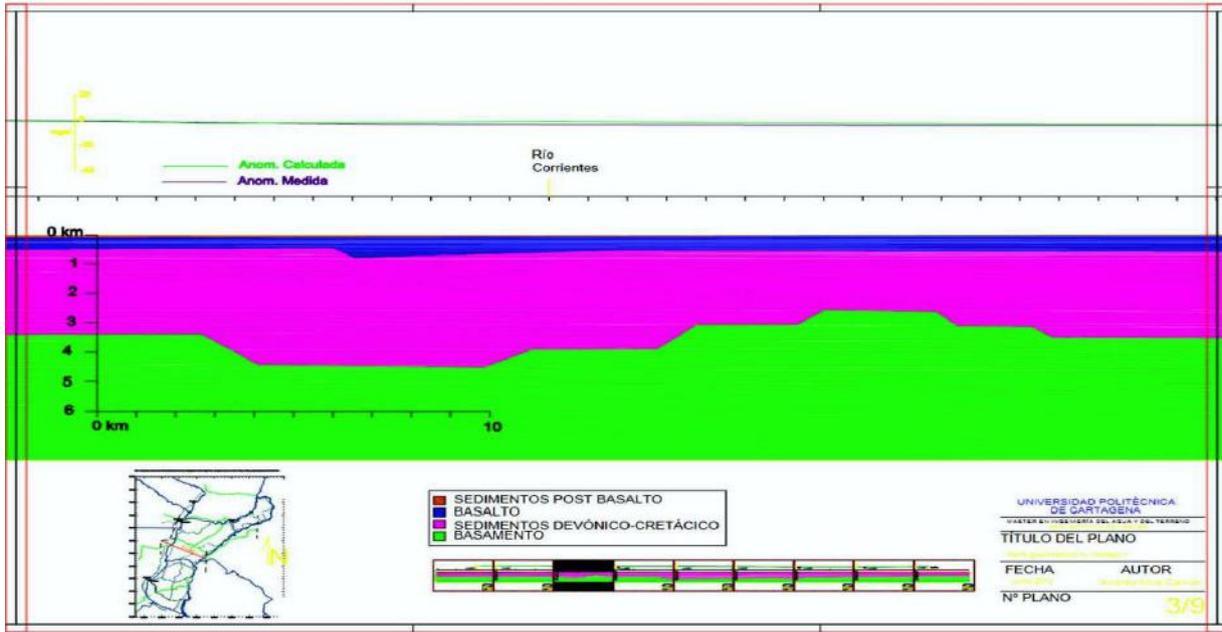


Fig. 32. Corrientes. Perfil Geológico Generado por Interpretación Gravimétrica. (Mira, 2012)

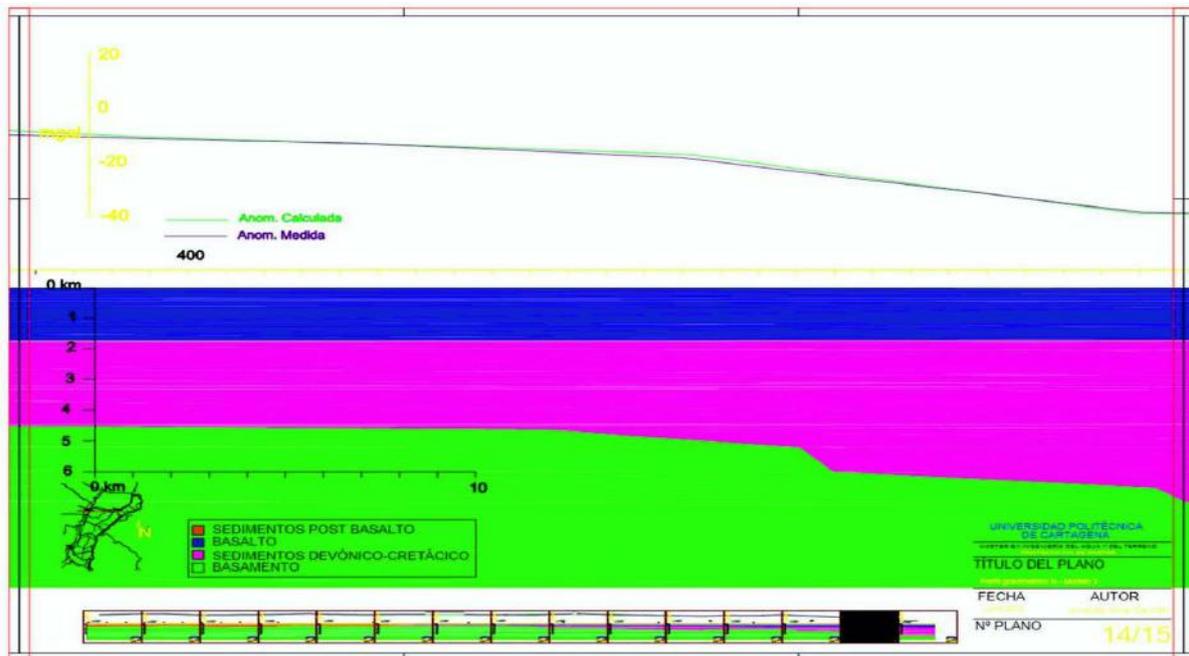


Fig. 33. Corrientes. Sección Geológica Interpretada desde el Modelo Gravimétrico 2. (Mira, 2012)

A partir de los resultados de la integración de datos geológicos de pozos de Uruguay y geofísicos, Mira et al (2015) presentan un modelo geológico del subsuelo de Corrientes, que permite la visualización de su estructura geológica profunda. El mismo se describe en el cuerpo principal del presente trabajo.

EJEMPLOS DE LOS ANÁLISIS PETROGRÁFICOS Y MINERALÓGICOS REALIZADOS
ANTECEDENTES
(Herbst y Santa Cruz, 1985)

APENDICE II								
DATOS DE COMPOSICIÓN DE ARCILLAS								
Localidad y datos de muestra	Formación	Muestra N° (R.Herbst)	Fecha	Prof. (mbbp)	Arcilla %			Fuente y observaciones
					Caolinita	Illita	Montmor.	
Perforación Santa Rosa N° 1	Solari			-202	8	57	35	INCYTH, 1977
Ruta 14, 10 Km al N de Mercedes	Pay Ubre	106	ago-78				100	INCYTH, 1977
Perforación Concepción N° 1	Fray Bentos			-75	5	30	65	INCYTH, 1977
Perforación Concepción N° 1	Fray Bentos			-87		50	50	INCYTH, 1977
Perforación Santa Rosa N° 1	Fray Bentos			-96/-97		1	99	INCYTH, 1977
Balneario A° Maria Grande, Peruggoria	Fray Bentos	103a	mar-78				100	SGN. Inf. 1978/79
Balneario A° Maria Grande, Peruggoria	Fray Bentos	103b	mar-78			33	67	SGN. Inf. 1978/79
Paso Lucero, rio Corriente (ruta 123)	Fray Bentos	107b	mar-78			33	67	SGN. Inf. 1978/79
Paso Lucero, rio Corriente (ruta 123)	Fray Bentos	107c	mar-78				100	SGN. Inf. 1978/79
Paso Lucero, rio Corriente (ruta 123)	Fray Bentos	Larr. N° 2	sep-79		5	10	85	SGN. Inf. 1980, N° 2 a 4
Paso Lucero, rio Corriente (ruta 123)	Fray Bentos	Larr. N° 3	sep-79			16	84	corresponde a un pequeño
Paso Lucero, rio Corriente (ruta 123)	Fray Bentos	Larr. N° 4	sep-79			10	90	perfil de base a techo
Ex Cantera Chacofi (ruta N°126), Curuzú Cuatía	Fray Bentos	Larr. N°2					100	SGN. Inf. 1980
Ex Cantera Chacofi (ruta N°126), Curuzú Cuatía	Fray Bentos	Larr. N°3					100	SGN. Inf. 1980
Arroyo Avalos, ruta 12, a 15 Km al Sur de Perruggoria	Fray Bentos	Larr. N°1				27	73	SGN Inf. 1980. N° 1 a 3
Arroyo Avalos, ruta 12, a 15 Km al Sur de Perruggoria	Fray Bentos	Larr. N°2			11	17	73	corresponde a un pequeño
Arroyo Avalos, ruta 12, a 15 Km al Sur de Perruggoria	Fray Bentos	Larr. N°3			20	80		perfil de base a techo
Perforación Corrientes N° 1	Paraná			-169	10	40	50	INCYTH, 1977
Perforación Corrientes N° 2	Paraná			-230		70	30	INCYTH, 1977
Perforación Corrientes N°1	Ituzaingó			-60	50	5	45	INCYTH, 1977
Perforación Corrientes N° 1	Ituzaingó			-142	15		85	INCYTH, 1977
Perforación Corrientes N° 3	Ituzaingó			-12	95	4	1	INCYTH, 1977
Perforación Corrientes N° 4	Ituzaingó			-15	98		2	INCYTH, 1977
Perforación Santa Rosa N° 1	Ituzaingó			-15	92	6	2	INCYTH, 1977
Perforación Concepción N° 1	Ituzaingó			-25	95	5		INCYTH, 1977
Perforación Concepción N° 1	Ituzaingó			-32	88	4	8	INCYTH, 1977
Perforación Concepción N° 1	Ituzaingó			-37	87	3	10	INCYTH, 1977
Ruta 24, 10 Km al este de Goya	Ituzaingó	N° 102	mar-78				100	SGN Inf. 1980
Ruta 123, 5 Km al oeste de 9 de Julio	Ituzaingó						100	SGN Inf. 1980
Ea. La Barrancosa, 30 Km al sur de Bella Vista	Ituzaingó	N° 109	mar-78		35	5	60	SGN Inf. 1980. (de lente de arcilla)
Barrancas de Bella Vista	Ituzaingó	s/n			50	50		SGN Inf. 1980
Barrancas de Bella Vista	Ituzaingó	s/n			94	3	3	SGN Inf. 1980
Barrancas de Santiago Derqui	Ituzaingó	s/n			67	12	21	SGN Inf. 1980
Barrancas de Ituzaingó	Ituzaingó	s/n			70		30	SGN Inf. 1980
Lomada en camino a Santa Ana	Ituzaingó	s/n			35	65		SGN Inf. 1980
Ruta 127, 20 Km al sur de Goya	Toropí	N° 101	mar-78			80	20	SGN Inf. 1978/79
Ruta 127, 20 Km al sur de Goya	Toropí	N° 100b	mar-78			14	86	SGN Inf. 1978/79
Ruta 127, 20 Km al sur de Goya	Toropí	N° 501	sep-79		9	63	28	SGN Inf. 1978/79
Ruta 127, 20 Km al sur de Goya	Toropí	N° 502	sep-79		10	70	20	SGN Inf. 1978/79
Ruta 127, 20 Km al sur de Goya	Toropí	N° 503	sep-79		12	44	44	SGN Inf. 1978/79
Ea. La Pastoril, 15 Km al norte de Santa Lucía	Toropí	N° 512	sep-79		13	47	40	SGN Inf. 1978/79 (en costra)
Ea. La Pastoril, 15 Km al norte de Santa Lucía	Toropí	N° 513	sep-79		5	20	75	SGN Inf. 1978/79
Ea. La Pastoril, 15 Km al norte de Santa Lucía	Toropí	N° 513	sep-79		4	8	88	SGN Inf. 1978/79 (en costra)
Ea. La Pastoril, 15 Km al norte de Santa Lucía	Toropí	N° 515	sep-79		3	32	65	SGN Inf. 1978/79
Ea. La Barrancosa, 30 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 109	mar-78			28	72	SGN Inf. 1978/79
Ea. La Barrancosa, 30 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 516	set-79		7	16	77	SGN Inf. 1978/79 (en costra)
Ea. La Barrancosa, 30 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 517	set-79		4	18	78	SGN Inf. 1978/79 (en costra)
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 90	mar-78		18	53	29	SGN Inf. 1978/79 (en costra)
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 89	mar-78		12	65	23	90 a 87 corresponden a un perfil,
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 88	mar-78			89	11	arriba-abajo: En costra
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 87	mar-78			100		En costra.
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 93	mar-78		41	22	37	SGN Inf. 1978/79
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 96a	mar-78		2	13	85	SGN Inf. 1978/79
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 96b	mar-78			50	50	SGN Inf. 1978/79
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 506	mar-79		6	54	40	SGN Inf. 1978/79
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 505	mar-78		7	26	67	506, 504 correspondientes
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 504	mar-79		4	42	54	a un perfil, arriba-abajo
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 509	sep-79		3	9	88	SGN Inf. 1978/79
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 508	sep-79		34	14	52	509 a 507 corresponde a un
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 507	set-79		32	50	18	perfil arriba-abajo
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 510	set-79		11	56	33	SGN Inf. 1978/79 (en costra)
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Toropí	N° 511	set-79		8	8	84	SGN Inf. 1978/79
A° González, 5 Km al sur de Empedrado	Toropí	N° 520	set-79		6	3	91	SGN Inf. 1978/79 520 a 518 corres-
A° González, 5 Km al sur de Empedrado	Toropí	N° 519	set-79		2	16	82	pondiente a un perfil arriba-abajo
A° González, 5 Km al sur de Empedrado	Toropí	N° 518	set-79		2	6	92	
Barrancas de Empedrado	Toropí	N° 303	mar-78		11	11	78	SGN Inf. 1980
Barrancas de Empedrado	Toropí	N° 307	mar-78		42	50	8	SGN Inf. 1980

Codo del río Miriñay (Campo Gral. Avalos), del A° Monte Caseros	Toropí		1968		1	37	62	Zona río Uruguay
Ruta 33, a 5 Km de Juan Pujol	Toropí	N° 534	set-79		15	1	84	
Ruta 127, 20 Km al sur de Goya	Yupoi	N° 100a	mar-78		13	66	21	SGN Inf. 1980
Ea. La Barrancosa, 30 Km al sur de Bella Vista	Yupoi	N° 109b	mar-78		11	34	55	SGN Inf. 1980
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Yupoi	N° 96c	mar-78		20	72	8	SGN Inf. 1980
A° Toropí, 10 Km al sur de Bella Vista	Yupoi	N° 86	mar-78		12	34	54	SGN Inf. 1980
Ruta 30 (camino a Malvinas) 20 Km al este de Ruta 127	Yupoi	N° 703	dic-81		2	31	67	SGN Inf. 1982, 703 a 705 corresponde
Ruta 30 (camino a Malvinas) 20 Km al este de Ruta 127	Yupoi	N° 704	dic-81		10	47	43	a un perfil, arriba -abajo
Ruta 30 (camino a Malvinas) 20 Km al este de Ruta 127	Yupoi	N° 705	dic-81		10	50	40	
Ruta 26, cerca del A° Batelito	Yupoi	N° 706	dic-81			63	37	SGN Inf. 1982
Ruta 26, cerca del A° Batelito	Yupoi	N° 708	dic-81			37	63	SGN Inf. 1982
Ruta 26, cerca del A° Batelito	Yupoi	N° 709	dic-81		7	72	21	SGN Inf. 1982
Barrancas a 15 Km al sur de Bella Vista s/n	Yupoi				10	40	50	SGN
Santa Lucia (cárcavas sobre ruta 127)	Yupoi				8	42	50	SGN
Barrancas de Lavalle s/n	Yupoi				18	50	32	SGN
Barrancas de Empedrado s/n	Yupoi				20	30	50	SGN
Barrancas de Derqui s/n	Yupoi				12	20	68	SGN
El Sombrero s/n	Yupoi				12	8	80	SGN
Corrientes (Capital) s/n	Yupoi				20	15	65	SGN
Ruta 12 y camino a Santa Ana s/n	Yupoi				13	20	67	SGN
Barrancas de Empedrado s/n	Yupoi				10	15	75	SGN
Barrancas de Empedrado s/n	Yupoi				23	7	70	SGN
Codo del río Miriñay (Campo Gral. Avalos), del A° Monte Caseros	Yupoi		1968				100	SGN Inf. 1980
Ruta 136 (Ea. Las 2 Hermanas)	Yupoi	N° 524	set-79		2		98	SGN Inf. 1980
Ruta 136 (Ea. Las 2 Hermanas)	Yupoi	N° 522	set-79		2		98	SGN Inf. 1980
Ruta 49, Bañado Quiyati	Yupoi	N° 527	set-79		2		98	SGN Inf. 1980
Ruta 49, Bañado Quiyati	Yupoi	N° 529	set-79		2		98	SGN Inf. 1980
Ruta 33, A° Timboy	Yupoi	N° 531	set-79		1		99	SGN Inf. 1980
Ruta 48, paraje San Antonio	Yupoi	N° 539	set-79		3		97	SGN Inf. 1980
Ruta 48, paraje San Antonio	Yupoi	N° 541	set-79		2		98	SGN Inf. 1980
Ruta 48, paraje San Antonio	Yupoi	N° 542	set-79				100	SGN Inf. 1980
Ruta 142 (área río Miriñay)	Yupoi	N° 544	set-79		5	3	92	SGN Inf. 1980
Ruta 33 (cerca de Juan Pujol)	Yupoi	N° 535	set-79		31		73	SGN Inf. 1980
Ruta 79 (entre rutas 33 y 122)	Yupoi	N° 536	set-79		1,5		98,5	SGN Inf. 1980
Ruta 38, Km 52 (área Gdor. Virasoro)	Yupoi	N° 19	ago-78		100			SGN Inf. 1980
Ruta 42 (cerca de Ea. Santa Ursula)	Yupoi	N° 29	ago-78		43	28	29	SGN Inf. 1980
Ruta 42 (cerca de Ea. Santa Ursula)	Yupoi	N° 31	ago-78		85	1	14	SGN Inf. 1980
Ruta 40, Cuay Chico, Santo Tomé	Yupoi	N° 44	ago-78		37		63	SGN Inf. 1980
Ruta 40, Cuay Chico, Santo Tomé	Yupoi	N° 55	ago-78		36		64	SGN Inf. 1980

ANÁLISIS REALIZADOS AÑOS 2014 A 2016. INFORME COMPLETO EN ICAA



Informe de Ensayo N°: 43198/16 **Fecha emisión:** 29/03/16

Sede: Cno. Centenario y 506-M.B. Gonnet. Tel: 0221-4840247

Correo electrónico: servicios@cetmic.unlp.edu.ar 0221-4840167

Cliente: CECOAL – CONICET (Oscar Orfeo).

Dirección: Ruta 5. Km 2,5. Corrientes

Muestra/s: 3 (tres).

Identificación de la/s Muestra/s: Monte Caseros 824m; CURU 2U 642m; CURU 2U 776m.

N° Identificación de la/s Muestra/s CETMIC: 237 - 239/15.

Fecha de Recepción de Muestra/s: 16/03/16

O.T. N°: 40/16

Ensayo/ Código: Difracción de rayos x sobre fracción arcilla.

Método /Norma: Se llevaron a cabo los análisis de rutina para la caracterización de los argilominerales sobre agregados orientados.

Se analizaron los difractogramas provistos por el cliente, de los agregados orientados de la fracción arcilla, realizados sobre muestra normal (AON), solvatada con etilenglicol durante 24 hs (AOG) y calcinada a 550 °C durante 2 horas (AOC).

Resultados:

Informe N° 43198/16 Folio 2 de 3

Muestra (Identif CETMICCECOAL)

Fracción Arcilla

ANALISIS MINERALOGICO DE MUESTRA POZO MONTE CASEROS MC-592 m

La muestra corresponde a recortes de perforación (cuttings).

✓ **Metodología de Trabajo.**

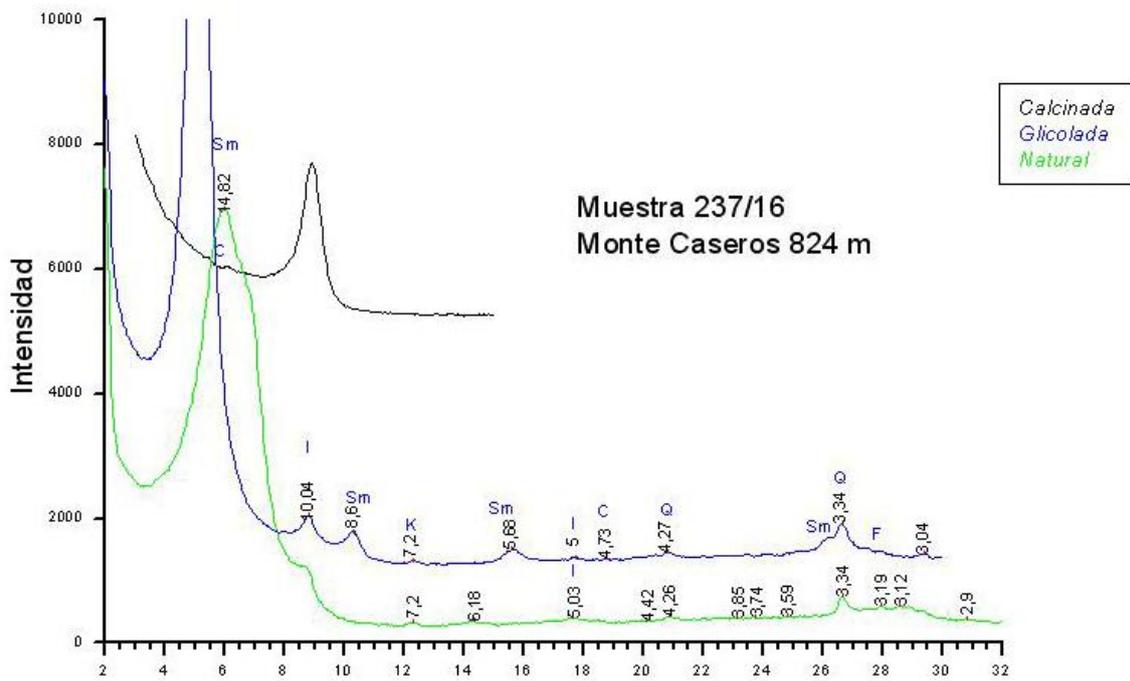
Inicialmente se separa por cuarteo una sub-muestra (5 gr) para su posterior análisis por rayos X de muestra total en polvo. Para la dispersión, se molió con pilón de goma, tratando de romper el cemento y liberar los granos. El material fue luego volcado en un vaso con agua destilada. Posteriormente fue tamizada en húmedo a través de dos tamices superpuestos correspondientes a 3 phi y 4 phi. En el tamiz 3 phi, se retuvo el material "grueso", en tanto en el de 4 phi se obtuvo la fracción destinada al posterior análisis mineralógico en microscopio petrográfico, previa separación de minerales livianos de pesados. El pasante (< a 4 phi) se descartó. Posteriormente se secaron ambos lotes. La fracción "gruesa" (> a 3 phi) fue tamizada a intervalos de un grado de phi. Cada fracción retenida se pesó y se calculó su representación porcentual en la muestra analizada. La distribución de tamaños fue graficada mediante diagrama de barras y la fracción modal fue fotografiada bajo microscopio binocular (lupa) Nikon.

La fracción arena muy fina fue seleccionada y pesada en balanza analítica, para proceder luego a la separación de minerales pesados con líquido de alta densidad (bromoforno) bajo campana. Se tomó el peso de cada material retenido en los 2 filtros correspondientes al lote de minerales livianos y pesados respectivamente. Luego se prepararon los extendidos a grano suelto, con utilización de un líquido de inmersión de índice conocido (1,53 pe). Se realizó el grafico de áreas, para visualizar el porcentaje alcanzado por minerales livianos y pesados. La inspección mineralógica se realizó en microscopio de polarización marca Zeiss, con objetivo 2,5 x y 10x. Se tomaron microfotografías generales y de los minerales pesados y livianos identificados.

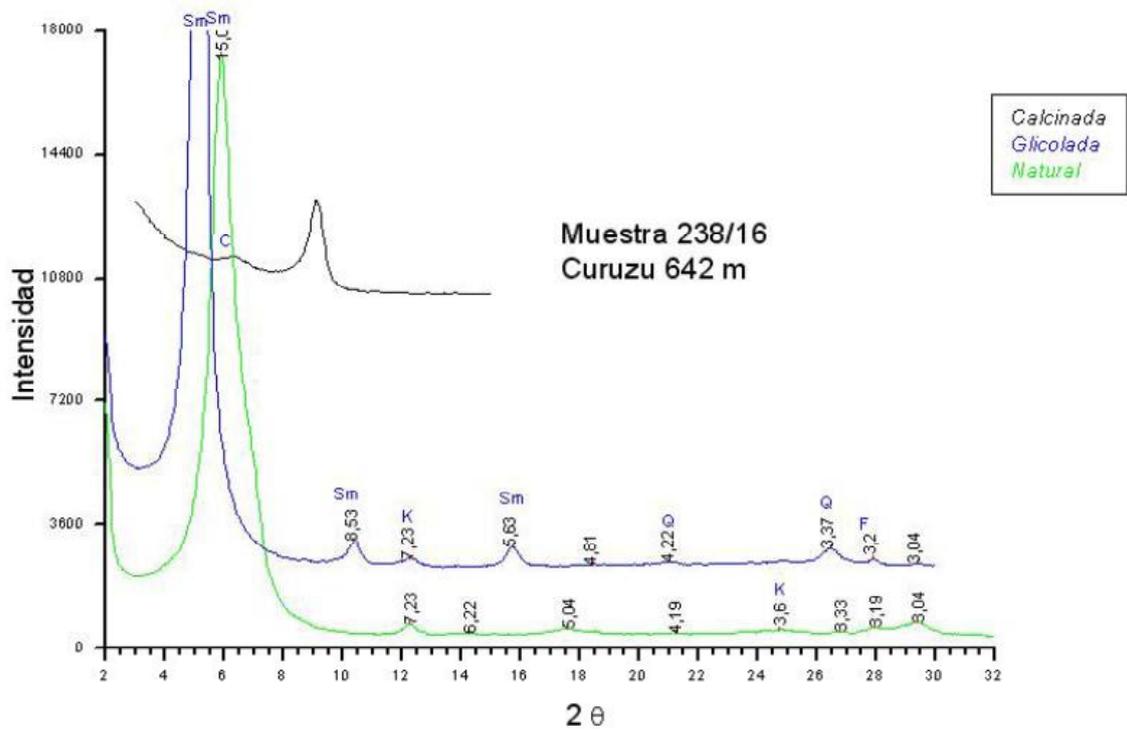
✓ **Muestra Pozo Monte Caseros MC- 592 m**

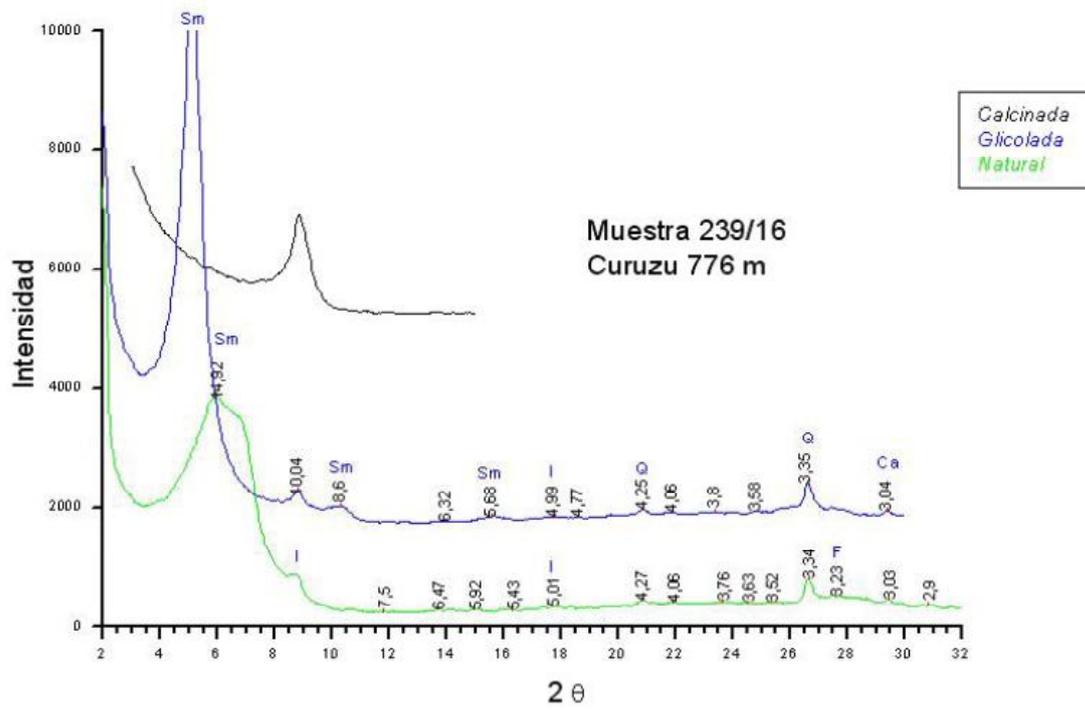
La muestra corresponde a un sedimento. Se encuentra suelta, y sus características macroscópicas corresponden a la de una arena cuarzosa de color rosado a castaño pálido (5YR 7/4; 10YR 7/3).

Bajo lupa binocular se observaron mayoritariamente clastos de cuarzo esmerilados, redondeados a subredondeados. La muestra se presenta como bien seleccionada, con moda en arena fina (3 phi) y admixtura proximal en arena muy fina (4 phi) (foto1).



Informe N° 43198/16
Folio 3 de 3







CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS MINERALES Y CERAMICA Folio 1 de 3

Informe de Ensayo N°: 43261/16	Fecha emisión: 01/12/16
Sede: Cno. Centenario y 506-M.B.Gonnet. Correo electrónico: servicios@cetmic.unlp.edu.ar	Tel: 0221-4840247 0221-4840167
Cliente: FACENNA - UNNE (Jorge N.Santa Cruz). Dirección: Av.Libertad 5470.Corrientes Muestra/s: 3 (tres). Identificación de la/s Muestra/s: Curuzú cuatiá 806 m; Curuzú cuatiá 900 m; Curuzú Cuatiá 1000 m.	
N° Identificación de la/s muestra/s CETMIC: 1064 - 1066/16 Fecha de Recepción de Muestra/s: 23/11/16 O.T. N°: 203/16	
<p><i>El presente Informe se refiere exclusivamente a la/s muestra/s entregada/s por el interesado para sus ensayos y sus resultados no permiten abrir juicio sobre otras unidades. El CETMIC mantendrá las mismas a disposición del interesado por un plazo de 60 días corridos a contar desde la fecha del presente, transcurridos los cuales dispondrá de estas según le convenga.</i></p> <p><i>Se prohíbe la reproducción parcial de este Informe de Ensayo sin la aprobación escrita del CETMIC.</i></p>	
<p>Ensayo/ Código: Difracción de rayos x sobre fracción arcilla. Método /Norma: Nota: El proceso desde la preparación hasta la identificación y cuantificación de las fases minerales es realizado por geólogos especialistas en mineralogía de arcillas. Previo al análisis, cada muestra es cuarteada para obtener una porción representativa para análisis por DRX. La misma es desagregada con mortero y se separan alicuotas para el análisis de fracción arcilla. Preparación y barrido de la fracción arcilla La identificación y cuantificación de las fases minerales en la fracción arcillas se realiza sobre muestras orientadas preparadas a partir de muestra molida a polvo fino. Si existe carbonato de calcio y materia orgánica, las muestras son tratadas con una solución buffer de ácido acético-acetato de sodio a pH 5 y peróxido de hidrógeno (Moore y Reynolds, 1997). Las muestras se dispersan en agua destilada y la fracción de arcilla, menor de 2 micrones, se obtiene según la ley de Stokes. Esta fracción se coloca sobre portaobjetos de vidrio y se deja secar. En las muestras secadas, los dractogramas se obtienen sobre la muestra natural, después de saturarla con etilen-glicol(60° C durante la noche) y calcinadas a 550° C. Los difractogramas se realizan entre 2° y 30° 2θ con un paso de 0,04° y un tiempo de conteo de 2 seg./ paso. Identificación y cuantificación de las fases minerales en la fracción arcilla Para la Identificación y cuantificación de los minerales de arcilla se siguen los procedimientos normales descritos en la literatura y sintetizados por Moore y Reynolds, 1997. La cuantificación se basa en el trabajo de Biscayne (1965). Los porcentajes determinados se normalizan al de arcilla en roca total.</p>	

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE MUESTRA POZO MONTE CASEROS**MC-1000 m**

La muestra corresponde a recortes de perforación (cuttings).

✓ **Metodología de Trabajo.**

Inicialmente se separa por cuarteo una sub-muestra (5 gr) para su posterior análisis por rayos X de muestra total en polvo. Para la dispersión, se molió con pilón de goma, tratando de romper el cemento y liberar los granos. El material fue luego volcado en un vaso con agua destilada. Posteriormente fue tamizada en húmedo a través de dos tamices superpuestos correspondientes a 3 phi y 4 phi. En el tamiz 3 phi, se retuvo el material "grosso", en tanto en el de 4 phi se obtuvo la fracción destinada al posterior análisis mineralógico en microscopio petrográfico, previa separación de minerales livianos de pesados. El pasante (< a 4 phi) se descartó. Posteriormente se secaron ambos lotes. La fracción "gruesa" (> a 3 phi) fue tamizada a intervalos de un grado de phi. Cada fracción retenida se pesó y se calculó su representación porcentual en la muestra analizada. La distribución de tamaños fue graficada mediante diagrama de barras y la fracción modal fue fotografiada bajo microscopio binocular (lupa) Nikon.

La fracción arena muy fina fue seleccionada y pesada en balanza analítica, para proceder luego a la separación de minerales pesados con líquido de alta densidad (bromoforno) bajo campana. Se tomó el peso de cada material retenido en los 2 filtros correspondientes al lote de minerales livianos y pesados respectivamente. Luego se prepararon los extendidos a grano suelto, con utilización de un líquido de inmersión de índice conocido (1,53 pe). Se realizó el gráfico de áreas, para visualizar el porcentaje alcanzado por minerales livianos y pesados. La inspección mineralógica se realizó en microscopio de polarización marca Zeiss, con objetivo 2,5 x y 10x. Se tomaron microfotografías generales y de los minerales pesados y livianos identificados.

✓ **Muestra Pozo Monte Caseros MC-1000 m**

La muestra corresponde a un sedimento procedente de corona. Se encuentra suelta, solo algunos granos cementados se retuvieron en fracciones > a arena. Sus características macroscópicas corresponden a la de una arena cuarzosa de color rojizo claro (5R 6/6).

Bajo lupa binocular se observaron mayoritariamente clastos de cuarzo redondeados a subredondeados algo teñidos por óxidos de Fe y escasos clastos feldespáticos. La muestra se presenta como bien seleccionada, con moda en arena fina y admixtura proximal en arena muy fina (foto1).

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE MUESTRA POZO MONTE CASEROS MC-378 m

La muestra corresponde a recortes de perforación (cuttings).

✓ Metodología de Trabajo.

Inicialmente se separa por cuarteo una sub-muestra (5 gr) para su posterior análisis por rayos X de muestra total en polvo. Para la dispersión, se molió con pilón de goma, tratando de romper el cemento y liberar los granos. El material fue luego volcado en un vaso con agua destilada. Posteriormente fue tamizada en húmedo a través de dos tamices superpuestos correspondientes a 3 phi y 4 phi. En el tamiz 3 phi, se retuvo el material "grosso", en tanto en el de 4 phi se obtuvo la fracción destinada al posterior análisis mineralógico en microscopio petrográfico, previa separación de minerales livianos de pesados. El pasante (< a 4 phi) se descartó. Posteriormente se secaron ambos lotes. La fracción "grososa" (> a 3 phi) fue tamizada a intervalos de un grado de phi. Cada fracción retenida se pesó y se calculó su representación porcentual en la muestra analizada. La distribución de tamaños fue graficada mediante un diagrama de barras y la fracción modal fue fotografiada bajo microscopio binocular (lupa) Nikon.

La fracción arena muy fina fue seleccionada y pesada en balanza analítica, para proceder luego a la separación de minerales pesados con líquido de alta densidad (bromoformo) bajo campana. Se tomó el peso de cada material retenido en los 2 filtros correspondientes al lote de minerales livianos y pesados respectivamente. Luego se prepararon los extendidos a grano suelto, con utilización de un líquido de inmersión de índice conocido (1,53 pe). Se realizó el gráfico de áreas, para visualizar el porcentaje alcanzado por minerales livianos y pesados. La inspección mineralógica se realizó en microscopio de polarización marca Zeiss, con objetivo 2,5 x y 10x. Se tomaron microfotografías generales y de los minerales pesados y livianos identificados.

✓ Muestra Pozo Monte Caseros MC- 378 m

La muestra corresponde a un sedimento. Se encuentra suelta, y sus características macroscópicas corresponden a la de una arena cuarzosa rojo amarillenta (5YR 5/8).

Bajo lupa binocular se observaron clastos de cuarzo teñidos por óxidos de hierro, redondeados a subredondeados. La muestra se presenta como bien seleccionada con moda en arena fina y admixtura proximal en arena media (foto 1).

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE MUESTRA POZO MONTE CASEROS MC-592 m

La muestra corresponde a recortes de perforación (cuttings).

✓ **Metodología de Trabajo.**

Inicialmente se separa por cuarteo una sub-muestra (5 gr) para su posterior análisis por rayos X de muestra total en polvo. Para la dispersión, se molió con pilón de goma, tratando de romper el cemento y liberar los granos. El material fue luego volcado en un vaso con agua destilada. Posteriormente fue tamizada en húmedo a través de dos tamices superpuestos correspondientes a 3 phi y 4 phi. En el tamiz 3 phi, se retuvo el material "grosso", en tanto en el de 4 phi se obtuvo la fracción destinada al posterior análisis mineralógico en microscopio petrográfico, previa separación de minerales livianos de pesados. El pasante (< a 4 phi) se descartó. Posteriormente se secaron ambos lotes. La fracción "gruesa" (> a 3 phi) fue tamizada a intervalos de un grado de phi. Cada fracción retenida se pesó y se calculó su representación porcentual en la muestra analizada. La distribución de tamaños fue graficada mediante diagrama de barras y la fracción modal fue fotografiada bajo microscopio binocular (lupa) Nikon.

La fracción arena muy fina fue seleccionada y pesada en balanza analítica, para proceder luego a la separación de minerales pesados con líquido de alta densidad (bromoformo) bajo campana. Se tomó el peso de cada material retenido en los 2 filtros correspondientes al lote de minerales livianos y pesados respectivamente. Luego se prepararon los extendidos a grano suelto, con utilización de un líquido de inmersión de índice conocido (1,53 pe). Se realizó el gráfico de áreas, para visualizar el porcentaje alcanzado por minerales livianos y pesados. La inspección mineralógica se realizó en microscopio de polarización marca Zeiss, con objetivo 2,5 x y 10x. Se tomaron microfotografías generales y de los minerales pesados y livianos identificados.

✓ **Muestra Pozo Monte Caseros MC- 592 m**

La muestra corresponde a un sedimento. Se encuentra suelta, y sus características macroscópicas corresponden a la de una arena cuarzosa de color rosado a castaño pálido (5YR 7/4; 10YR 7/3).

Bajo lupa binocular se observaron mayoritariamente clastos de cuarzo esmerilados, redondeados a subredondeados. La muestra se presenta como bien seleccionada, con moda en arena fina (3 phi) y admixtura proximal en arena muy fina (4 phi) (foto1).

CENTRO DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS

CALLE 1 # 644

B1900TAC, LA PLATA

ARGENTINA

TEL./FAX +54 221 421 5677/+54 221 482 7560

<http://cig.museo.unlp.edu.ar>

ESTUDIO PETROGRÁFICO DE MUESTRAS DE LA

LOCALIDAD TRES CERROS, CORRIENTES

INFORME

M. SOL RAIGEMBORN

LUCÍA E. GÓMEZ PERAL

INFORME PREPARADO PARA PROYECTO "GEOLOGÍA DE SUPERFICIE". ESTUDIO TÉCNICO PARA EL CUIDADO AMBIENTAL DEL SUBSUELO DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES (UNNE S/EXPTE 09-2014-07214/2014)

MUESTRA SILICOCCLÁSTICA: # 6

CLASIFICACIÓN: SUBLITOARENITA

CLASTOS MATRIZ CEMENTO POROSIDAD

60-70% - 5% +30%

NATURALEZA DE LOS CLASTOS:

Líticos: 10%

Volcánicos: 8% (mayormente disueltos)

Volcanoclásticos: -

Plutónicos: -

Metamórficos: 1% CUARZO POLICRISTALINO

Sedimentarios: 1% PELITAS

Feldespatos: 1%

Cuarzo: 87%

Minerales accesorios/opacos: TRAZAS DE HEMATITA

TAMAÑO: ARENA MUY FINA A MEDIANA (90 A 400 MICRONES).

REDONDEAMIENTO:

Líticos: REDONDEADOS

Feldespatos: REDONDEADOS

Cuarzos: REDONDEADOS

SELECCIÓN: MODERADA A POBREMENTE SELECCIONADA

EMPAQUETAMIENTO: APRETADO

TIPO DE CONTACTOS: TANGENCIAL, RECTO Y CONCAVO-CONVEXO

MATRIZ: AUSENTE

CEMENTO: CUARZO (CRECIMIENTO SECUNDARIO Y MICROCUARZO), CALCEDONINA, ÓXIDOS DE HIERRO, ARGÍLICOS

POROSIDAD: MUY ALTA

Primaria: escasa a ausente

Secundaria: frecuente, por disolución

Abundancia: excelente

Tamaño: mayormente mesoporos, escasos macroporos, muy escasos microporos

Selección: buena

Distribución: homogénea

Textura: intragranular

MADUREZ TEXTURAL: SUBMADURA A MADURA

MADUREZ MINERALÓGICA: ALTA

TEXTURA GENERAL: CLASTO SOPORTADA

DIAGÉNESIS: COMPACTACION QUÍMICA, CEMENTACIÓN, DISOLUCIÓN

OBSERVACIONES: la muestra presenta hacia el techo una fina laminación de arena muy fina a mediana (gradación inversa hacia el techo). La porosidad es mayormente secundaria por disolución de fragmentos líticos.

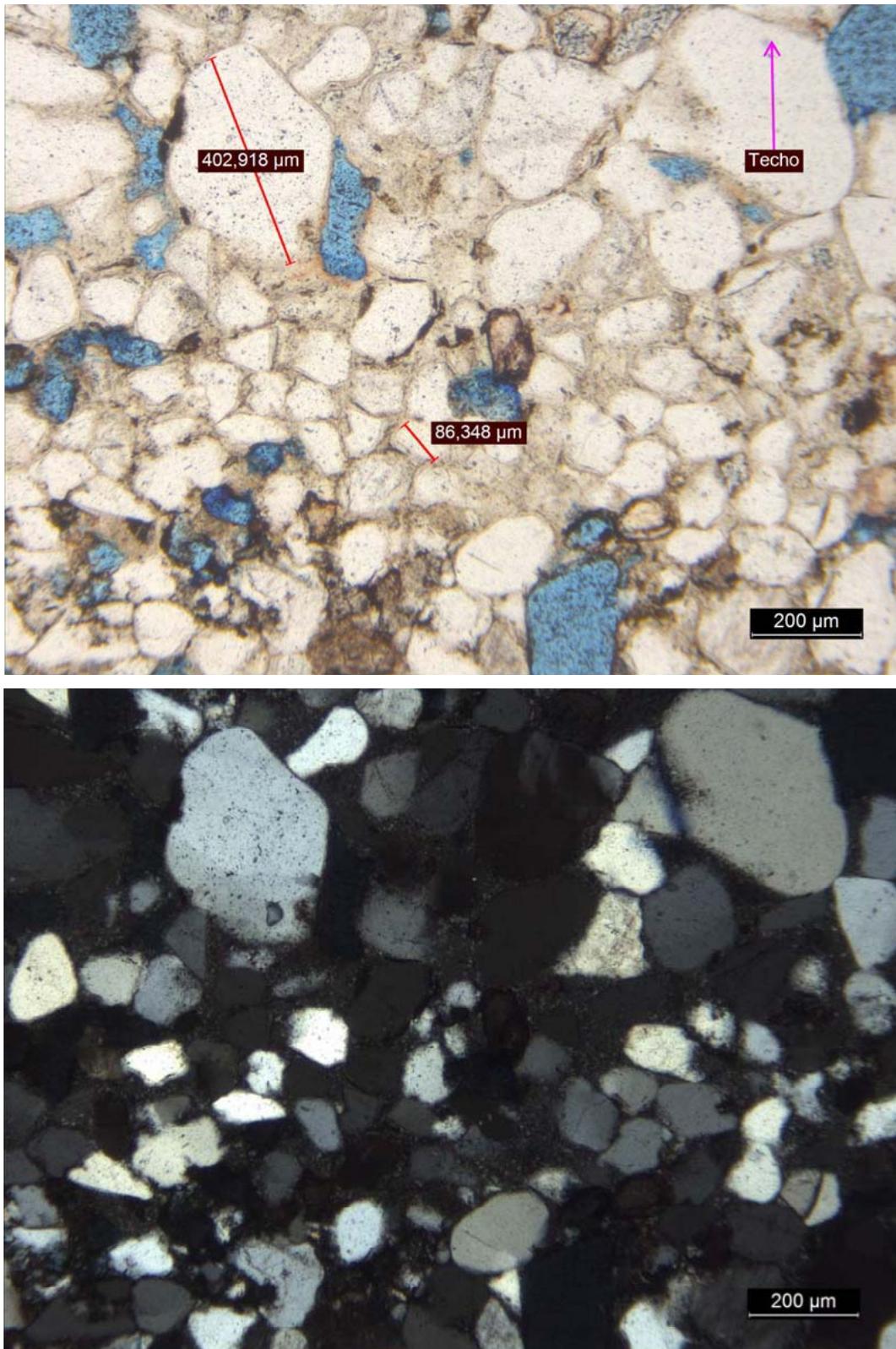


Figura 4. Muestra # 6: Detalle de una lámina dentro de la arenisca donde se detecta la gradación inversa de los clastos pasando desde granos muy finos a medianos (líneas rojas). Nótese la composición cuarzosa de la arenisca y el redondeamiento de sus clastos y la porosidad que queda entre los mismos (NP y NC, x4).

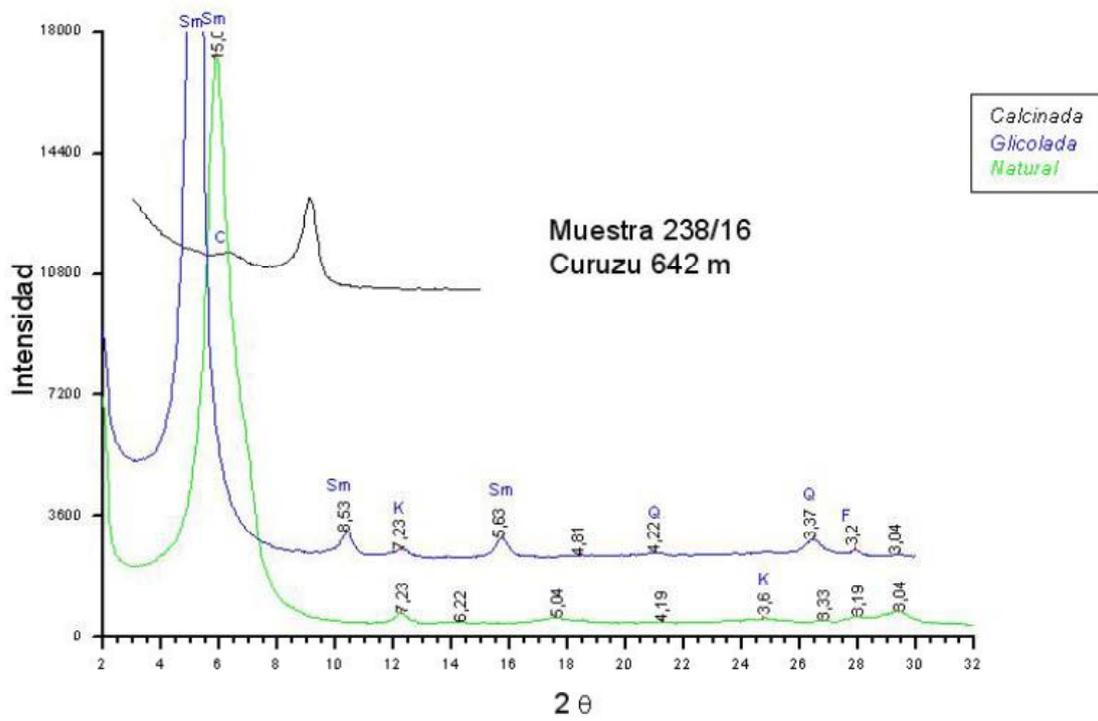
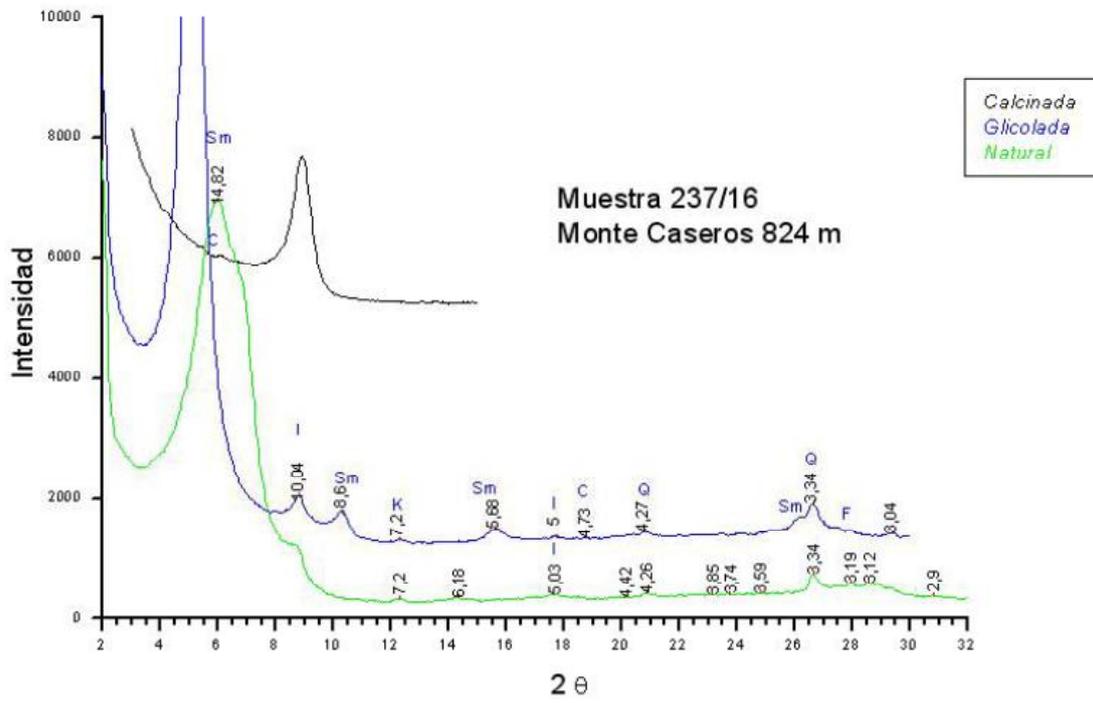


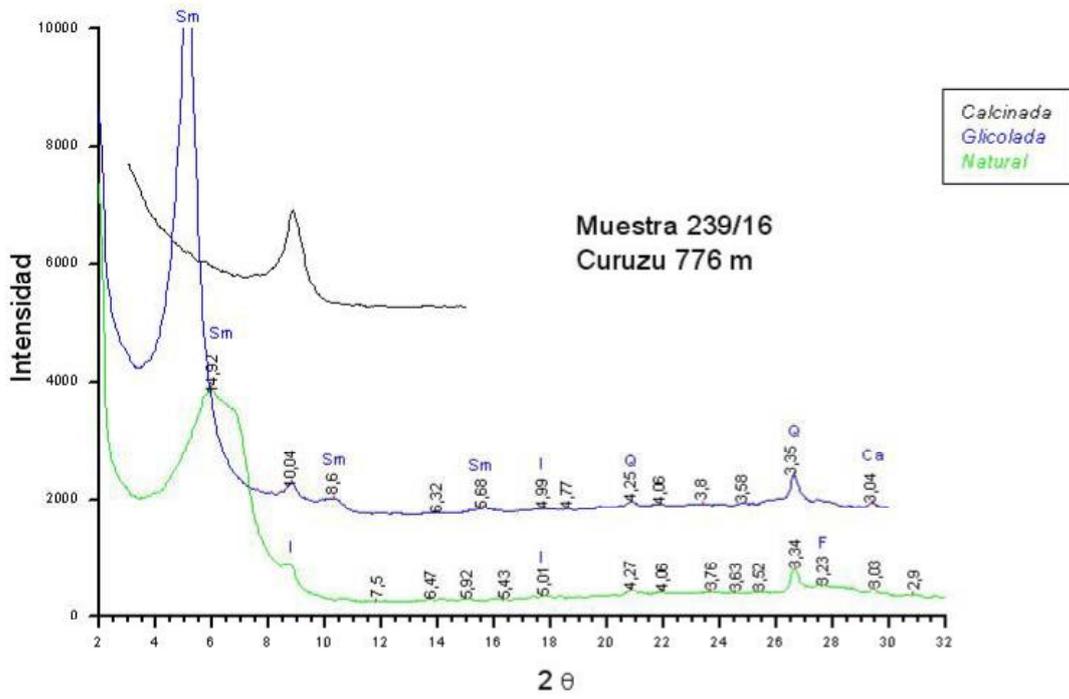
CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS MINERALES Y CERAMICA



Folio 1 de 3

Informe de Ensayo N°: 43198/16	Fecha emisión: 29/03/16
Sede: Cno. Centenario y 506-M.B. Gonnet.	Tel: 0221-4840247
Correo electrónico: servicios@cetmic.unlp.edu.ar	0221-4840167
Cliente: CECOAL – CONICET (Oscar Orfeo).	
Dirección: Ruta 5. Km 2,5. Corrientes	
Muestra/s: 3 (tres).	
Identificación de la/s Muestra/s: Monte Caseros 824m; CURU 2U 642m; CURU 2U 776m.	
N° Identificación de la/s Muestra/s CETMIC: 237 - 239/15.	
Fecha de Recepción de Muestra/s: 16/03/16	
O.T. N°: 40/16	
<p><i>El presente Informe se refiere exclusivamente a la/s muestra/s entregada/s por el interesado para sus ensayos y sus resultados no permiten abrir juicio sobre otras unidades. El CETMIC mantendrá las mismas a disposición del interesado por un plazo de 60 días corridos a contar desde la fecha del presente, transcurridos los cuales dispondrá de estas según le convenga</i></p> <p><i>Se prohíbe la reproducción parcial de este Informe de Ensayo sin la aprobación escrita del CETMIC.</i></p>	
Ensayo/ Código: Difracción de rayos x sobre fracción arcilla.	
Método /Norma: Se llevaron a cabo los análisis de rutina para la caracterización de los argilominerales sobre agregados orientados.	
Se analizaron los difractogramas provistos por el cliente, de los agregados orientados de la fracción arcilla, realizados sobre muestra normal (AON), solvatada con etilen-glicol durante 24 hs (AOG) y calcinada a 550 °C durante 2 horas (AOC).	
Resultados:	
Se adjunta tabla de resultados y los diagramas de cada muestra.	







Informe de Ensayo N°: 43150/15 I.P 1 **Fecha emisión:** 01/03/16

Sede: Cno. Centenario y 506-M.B. Gonnet. Tel: 0221-4840247

Correo electrónico: servicios@cetmic.unlp.edu.ar 0221-4840167

Cliente: CECOAL – CONICET (Oscar Orfeo).

Dirección: Ruta 5. Km 2,5. Corrientes

Muestra/s: 10 (diez).

Identificación de la/s Muestra/s: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10.

N° Identificación de la/s Muestra/s CETMIC: 2017 - 2026/15.

Fecha de Recepción de Muestra/s: 16/12/15

O.T. N°: 267/15

El presente Informe se refiere exclusivamente a la/s muestra/s entregada/s por el interesado para sus ensayos y sus resultados no permiten abrir juicio sobre otras unidades. El CETMIC mantendrá las mismas a disposición del interesado por un plazo de 60 días corridos a contar desde la fecha del presente, transcurridos los cuales dispondrá de estas según le convenga

Se prohíbe la reproducción parcial de este Informe de Ensayo sin la aprobación escrita del CETMIC.

Ensayo/ Código: *Difracción de rayos x sobre fracción arcilla.*

Método /Norma: *Se llevaron a cabo los análisis de rutina para la caracterización de los argilominerales sobre agregados orientados.*

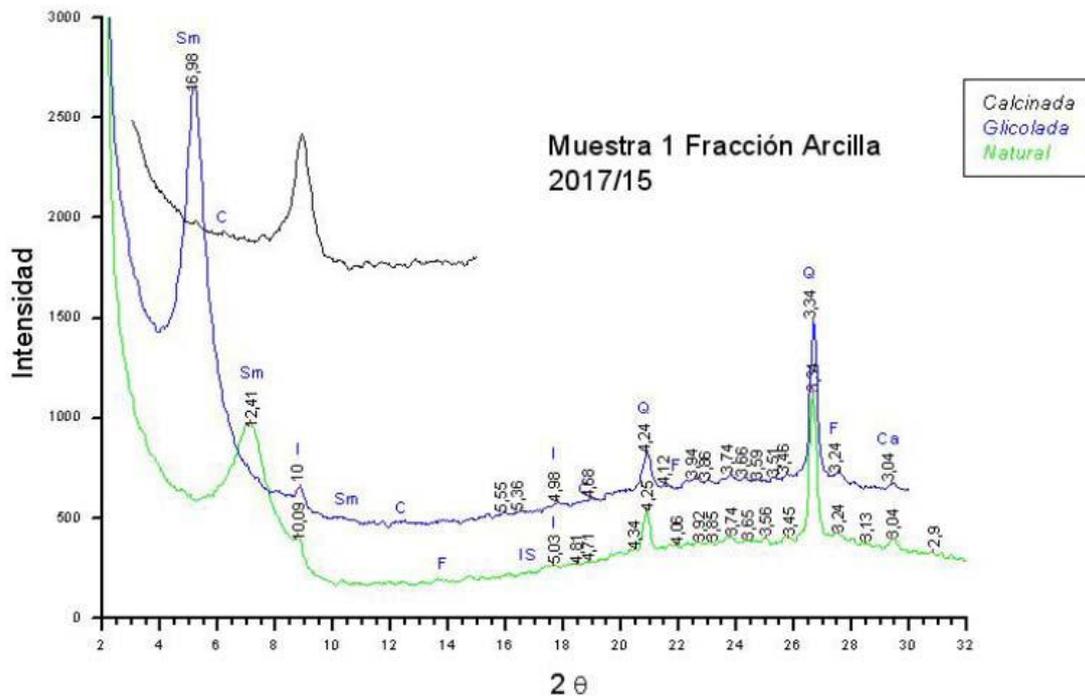
Se analizaron los difractogramas provistos por el cliente, de los agregados orientados de la fracción arcilla, realizados sobre muestra normal (AON), solvatada con etilenglicol durante 24 hs (AOG) y calcinada a 550 °C durante 2 horas (AOC).

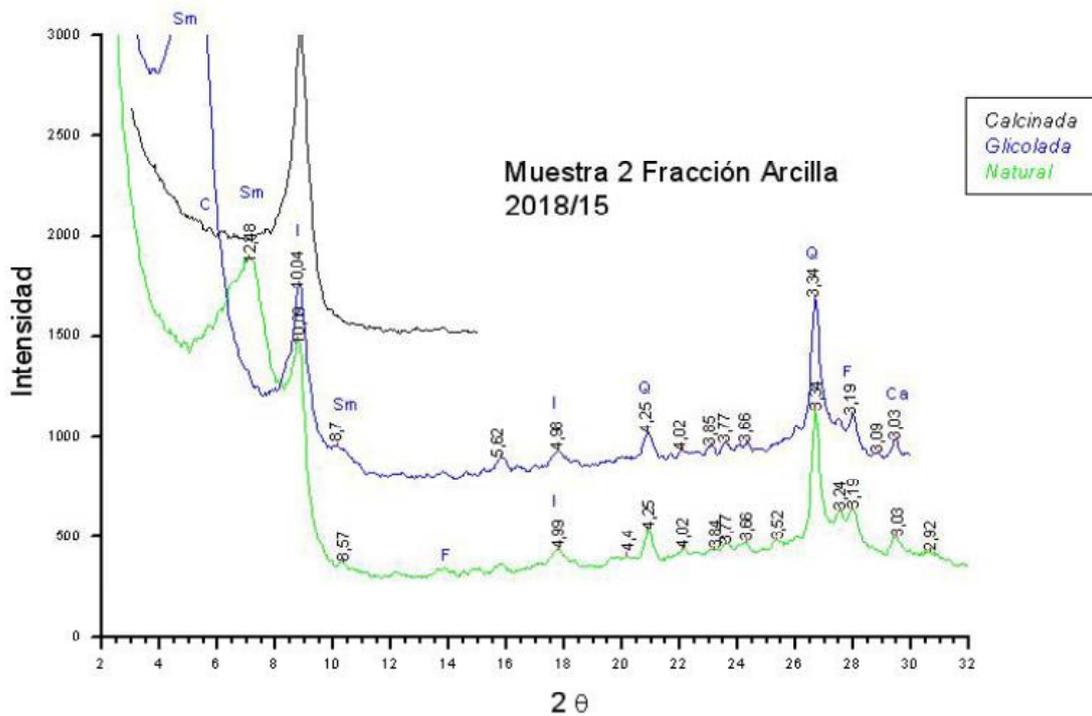
Resultados:

Se adjunta tabla de resultados y los diagramas de cada muestra.

Fracción Arcillas

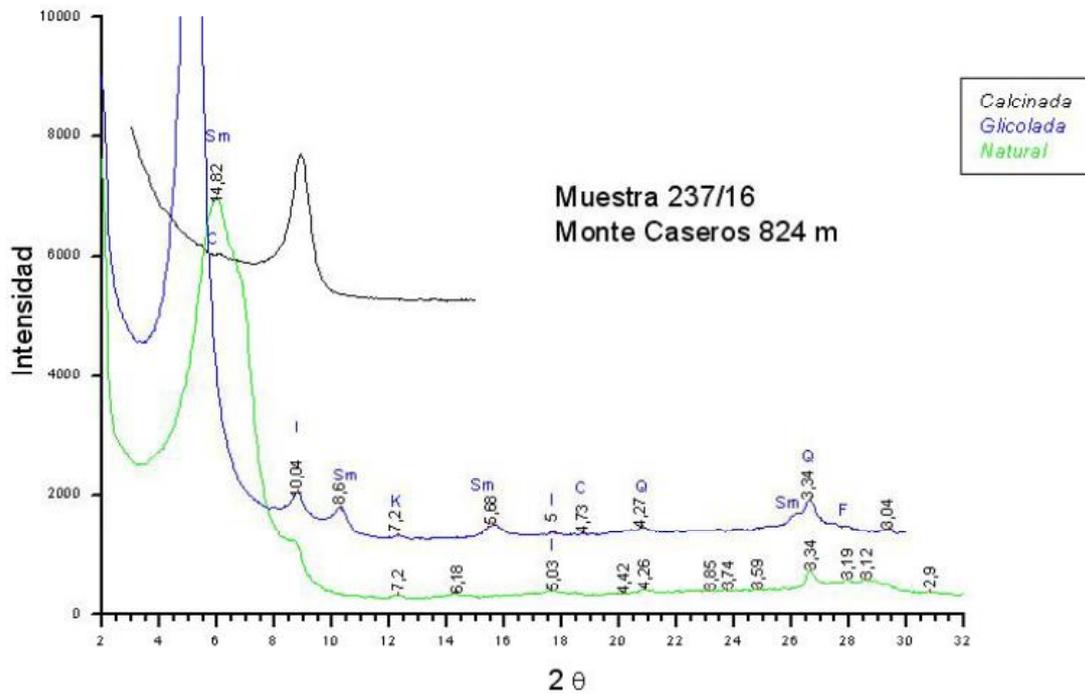
Muestra (Identif CETMIC- CECOAL)	Esmectita		Clorita		Interestra- tificados		Illita		Caolinita		Impurezas	
	%	Cr	%	Cr	%	Cr	CE	%	Cr	P	%	Cr
2017/15	1		70	R				Tr		30	M	e: Q, F, Ca
2018/15	2		55	R				Tr		45	M	e: Q, F, Ca
2019/15	3		25	M				Tr		75	R	e: Q, F, Ca
2020/15	4		90	R				Tr		10	M	e: Q, F, Ca
2021/15	5		40				M			60	M	e: Q, F, Ca, A, D
2022/15	6		5				M			95	R	e: Q, F, Ca, A, D
2023/15	7		80	M				Tr		20	M	e: Q, F, Ca
2024/15	8		95	R			Tr		5	M	Tr	e: Q, F, Ca, A, D
2025/15	9		70				R			30	M	e: Q, F, Ca, A, D
2026/15	10		Tr		20			M		80	M	e: Q, F, Y





Informe N° 43198/16 Folio 2 de 3
Muestra (Identif CETMIC-CECOAL)

		Fracción Arcilla											
Esmectita		Clorita		Interestratificados			Illita		Caolinita		Impurezas		
Illita-esmectita							Illita + I/S						
%	Cr	%	Cr	%	Cr	CE	%	Cr	P	%	Cr	%	Cr
237/16	Monte Caseros 824	90	B	Tr	10	M	Tr					e: Q, F	
238/16	CURU 2U 642m	100	MB	Tr	Tr							e: Q, F	
239/16	CURU 2U 776m	90	R	Tr	10	M						e: Q, F, Ca	



Muestras: CORRIENTES 10, 13, 16 y 26**METODOLOGÍA:**

- Disgregación mecánica de las muestras.
- Decoloración/remoción de patinas de óxido de hierro (muy impregnativas) por inmersión en ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado aprox. durante 10 días.
- Lavado con H₂O destilada y secado en estufa. Toma de peso final seco (g).
- Separación de las fracciones de minerales livianos y pesados por método de diferencia de densidad (separación con bromoformo).
- Lavado con alcohol etílico, agua destilada y secado en estufa. Toma de peso final seco (g) de ambas fracciones.
- Tamizado de las muestras fraccionadas y separación de la fracción arena (0,062 a 2 mm).
- Análisis bajo lupa binocular de la fracción arena. Identificación de minerales presentes y toma de fotografías de los mismos.
- Análisis bajo microscopio petrográfico de la fracción arena muy fina-muy fina cuando fue posible.

Escala de abundancia relativa: muy escaso – escaso – común – abundante – muy abundante

ANÁLISIS MINERALÓGICO:

La fracción arena analizada (0,062 a 2 mm) en las muestras CORRIENTES **10, 13, 16** y **26** incluye, en general, proporciones bajas de minerales pesados en muestra total (Tabla 1); estas varían en forma aproximada entre un 0,1 y 0.05 %. La fracción pesada aparece constituida principalmente por minerales transparentes, micas y abundantes opacos; mientras que la fracción liviana está constituida por cuarzo.

TABLA 1.

MUESTRA	Peso inicial Separación	LIV. (g)	PES. (g)	Peso inicial - liv.- pes.	LIV. (%)	PES. (%)	Peso inicial - liv.- pes. (%) *	Total
CORRIENTES 10	19,051	17,863	0,018	1,17	93,764	0,094	6,141	100
CORRIENTES 13	30,000	29,219	0,014	0,767	97,397	0,047	2,557	100
CORRIENTES 16	30,316	29,582	0,025	0,709	97,579	0,082	2,339	100
CORRIENTES 26	29,775	29,351	0,022	0,402	98,576	0,074	1,350	100

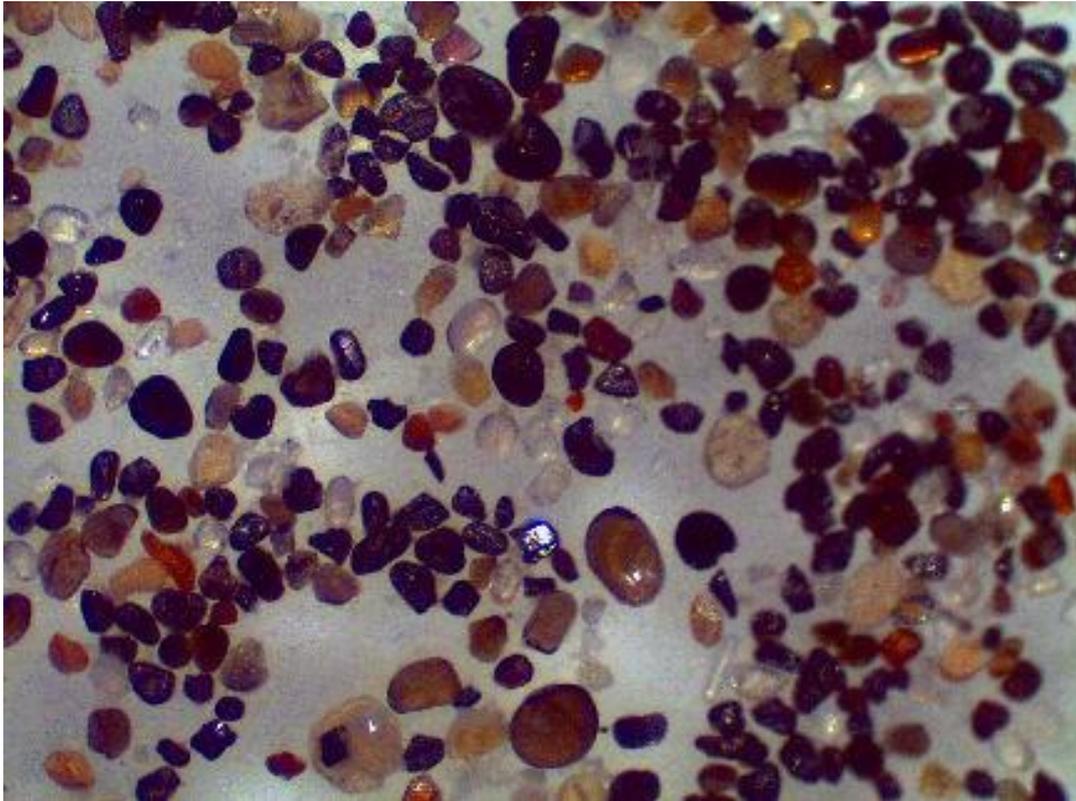
(*) % de la pérdida de material durante el tratamiento de separación de las fracciones livianas y pesadas.

Corrientes 10

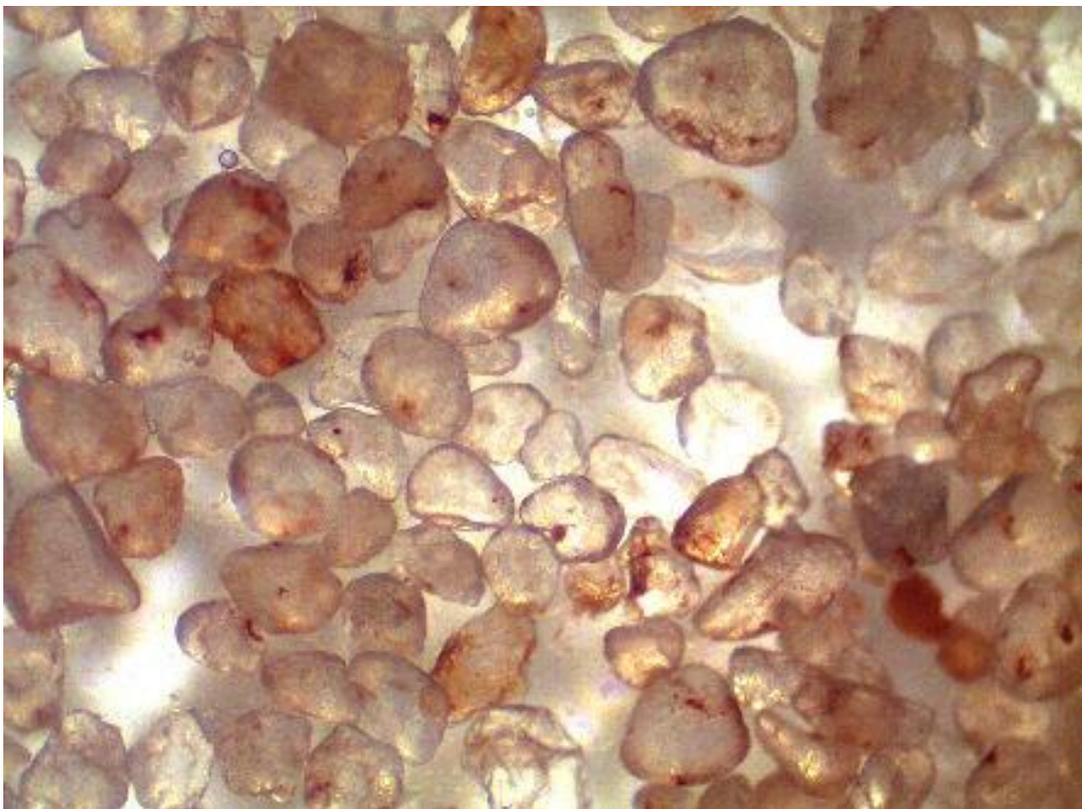
Fracción liviana: compuesta por granos de cuarzo de tamaño arena fina (dominante) a media. Predominan los clastos de formas proladas y subcuantes a ecuanes. Son granos subangulosos, angulosos y subredondeados; con una abundancia decreciente en el orden mencionado.

Fracción pesada: representada por opacos (muy abundantes), agregados de micas (comunes) y minerales transparentes principalmente representados por turmalinas

(abundantes), circones y rutilos (ambos escasos a comunes) y muy escasos granates (variedad verdosa).



Turmalinas, circones, rutilos opacos y algunos agregados de mica.



Granos de cuarzo redondeados a subredondeados de formas en general ecuantas y proladas, con muy escasas formas tipo laminar (aspecto de lasca).

Indice

PROLOGOS	5
PRESENTACIÓN	7
1. AUTORES	9
2. INTRODUCCIÓN	11
3. REGIONES NATURALES	13
ALTIPLANICIES Y SERRANÍAS MISIONERAS	13
PLANICIES Y TERRAZAS FLUVIALES DEL RIO PARANÁ	13
ANTIGUO SISTEMA FLUVIAL DEL ALTO PARANÁ	15
ESTEROS DEL IBERÁ	15
PLANICIES POLIGENÉTICAS CORRENTINAS	16
PLANICIES Y TERRAZAS FLUVIALES DEL RIO URUGUAY.....	16
4. ESTUDIOS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES	17
5. PROVINCIALISMO GEOLÓGICO - GENERALIDADES HISTÓRICAS	25
6. GEOLOGÍA DE SUPERFICIE	31
ESTRATIGRAFÍA DE SUPERFICIE DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES-PETROGRAFÍA-MINERALOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA.....	31
MESOZOICO	31
<i>Grupo Solari – Serra Geral</i>	31
<i>Formación Serra Geral</i>	32
<i>Formación Solari</i>	36
FORMACIÓN YERUÁ	54
<i>Distribución y espesor</i>	55
<i>Relaciones</i>	55
<i>Edad y Correlaciones</i>	55
FORMACIÓN PAY UBRE.....	55
<i>Descripción litológica</i>	55
<i>Distribución y espesores</i>	56
<i>Relaciones</i>	56
<i>Edad y correlaciones</i>	56
7. CENOZOICO	59
FORMACIÓN FRAY BENTOS	59
<i>Descripción litológica</i>	59
<i>Distribución y Espesores</i>	59
<i>Perfil del Río Corriente</i>	60
<i>Relaciones</i>	61
<i>Contenido Paleontológico</i>	61
<i>Edad y Correlaciones</i>	61
8. CUATERNARIO - PLEISTOCENO	63
DEPÓSITOS PLEISTOCENOS AFLORANTES PRINCIPALMENTE EN EL SECTOR CORRENTINO DE LA CUENCA DEL RÍO URUGUAY	63
<i>Costra Ferruginosa</i>	63
<i>Formación Hernandarias</i>	63
<i>Formación El Palmar</i>	64

Formación Oberá	64
Formación Yapeyú	64
Formación Tapebicúa	67
DEPÓSITOS PLEISTOCENOS AFLORANTES PRINCIPALMENTE EN EL SECTOR CORRENTINO DE LA CUENCA DEL RÍO PARANÁ	67
Formación Ituzaingó	67
Formación Toropí-Yupoí	73
9. CUATERNARIO - HOLOCENO	77
FORMACIÓN CONCORDIA	77
SUELOS ENTERRADOS	77
ARENAS EÓLICAS	78
FORMACIÓN SAN GUILLERMO	78
MATERIALES SUPERFICIALES	78
10. PALEONTOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES	81
11. SUELOS DE CORRIENTES	85
12. GEOLOGÍA DE SUBSUELO - CUENCAS	93
EL GONDWANA OCCIDENTAL	93
CUENCA CHACOPARAENSE	97
Formación Paraná	106
CUENCA DE PARANÁ	107
Rasgos Generales	107
Estratigrafía de la Cuenca Paraná	109
Supersecuencia Río Ivaí	110
Supersecuencia Paraná	110
Supersecuencia Gondwana I	112
Supersecuencia Gondwana II	113
Supersecuencia Gondwana III	115
Supersecuencia Baurú	116
13. ESTRUCTURA DE CORRIENTES	119
LINEAMIENTOS	119
EL ALTO DEL PAY UBRE	123
SUCUENCA DE GUAVIRAVÍ	124
FOSAS TECTÓNICAS DE CORRIENTES Y DE CURUZÚ CUATÍA	124
14. RASGOS TECTÓNICOS REGIONALES	127
ORIGENES Y EVOLUCIÓN	127
ESTRUCTURAS REGIONALES	128
Arcos de Asunción y Río Grande	133
Paleozoico tardío al Mesozoico temprano	133
Meso-Cenozoico	135
Complejo Serra Geral (Neojurásico – Eocretácico)	137
Estructuras de Deformación	140
El Graben de Misiones	142
El Alto de Asunción	142
Rasgos Tectónicos Generales de Entre Ríos	146
GEOLOGÍA APLICADA	151
A) HIDROGEOLOGÍA GENERAL DE CORRIENTES	151
B) MINERÍA EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES	153
C) SISTEMA GEOLÓGICO EN CORRIENTES FOCALIZADO PARA LA POSIBLE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS	156
El Control Tectosedimentario del Alto de Asunción	157
Posibles Unidades Generadoras	158
Expulsión y Migración de Fluidos	159
Reservorios	159
Entrampamiento	159
Conclusiones del Sistema Petrolero	160

15. BIBLIOGRAFÍA	161
GEOLOGÍA SUPERFICIAL.....	161
BIBLIOGRAFÍA EN ETAPAS	181
<i>Primera Etapa (1827 -1929)</i>	181
<i>Segund Etapa (1929-1971)</i>	182
<i>Tercera Etapa (1971-Presente)</i>	183
<i>Bibliografía Actual (1985/Presente)</i>	185
BIBLIOGRAFÍA TEMÁTICA	199
<i>Estratigrafía</i>	199
<i>Mapas</i>	201
<i>Sedimentología</i>	202
<i>Paleontología</i>	209
<i>Subsuelo-Cuencas-Estructuras-Geofísica</i>	211
<i>Suelos</i>	215
16. ANEXO	216
GEOELÉCTRICA.....	216
<i>Perfilajes Eléctricos de Pozos</i>	221
<i>Perfilaje Curuzú Cuatiá</i>	226
<i>Pozo termal Monte Caseros</i>	226
<i>MT y AMT</i>	228
<i>Anomalías de Bouguer</i>	233
ANOMALÍAS MAGNÉTICAS.....	238
<i>Sísmica</i>	239
<i>Modelos geofísicos</i>	241
EJEMPLOS DE LOS ANÁLISIS PETROGRÁFICOS Y MINERALÓGICOS REALIZADOS	245
<i>Antecedentes</i>	245
ANÁLISIS REALIZADOS AÑOS 2014 A 2016. INFORME COMPLETO EN ICAA	247

Este libro se terminó de imprimir en Moglia S.R.L.
en Corrientes, Argentina – Abril de 2019