

PROYECTO 6019:

**MAPAS GEOLÓGICOS Y DE RECURSOS MINERALES DEL
DEPARTAMENTO DE MONTEVIDEO A ESCALA 1/50.000 Y DE
CANELONES Y SAN JOSÉ A ESCALA 1/100.000**

ACUERDO DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA
FACULTAD DE CIENCIAS (U. de la R.) - DIRECCIÓN NACIONAL DE
MINERÍA Y GEOLOGÍA (M.I.E.M.)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA – C.O.N.I.C.y T.
Departamento de Proyectos de Investigación
Fondo Clemente Estable

Coordinadores

JORGE SPOTURNO ^(1,2) y PEDRO OYHANTÇABAL ⁽¹⁾

1 – Departamento de Geología, Facultad de Ciencias - Universidad de la República
2 - Ministerio de Industria Energía y Minería – Dirección Nacional de Minería y Geología

Montevideo, 2004

MAPA GEOLÓGICO Y DE RECURSOS MINERALES DEL DEPARTAMENTO DE CANELONES A ESCALA 1/100.000

Memoria Explicativa

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

AUTORES

Jorge Spoturno ^(1,2)

Pedro Oyhantçabal ⁽¹⁾

Cesar Goso ⁽¹⁾

Natalie Aubet ⁽³⁾

Sandra Cazaux ^(1,3)

Sebastián Huelmo ⁽¹⁾

Ethel Morales ⁽⁴⁾

(1) Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias (UdelaR)

(2) Jefe del Departamento de Geología Económica. DI.NA.MI.GE.

(3) Estudiante de la Licenciatura en Geología - Becario del Proyecto Conycit 6019

(4) Estudiante de la Licenciatura en Geología - Becario de DI.NA.MI.GE.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. OBJETIVOS | 4 |
| 1.1. Generales | 4 |
| 1.2. Específicos | 4 |
| 2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO | 4 |
| 3. EQUIPO DE TRABAJO | 6 |
| 4. AGRADECIMIENTOS | 7 |
| 5. MATERIALES | 7 |
| 5.1. Documentos Cartográficos | 7 |
| 5.2. Apoyo Logístico | 9 |
| 6. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA GENERAL DEL DEPARTAMENTO | 9 |
| 7. GEOMORFOLOGÍA | 12 |
| 7.1. Región I Faja Costera | 12 |
| 7.1.1. Zona 1 Arroyo Carrasco – Fortín de Santa Rosa | 12 |
| 7.1.2. Zona 2 Fortín de Santa Rosa - Cuchilla Alta | 13 |
| 7.1.3. Zona 3 Cuchilla Alta - Barra del Arroyo Solís Grande | 16 |
| 7.2. Región II. Planicies | 16 |
| 7.2.1. Planicies fluviales muy bajas | 16 |
| 7.2.2. Planicies fluviales bajas | 18 |
| 7.3. Región III. Terrenos Ondulados | 19 |
| 7.3.1. Terrenos ondulados y fuertemente ondulados. | 19 |
| 7.3.2. Lomadas suaves | 20 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 20 |

1. OBJETIVOS

1.1. Generales

En este trabajo se presentan las Cartas Geológica y de Recursos Minerales del Departamento de Canelones a escala 1/100.000 a partir de:

a) Los antecedentes geológicos y de recursos minerales de áreas que presentan un buen soporte de información.

b) La información geológica y de recursos minerales obtenida de los trabajos de campo y laboratorio, efectuados en el marco de este Proyecto.

Los resultados se exponen en los documentos gráficos e informes correspondientes.

1.2. Específicos

El trabajo permitió alcanzar objetivos específicos, algunos de los cuales se exponen a continuación:

a) Se redefinieron unidades integrantes del Cuaternario antiguo y del Basamento Cristalino.

b) Se actualizó la Columna Estratigráfica del Departamento.

c) Se elaboró el primer banco de datos de sitios con indicios, depósitos y yacimientos de recursos minerales del Departamento.

d) Se deslindaron áreas con diferente favorabilidad minera para la exploración de recursos minerales no metálicos, con destino a la industria de la construcción.

2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

El conocimiento geológico y minero del Departamento, expresado mediante documentos gráficos y memoria explicativa, constituye una información significativa para su utilización en el campo de la investigación geológica básica y aplicada. Además, provee información de base para resolver y explicar problemas relacionados con ciencias y disciplinas afines a la

Geología, como son la Hidrogeología, la Geotecnia, las ciencias del Medio Ambiente y de otros Recursos Naturales.

De lo expuesto, se subraya la importancia del nivel de conocimiento geológico de esta porción de la región metropolitana así como sus connotaciones en las diversas disciplinas de las geociencias.

En la investigación básica, es una síntesis importante para abordar nuevos trabajos académicos, con el objeto de aportar información científica novedosa a fin de conducir al mejoramiento del conocimiento geológico de la región en estudio.

En el campo de la geología aplicada se establece una primera aproximación acerca de la potencialidad de los recursos minerales del Departamento. Aquí revisten especial importancia los que están estrechamente relacionados con el aprovisionamiento de materia prima a la industria de la construcción y materiales para su uso industrial como lo son: las arcillas para relleno sanitario y fabricación de ladrillos y ticholos, la piedra para cementación y ornamento, las arenas y gravas para mezclas en morteros, los balastos para relleno en la base y sub-base de obras de infraestructura y los calcáneos para su utilización en la fabricación de cales y otros insumos. El deslinde de áreas potenciales para estos recursos constituye un primer avance de manera de establecer reservas para las próximas décadas.

En el campo de la hidrogeología es posible distinguir con mayor claridad la distribución de las zonas no acuíferas de las acuíferas. El trabajo contribuye a establecer las áreas más probables de recarga de los sistemas acuíferos y la localización de las zonas favorables para la obtención del recurso. Por otra parte en caso de efectuar obras de alumbramiento de agua, será posible conocer previamente, los tipos de materiales a atravesar y sus espesores.

En el campo de la geotécnica, el mapa geológico del Departamento, al proveer la distribución de los diferentes tipos de rocas, proporciona de manera indirecta, la distribución espacial de los suelos y ciertos parámetros acerca de las propiedades mecánicas de los mismos como son: grado de excavabilidad, penetrabilidad, resistencia, asentamiento y grado de expansión. Por otra parte,

el mapa proporciona la información de las probables áreas de préstamo de materiales para obras civiles.

Con relación al medio ambiente, el mapa geológico provee elementos para el conocimiento del medio físico, afectaciones diversas provocadas por proyectos de distinta índole. De forma indirecta, provee información acerca de la porosidad, permeabilidad, infiltración y dureza de los materiales. Todas estas propiedades son de vital importancia pues están relacionadas con el grado de vulnerabilidad del sistema físico.

Finalmente, la disponibilidad tanto del mapa geológico como del de recursos minerales del Departamento de Canelones, forma parte de los documentos temáticos necesarios para llevar a cabo el plan de ordenamiento territorial.

3. EQUIPO DE TRABAJO

El proyecto se lleva a cabo en el marco del Acuerdo de Cooperación Científico-Técnico, firmado en su oportunidad entre la Di.Na.Mi.Ge. y Facultad de Ciencias (Universidad de la República).

Los recursos humanos están conformados por: Profesionales, Técnicos y Becarios de la Di.Na.Mi.Ge. (1), Docentes del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias (2), Estudiantes Becarios de la Licenciatura de Geología contratados por el proyecto (3) y Estudiantes Colaboradores Honorarios de la misma Licenciatura (4).

La coordinación del Proyecto está a cargo de los Ing. Agr. Jorge Spoturno (1, 2) y Pedro Oyhantçabal (2). En la ejecución participan además: Dr. César A. Goso (2), Téc. Javier Techera (1) y Richard Arriguetti (1), Bach. Natalie Aubet (3, 2), Sandra Cazaux (3), Sebastián Huelmo (2), Ethel Morales (1) y Judith Loureiro (1).

4. AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Decano de la Facultad de Ciencias, Dr. Ricardo Erlich, a los ex Directores de la Dirección Nacional de Minería y Geología del Ministerio de Industria, Energía y Minería, Drs. Julio César Jauregui y Carlos Soares De Lima, por haber impulsado y ejecutado el acuerdo de cooperación técnica entre ambas instituciones.

Al actual Director de la Dirección Nacional de Minería y Geología Ing. Felipe Puig, por haber continuado con el apoyo al Convenio y al Proyecto.

Al Fondo "Clemente Estable" del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación y Cultura por haber aprobado la financiación parcial de este Proyecto, sin su aporte no hubiera sido posible culminar los trabajos.

5. MATERIALES

5.1. Documentos Cartográficos

Para la realización del trabajo se contó con documentos cartográficos, en su gran mayoría proporcionados por el Servicio Geográfico Militar, Catálogo (1995) en adelante SGM, según el detalle que se expone a continuación:

- Mapas Planialtimétricos a escalas 1/100.000, correspondientes a las Hojas Topográficas que se detallan en la Figura N° 1.
- Mapas Topográficos a escala 1/50.000 de las siguientes Hojas: La Barra, La Unión, Atlántida, Piriápolis, Los Cerrillos, Pando, Mosquitos, Santa Lucía, Santa Rosa, Migués, Cardal, San Ramón y Tala.
- Fotoplanos a escala 1/50.000 de las hojas equivalentes a los Mapas Topográficos 1/50.000.
- Fotografías aéreas a escalas 1/40.000 y 1/20.000
- Fotoíndices de fotografías aéreas 1/40.000 y 1/20.000
- Imágenes Satelitales Landsat a escala 1/100.000.

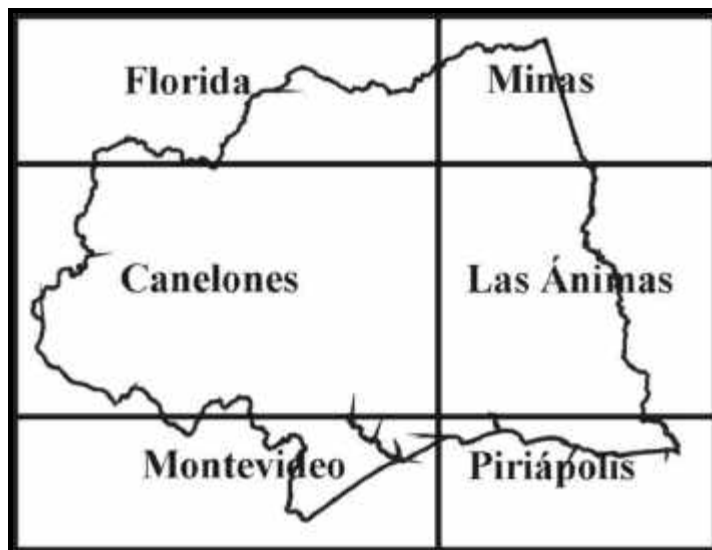


Figura 1. Mapa de distribución de las Hojas Topográficas a escala 1/100.000 del S.G.M. correspondientes al Departamento de Canelones y áreas adyacentes.

Los mapas planialtimétricos, escala 1/100.000 y 1/50.000 se utilizaron para el levantamiento de la información geográfica, topográfica y toponímica y para su utilización como base de soporte para las cartas geológica y de recursos minerales.

Las fotografías aéreas y las imágenes satelitales, fueron utilizadas para realizar estudios de fotolectura, fotoanálisis y fotointerpretación geológica y minera así como para la ubicación de puntos de descripción en el campo. Los fotoplanos se emplearon para plotear los límites geológicos obtenidos de los análisis de fotolectura y fotointerpretación y campo y para el reconocimiento general de las principales estructuras.

Los fotoíndices e imágenes satelitales fueron necesarios para efectuar reconocimientos geológicos regionales así como para la localización e individualización de las bandas de fotos aéreas.

5.2. Apoyo Logístico

Para las tareas de campo se contó con vehículos doble tracción provistos por Facultad de Ciencias y Di.Na.Mi.Ge.

Para las tareas de análisis físico de muestras, se contó con el apoyo del laboratorio de Di.Na.Mi.Ge.

La preparación de cortes petrográficos y descripción de secciones delgadas se realizó con el equipamiento del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias y de la Di.Na.Mi.Ge.

Para el ploteo, digitalización de los mapas y elaboración de informes, las instituciones que integran el acuerdo mantuvieron a disposición el equipamiento informático necesario y solicitado.

6. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA GENERAL DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de Canelones, se localiza en la región sur del Uruguay, su baricentro aproximado es el cruce de la Ruta Nacional N° 11 con el Arroyo de Pando y los valores de coordenadas WGS84 corresponden a: Latitud Sur 34°55'30" y Longitud Oeste 55°55'40".

El mapa de la Figura N° 2 esquematiza los principales aspectos de la geografía departamental.

La superficie del Departamento es de aproximadamente 4.536 km². Su población de 443.600 habitantes con una densidad promedio de 86,8 habitantes en las áreas urbanizadas y 13,2 habitantes en el área rural (Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas 1996).

El clima es de tipo templado siendo la temperatura media anual de 17,2° C y la precipitación media anual de 1189,9 l/m² (Fuente: Dirección General de Meteorología 1996).

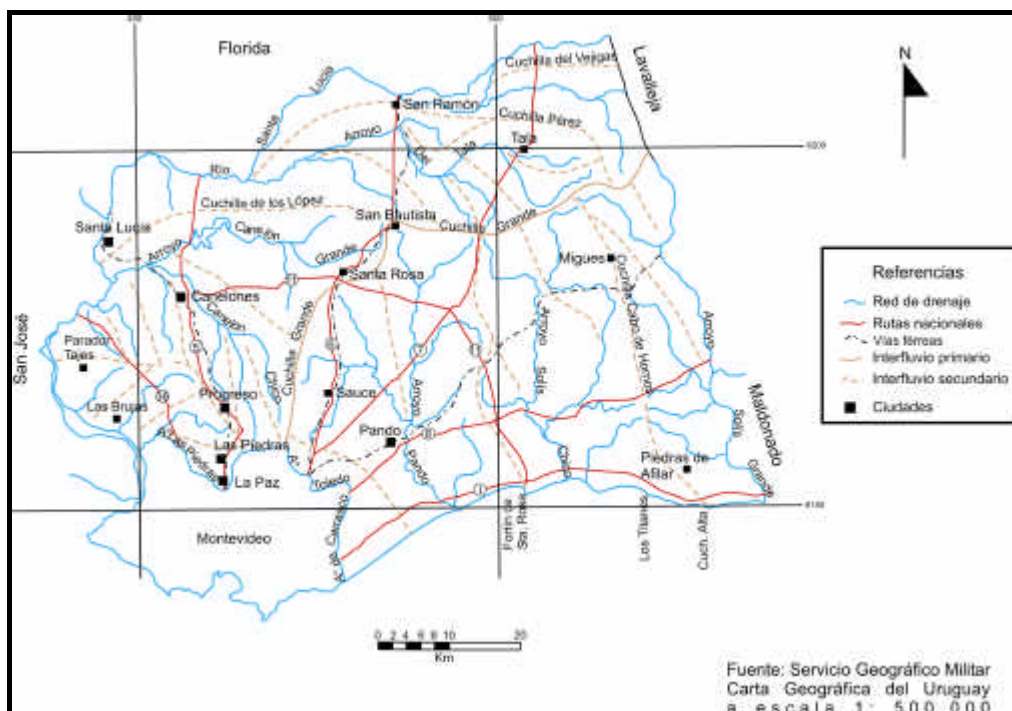


Figura 2: Mapa geográfico del Departamento de Canelones. Escala 1/500 000. Fuente: Carta Geográfica del Uruguay a Escala 1/500.000 del Servicio Geográfico Militar.

Las regiones vecinas son: por el Oeste el Departamento de San José, hacia el Norte, el Departamento de Florida, por el este los Departamentos de Lavalleja y Maldonado y finalmente hacia el Sur el Departamento de Montevideo y el Río de la Plata.

El límite con Montevideo son los Arroyos Carrasco, Toledo, Las Piedras y Colorado; con San José y Florida el Río Santa Lucía, con Lavalleja y Maldonado una línea imaginaria y los Arroyos Sarandí y Solís Grande.

La fisiografía del Departamento, se caracteriza por un sistema de lomadas, comúnmente denominadas cuchillas, que en general son uni y multidireccionadas. Estas lomadas generan cuencas y subcuencas de diferente orden.

La lomada más importante es la Cuchilla Grande, ingresa al Departamento desde la zona noreste, en el paraje donde hacen las vertientes de los Arroyos Vejigas Chico y Sarandí, continúa con dirección oeste hasta la

localidad de San Bautista, allí prosigue, con cambio de rumbo, hacia el sur-suroeste, ingresando al Departamento de Montevideo entre las vertientes de los Arroyos Las Piedras y Toledo. Esta conformación, determina la divisoria de aguas más importante del Departamento ya que separa, por el norte y el oeste la porción de la Cuenca del Río Santa Lucía entre la desembocadura de los Arroyos Colorado y Casupá y por el sur la porción de la Cuenca del Río de la Plata entre los Arroyos Carrasco y Solís Grande.

Dentro de la Cuenca del Río Santa Lucía, se distinguen interfluvios de menor orden donde se reconocen de norte a sur los siguientes: de Vejigas, de Pérez, de los López, que separan respectivamente, las cuencas de los Arroyos: Vejigas, Tala y Canelón Grande. El conjunto morfo-hidrográfico presenta una dirección general Este - Oeste con pendiente regional hacia el Oeste. La excepción es la ladera sur del Arroyo Canelón Grande que posee una dirección y drenaje general sureste - noroeste.

Dentro de la Cuenca del Río de la Plata se reconocen tres interfluvios que a su vez separan cuencas menores.

El interfluvio más importante es la Cuchilla de Cabo de Hornos que separa las cuencas de los Arroyos Solís Grande y Solís Chico. Hacia el Oeste, otros interfluvios con menor representación, separan las cuencas de los Arroyos de Solís Chico, Pando y Toledo-Carrasco. El conjunto morfo-hidrográfico presenta una dirección nor-noroeste a sur – sureste con una pendiente generalizada, que va desde la Cuchilla Grande al Río de la Plata.

Con relación a la situación topográfica del Departamento, de acuerdo con las cartas topográficas del S.G.M., posee cotas entre 0 metro, correspondiente al nivel de la costa del Río de la Plata y 135 metros en el Cerro de Mosquitos, ubicado en el Este del Departamento. El promedio altimétrico general se encuentra entre los 40 y 50 metros.

7. GEOMORFOLOGÍA

En el Departamento se distinguen básicamente tres regiones geomorfológicas: Región I Faja Costera, Región II Planicies, Región III Terrenos Ondulados.

7.1. Región I Faja Costera

Se trata de una faja continua situada entre las desembocaduras de los Arroyos Carrasco y Solís Grande. Comprende una longitud total de unos 70 kilómetros y un ancho que varía desde algunos cientos de metros hasta varios kilómetros. La variación del ancho de esta faja, está directamente relacionada con los rasgos morfológicos implantados que dependen estrechamente de los procesos costeros pasados y presentes que han operado sobre la región, particularmente desde el Terciario hasta el Actual.

En general, la línea de costa presenta dos direcciones regionales: Este-Noreste y Este-Oeste y direcciones locales al Nor-Noroeste. Algunas de estas variaciones de dirección están determinadas por la presencia de formaciones rocosas con alta resistencia al efecto destructivo de los procesos costeros.

Dentro de esta faja se reconocen, de oeste a este, tres zonas geomorfológicas: la Zona 1, situada entre el Arroyo Carrasco y el Fortín de Santa Rosa, la Zona II o central que va desde el Fortín de Santa Rosa hasta el balneario Cuchilla Alta y la Zona 3, este, comprendida entre Cuchilla Alta y la Barra del Arroyo Solís Grande.

7.1.1. Zona 1 Arroyo Carrasco – Fortín de Santa Rosa

Es una prolongación de la porción este o región II de la faja costera de Montevideo. Según se indica en Spoturno et al. (2004), es una faja rectilínea de dirección N30°-45° Este que se inicia en la Punta Mansa y continúa por la Costa de Oro de Canelones, por lo menos hasta la localidad de Atlántida y que hace parte de un megasistema de la costa Centro- Este y Este del Uruguay.

Una sección perpendicular a la dirección de esta faja, desde el área marítima al continente, presenta, de manera general, las siguientes asociaciones morfogénicas:

a) Playas actuales, abiertas, rectilíneas, con pendiente suave y moderada, con amplio predominio de depósitos fracción arena.

b) Barra arenosa, más antigua, paralela a la línea de playa con forma aplanada a ligeramente convexa, caracterizada por depósitos fracción arena.

c) Bañado que lateralmente puede alternar con áreas de terrazas antiguas o terrenos ondulados de materiales sedimentarios del cuaternario antiguo y/o basamento cristalino. Pueden presentar tamaño y forma variable.

d) Dunas que ocurren dispersas y/o agrupadas, activas y parcialmente fosilizadas por la vegetación natural y la forestación artificial. Están situadas detrás de la faja de playa, dispuestas de manera transgresiva, cubriendo parcialmente, la zona de barra, los bañados detrás de la barra y parte de las terrazas antiguas y terrenos ondulados más próximos.

En razón a su situación, próxima a los centros urbanos, muchos de los campos de dunas fueron objeto de una actividad antrópica diversa. A principios de siglo XX, la región fue forestada con especies de variedades de pinos, eucaliptus y acacias. En las décadas de los 40' a 60', varias de estas áreas, fueron modificadas con el propósito de ser sometidas a loteo y urbanización, la resultante fue la eliminación parcial de la forestación, y la siguiente extracción de arena para diversos fines. En la actualidad, se presenta como una región semiurbanizada con un paisaje altamente modificado y con múltiples problemas de impacto ambiental.

7.1.2. Zona 2 Fortín de Santa Rosa - Cuchilla Alta

Corresponde a la porción de la costa donde si bien existe un amplio predominio de faja de playa, esporádicamente ocurren pequeñas penínsulas que modifican la geoforma costera. Estas salientes se deben a la presencia de afloramientos de materiales rocosos resistentes, particularmente de naturaleza granítica, pegmatítica y cuarcítica.

Dentro de esta zona se distinguen a su vez dos áreas:

- **Área Occidental:** se encuentra entre los balnearios Fortín de Santa Rosa y Los Titanes. Presenta direcciones N 60 - 70 Este, N 70 - 80 Oeste y Norte Sur. La primera dirección es la más importante ya que comprende la mayor extensión de la faja en tanto que las dos últimas, responden al control de afloramientos rocosos resistentes a los efectos erosivos que generan salientes e islotes en la costa. Ej. Puntas de: Atlántida, Costa Azul y Los Titanes.



La porción externa del área occidental, muestra un amplio predominio de sistemas de playa inclusive en las zonas de salientes costeras. El conjunto de esta costa externa tiene forma de semielipse, su semieje mayor coincide con la dirección general: N60-70 Este, en tanto su semieje menor corresponde a la dirección Noroeste.

Figura 3. Barranca de erosión actual en la costa del Departamento.

De la observación de esta costa surge que se operan procesos erosivos y de acumulación. Los primeros, ocurren en la porción cóncava de la semielipse, se caracterizan por la abrasión marina, provocada por las sudestadas que operan sobre las barrancas costeras de las terrazas antiguas. Los procesos de acumulación, corresponden a formaciones de barras y médanos de arena, que ocurren en la porción rectilínea de la semielipse.

En la porción interna de la zona occidental se observa que, en las áreas coincidentes con la parte rectilínea de la costa ocurren importantes acumulaciones de médanos, que se desarrollan varios kilómetros hacia el interior del continente. Por otra parte, en las áreas internas, coincidentes con las porciones de concavidad costera, las acumulaciones de arenas, ocurren de manera restringida, cercanas a la porción externa y encima de las terrazas antiguas.

- **Área Oriental**, situada entre los balnearios Los Titanes y Cuchilla Alta. Las direcciones de costa, en esta porción son: Este-Oeste a N 70-80 Oeste, se asocian a la línea de playa y son las predominantes; y N-S a N 30-40 Oeste, se asocian a las áreas de puntas rocosas y son restringidas. La porción externa de esta área comprende un amplio sistema de playas de poca longitud, que alternan con frecuentes puntas rocosas de escasa magnitud pero que son determinantes en los cambios de dirección de la faja de playa. Dentro de la faja de playa se reconocen extensas zonas de erosión que alternan con escasas zonas de acumulación. Las zonas de erosión, están representadas por áreas con barrancas de abrasión activas de unos 5 a 20 metros de altura cuyo proceso deja al descubierto en su mayor parte, sedimentos del cuaternario medio y antiguo. Las zonas de acumulación están representadas por barras litorales con médanos asociados.

La porción interna de esta área, es relativamente angosta, entre 200 y 500 metros de ancho, siendo el máximo de unos 1500 metros que se ubica frente al balneario Santa Lucía del Este. La influencia costera se reconoce fácilmente por la presencia de importantes campos de médanos, en la mayor parte de los casos semifosilizados. Estos médanos, se ubican siempre por encima de la zona de barrancas, transgreden hacia el continente tapizando de manera irregular, parcial e indistintamente depósitos del cuaternario antiguo y rocas del basamento cristalino.

7.1.3. Zona 3 Cuchilla Alta - Barra del Arroyo Solís Grande

Presenta en general características similares a las señaladas en la Zona 1. Tiene forma triangular cuya base, de unos 9 Km. de largo, constituye la porción externa en tanto que los lados, ambos de diferente longitud, conforman los límites nor-occidental y nororiental de esta zona.

La porción externa, base del triángulo, muestra una faja de playa rectilínea de dirección Este Oeste muy bien marcada, donde los procesos actuantes son básicamente registros de acumulaciones de arena del tipo barra costeras – playas y campos de médanos. La porción interna presenta depósitos de médanos y áreas de bañados que se interdigitan con canales fluviales, en parte abandonados, del curso inferior del Arroyo Solís Grande.

7.2. Región II. Planicies

Están siempre asociadas a los cursos fluviales, su orden de magnitud guarda relación directa con el tamaño del curso de agua. En buena parte, la presencia de este tipo morfológico está estrechamente relacionada con la característica del sustrato geológico que la acompaña, por lo general, los materiales sedimentarios del tipo arcilloso y limoso, son los que generan un gran desarrollo superficial de las terrazas. Por el contrario, los terrenos cristalinos desarrollan valles angostos entallados en la roca con terrazas incipientes y recortadas con escaso desarrollo areal.

Según su cota topográfica se reconocen dos tipos: Planicies Fluviales muy bajas, y Planicies Fluviales bajas las que se describen a continuación.

7.2.1. Planicies fluviales muy bajas

Estas planicies no superarían los 5 metros de altitud. Se reconocen dos tipos: las fluviales propiamente dichas y las del tipo estero-pantanosas.

En el primer caso, el área más representativa es la terraza del Río Santa Lucía que se extiende a lo largo de dicho curso. Dicho plano se acota entre los

dos entalles de abrasión inmediatos que se ubican a ambas márgenes del curso de agua (Figura 4).



En ese paisaje, domina la dinámica fluvial actual, generando registros caracterizados por procesos acumulativos y destructivos. Los primeros, son básicamente barras de arenas y gravas, meandros y depósitos decantativos de arcillas y limos.

Figura 4. Zona de contacto entre el plano superior (Terraza antigua, margen derecho de la fotografía) y el plano inferior (Terraza moderna, margen superior izquierdo). Curso medio-superior del Río Santa Lucía.

Los segundos están caracterizados básicamente por procesos de abrasión que actúan sobre la barranca de la planicie superior y los depósitos de barra recientes, generando un rejuvenecimiento del paisaje materializado por la creación de nuevos canales y el cierre de otros así como la ampliación del valle debido a la remoción de las paredes laterales. Ejemplos similares también se reconocen en los actuales sistemas fluviales subsidiarios del Santa Lucía y en los valles de los Arroyos Pando, Solís Chico y Solís Grande de la Cuenca del Río de la Plata.

Las planicies estero pantanosas ocurren de manera localizada dentro del sistema de paisaje, que se manifiesta asociado a los cursos de agua de la cuenca del Río de la Plata, precisamente en la porción anterior a la zona de faja costera, donde la generación del bañado ocurre entre las barras de arena y duna y las zonas de lomadas. A modo de ejemplo se conocen los bañados de los Arroyos Carrasco, Pando y Solís Grande.

Presentan una napa de agua permanente, el aporte principal es del escurrimiento superficial de las respectivas cuencas que se genera del agua de lluvia. Ocasionalmente, vientos del Sudeste pueden provocar ingreso de agua de mar a través de los canales de acceso de los respectivos cursos de agua, generando una subida del nivel de base y el represado de las aguas del continente.

7.2.2. Planicies fluviales bajas

Estas planicies se ubican en los valles de los cursos de agua, entre el entalle de la planicie baja y el sistema ondulado. En general tienen su mayor expresión entre las cotas de 5 y 20 metros sobre el nivel del mar. Presentan una configuración longitudinal paralela y subparalela al curso de agua en su porción inferior y media, hacia la porción superior se angostan, acuniándose en la cercanías de la cabecera. La parte interna de estas planicies se encuentra ligeramente disectada y con suave pendiente general hacia el curso de agua. Cuando es cortada por sistemas fluviales importantes, se reconocen fuertes entalles, que generan formas barrancosas.

Debido a la nula o escasa pendiente, a la ocurrencia de suelos pesados con baja permeabilidad, el escurrimiento y la infiltración es prácticamente nula, en consecuencia, se generan áreas de encharcamiento temporales donde la eliminación de agua se opera durante los períodos de estiaje por evaporación y evapotranspiración.

La presencia de suelos con buena fertilidad natural, pendientes bajas y cursos de agua permanente y semipermanente motivó que muchas de estas áreas fueran objeto de su uso para la actividad agrícola y pastoril.

En las áreas inmediatas a los principales cursos de agua y donde la influencia antrópica fue menor, se reconoce una importante vegetación arbustiva de monte indígena que alterna con especies de gramíneas lo que configura un sistema paisajístico de tipo parque y bosque galería.

7.3. Región III. Terrenos Ondulados

Dentro del paisaje ondulado del Departamento se pueden distinguir dos padrones fisiográficos: un padrón caracterizado por terrenos ondulados y fuertemente ondulados y un padrón representado por lomadas suaves.

7.3.1. Terrenos ondulados y fuertemente ondulados.

Este tipo morfológico se reconoce en el Este y Sureste del Departamento, donde la presencia de basamento cristalino y areniscas de la Formaciones Piedras de Afilas y Migues, imprimen una morfología de paisaje característica.

El área de basamento cristalino aflorante, corresponde a un sistema de lomadas de tipo cóncavo convexo donde se distinguen dos zonas. La primera, corresponde a la zona donde las rocas presentan una alta deformación y son de carácter milonítico, el sistema posee un paisaje con lomadas alargadas, de dirección Este Oeste con pendientes moderadas a fuertes y entalles de cursos de agua bien disectados, con ocasionales terrazas aluviales. Se trata de la zona que presenta las máximas altitudes del Departamento.

La segunda zona presenta rocas con litologías del tipo granítico, con y sin deformación y secuencias de rocas metamórfizadas asociadas. El paisaje muestra un sistema de lomadas cóncavo convexo a plano convexo sin direcciones preferenciales, con desarrollo de glaciares de coluvionamiento y aluvionamiento en laderas y valles respectivos, los que configuran un incremento en la madurez paisajística. Las altitudes son del orden de 40 a 70 metros.

El paisaje correspondiente al entorno de las areniscas de la Formación Piedras de Afilas configura un relieve de lomada alargada con clara dirección estructural Noroeste, con laderas asimétricas de pendiente moderada a fuerte al Noreste y moderada hacia el Suroeste. Las alturas máximas corresponden a la cota de 125,52 metros.

Las áreas sedimentarias de la Formación Migues, se caracterizan por un paisaje de lomadas cóncavo convexas a plano cóncavas, de buena disección,

con laderas de pendientes moderadas y simétricas, valles relativamente angostos y desarrollo de terrazas incipientes. Las altitudes se sitúan entre los 60 y 90 metros.

7.3.2. Lomadas suaves

Corresponde aquí al sistema de paisaje más regionalizado del Departamento, a excepción de las zonas Este y Sureste el resto de la región presenta este sistema fisiográfico.

Se trata de lomadas que van desde suave a moderadamente onduladas, alargadas, con interfluvios extensos, planos a ligeramente convexos, laderas con pendientes planas muy suaves de tipo simétricas y asimétrica, valles muy extensos de tipo plano. El conjunto presenta frecuentes glacis de acumulación de tipo coluvionar y aluvionar en laderas y valles respectivos. Las altitudes máximas para esta región comprende las cotas 40 y 50 metros.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dirección General de Meteorología (1996). Anuario de Estadísticas. Montevideo-Uruguay.

Instituto Nacional de Estadísticas (1996). Anuario de Estadísticas. Montevideo-Uruguay.

Servicio Geográfico Militar (1995). Catálogo Cartográfico. Diseño Ejecución e Impresión: Servicio Geográfico Militar.

Servicio Geográfico Militar (1971). Carta Geográfica de la República Oriental del Uruguay a escala 1/500.000.

Spoturno J.; Oyantcabal P.; Goso C.; Aubet N.; Cazaux S. & Huelmo S. (2004). Memoria Explicativa, Carta Geológica y de Recursos Minerales del Departamento de Montevideo a Escala 150/000 Capítulo I: Introducción. Proyecto CONICYT 6019 - Fondo Clemente Estable.

MAPA GEOLÓGICO Y DE RECURSOS MINERALES DEL DEPARTAMENTO DE CANELONES A ESCALA 1/100.000

Memoria Explicativa

Capítulo II

GEOLOGÍA

AUTORES

Jorge Spoturno ^(1,2)

Pedro Oyhantçabal ⁽¹⁾

Cesar Goso ⁽¹⁾

Natalie Aubet ^(1,3)

Sandra Cazaux ⁽³⁾

(1) Docente de Facultad de Ciencias (UdelaR)

(2) Jefe del Departamento de Geología Económica. Di.Na.Mi.Ge.

(3) Estudiante de la Licenciatura en Geología - Becario Proyecto CONICYT 6019.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PRESENTACIÓN | 4 |
| 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO | 6 |
| 3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL | 6 |
| 4. GEOLOGÍA DEL ÁREA | 8 |
| 4.1. Estratigrafía | 8 |
| 4.2. Geología Descriptiva | 10 |
| 4.2.1. Paleoproterozoico | 10 |
| 4.2.1.1. Formación Montevideo | 10 |
| 4.2.1.1.1. Sucesión Sedimentaria | 10 |
| 4.2.1.1.2. Sucesión Volcánica | 10 |
| 4.2.1.2. Ortoneises de Punta Carretas | 10 |
| 4.2.1.3. Granitos autóctonos y Migmatitas de Suárez | 11 |
| 4.2.1.4. Fajas milonitizadas | 12 |
| 4.2.1.4.1. Milonitas graníticas de Cuchilla de Cabo de Hornos | 12 |
| 4.2.1.4.2. Paraneises y Micaesquistos milonitizados de Sauce de Solís | 12 |
| 4.2.1.4.3. Granitos protomiloníticos de Cañada de los Cerros y de Bolívar | 13 |
| 4.2.1.5. Suite Granítica Mosquitos | 13 |
| 4.2.1.5.1. Milonitas graníticas y Cuarzitas Miloníticas | 15 |
| 4.2.1.5.2. Granitos muscovíticos protomiloníticos | 15 |
| 4.2.1.5.3. Granito del Arroyo de Coronilla | 15 |
| 4.2.1.1. Granitoides Tardi a Post Orogénicos | 16 |
| 4.2.1.1.1. Granito de Soca | 16 |
| 4.2.1.1.2. Granito de Estación Sosa Díaz | 17 |
| 4.2.1.1.3. Granito de Empalme Olmos | 17 |
| 4.2.2. Neoproterozoico | 18 |
| 4.2.2.1. Milonitas del Arroyo Solís Grande | 18 |
| 4.2.2.2. Cuarzitas del Arroyo Sarandí | 18 |
| 4.2.2.3. Formación Piedras de Afilar | 19 |
| 4.2.2.4. Diabasas de Piedras de Afilar | 21 |
| 4.2.2.5. Granito de Arroyo La Tuna | 21 |
| 4.2.3. Cambro-Proterozoico | 22 |
| 4.2.3.1. Granito de La Paz | 22 |
| 4.2.A Geología Estructural | 24 |
| 4.2.4. Mesozoico | 26 |
| 4.2.4.1. Jurásico Medio | 26 |
| 4.2.4.1.1. Formación Puerto Gómez | 26 |
| 4.2.4.2. Cretácico Inferior | 27 |
| 4.2.4.2.1. Formación Miguez | 27 |
| 4.2.4.3. Cretácico Superior-Paleoceno | 29 |
| 4.2.4.3.1. Formación Mercedes | 29 |
| 4.2.4.3.1.1. Miembro Yapeyú | 30 |
| 4.2.4.3.1.2. Miembro del Palacio o Paleosuelo Palacio | 31 |
| 4.2.5. Cenozoico | 31 |
| 4.2.5.1. Paleoceno | 31 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 4.2.5.1.1. Formación Queguay | 31 |
| 4.2.5.2. Oligoceno Superior | 34 |
| 4.2.5.2.1. Formación Fray Bentos | 34 |
| 4.2.5.3. Mioceno | 39 |
| 4.2.5.3.1. Formación Camacho | 39 |
| 4.2.5.4. Mio-Plioceno | 41 |
| 4.2.5.4.1. Formación Raigón | 41 |
| 4.2.5.4.2. Formación Malvín | 43 |
| 4.2.5.5. Pleistoceno | 45 |
| 4.2.5.5.1. Formación Libertad | 45 |
| 4.2.5.5.2. Formación Chuy | 48 |
| 4.2.5.5.3. Formación Barrancas | 51 |
| 4.2.5.5.4. Formación Dolores | 54 |
| 4.2.5.6. Holoceno | 56 |
| 4.2.5.6.1. Formación Villa Soriano | 56 |
| 4.2.5.6.2. Reciente y Actual | 59 |
| 4.2.5.6.2.1. Depósitos Fluviales | 59 |
| 4.2.5.6.2.2. Depósitos de Bañado | 60 |
| 4.2.5.6.2.3. Depósitos de Playa | 60 |
| 4.2.5.6.2.4. Depósitos de Dunas | 61 |
| 5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 61 |

1. PRESENTACIÓN

El mapa geológico del Departamento de Canelones a Escala 1/100 000, constituye la primera edición de un documento gráfico completo de esta división política.

El primer trabajo cartográfico fue realizado por Jones (1956) con motivo de la exploración de petróleo en la Cuenca de Santa Lucía. El autor elaboró una carta geológica a escala 1/250.000 en la región este del Departamento separando: el Complejo Basal, la Serie de Piedras de Afilas, efusivas Mesozoicas, Formaciones Cretácicas y Terrenos Cenozoicos.

Los trabajos cartográficos más recientes datan de la década de los 90', fueron realizados en el marco del Proyecto Carta Geológica a escala 1/100.000, que se llevó a cabo entre la DINAMIGE y la Universidad de la República (Cuadro 1). La unidad de mapeo fue la Hoja Cartográfica 1/50 000 del S.G.M., según se discrimina en el cuadro de distribución de Hojas de la Figura N°1. En este Proyecto, para las separaciones de unidades geológicas se utilizaron criterios crono y litoestratigráficos.

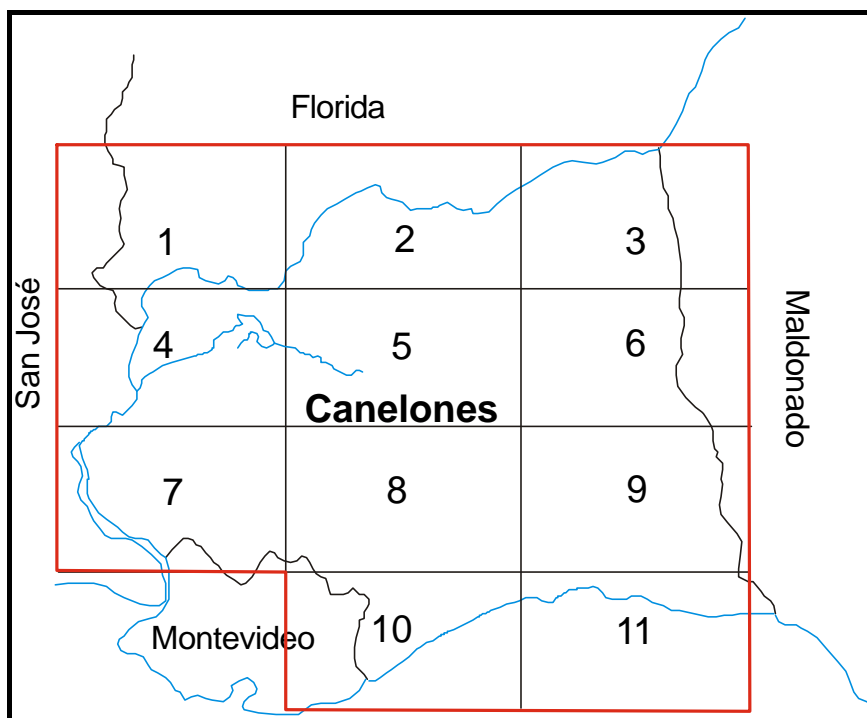


Figura 1. Mapa de distribución de Hojas Topográficas del Departamento de Canelones a escala 1/50.000.

| Hojas Cartográficas | | Autores | Año |
|---------------------|---------------|---|------|
| 1 | Cardal | <i>Spoturno J., Oyhantçabal P., Muzio R., y De Souza S.</i> | 1989 |
| 2 | San Ramón | <i>De Souza S., Goso C., Muzio R., y Veroslavsky G.</i> | 1990 |
| 3 | Tala | <i>De Souza S., Goso C., Muzio R., Oyhantçabal P., y Veroslavsky G.</i> | 1989 |
| 4 | Santa Lucía | <i>Spoturno J. y De Souza S.</i> | 1989 |
| 5 | Santa Rosa | <i>Goso C. y Veroslavsky G.</i> | 1991 |
| 6 | Migues | <i>Goso C. y Veroslavsky G.</i> | 1990 |
| 7 | Los Cerrillos | <i>Coronel N., Veroslavsky G. y Goso C.</i> | 1990 |
| 8 | Pando | <i>Coronel N., Oyhantçabal P., Bachmann I. y Campal N.</i> | 1990 |
| 9 | Mosquitos | <i>Oyhantçabal P., Coronel N., Bachmann I. y Muzio R.</i> | 1991 |
| 10 | La Unión | <i>Goso C., Oyhantçabal P. y Veroslavsky G.</i> | 1991 |
| 11 | Atlántida | <i>Goso C., Veroslavsky G. y Oyhantçabal P.</i> | 1990 |

Cuadro 1. Hojas mapeadas Proyecto: Di.Na.Mi.Ge.-Universidad de la República. Período: 1988 – 1991.

De esta forma se lograron separar nuevas unidades geológicas particularmente del paleoproterozoico y del cuaternario.

Algunos documentos, del Proyecto, tales como las Hojas: La Unión, Santa Rosa y Pando fueron publicados, el resto, debido a dificultades financieras, quedaron como inéditos en borradores y sin culminar. El Cuadro 1 esquematiza la individualización de las hojas, los autores y el año de finalización.

El trabajo del actual Proyecto, pretende presentar, en un documento único, la geología del Departamento, partiendo de los trabajos cartográficos

desarrollados anteriormente y de los nuevos aportes que se recogieron de los trabajos de este proyecto.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Los pasos metodológicos adoptados para la realización de este trabajo fueron los siguientes:

- Recopilación, clasificación y análisis de trabajos geológicos del área en consideración. Estos fueron básicamente documentos cartográficos, trabajos específicos, publicados e inéditos.
- Ubicación, selección, descripción e interpretación de testigos de perforaciones existentes en el Departamento de Canelones
- Fotelectura, fotoanálisis y fotointerpretación geológica de imágenes satelitales y fotografías aéreas.
- Trabajo de campo con el objeto de describir las unidades geológicas reconocidas por la fotointerpretación.
- Elaboración y descripción de láminas delgadas de los materiales rocosos de difícil caracterización mesoscópica.
- Elaboración del mapa geológico a partir de: los antecedentes cartográficos, los datos de los sondeos, la fotointerpretación y los trabajos de campo.
- Construcción de perfiles estratigráficos y secciones geológicas regionales de las unidades geológicas sustantivas.
- Digitalización de los documentos gráficos y redacción de Memoria Explicativa.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

En el Departamento de Canelones, básicamente se reconocen rocas cristalinas, de edad paleoproterozoica y materiales de origen volcánico y sedimentario de edades mesozoica y cenozoica.

Las rocas cristalinas afloran en la región este y sureste del Departamento, son parte de lo que, regionalmente, Preciozzi et al., (1979) denominaron Zócalo del Río de la Plata, unidad definida en la región centro y sur del Uruguay que se caracteriza por poseer: cinturones metamórficos de grado bajo y medio, intrusiones asociadas y materiales granítico-néisicos. Bossi et al. (1993), redefinen esta región y asignan el término: Terreno Piedra Alta, a todos los materiales rocosos del Paleoproterozoico que se sitúan al oeste de la Cizalla Sarandi del Yí- Piriápolis.

En el intervalo de tiempo que va desde el Cámbrico al Triásico no se conocen registros geológicos en esta región.

A partir del Jurásico, el continente es objeto de una intensa tectónica, cuyo evento global está materializado por la fracturación, el fallamiento y la subsiguiente deriva. En el sur y este del país se registran múltiples evidencias, particularmente la ocurrencia de importantes depresiones como las de Santa Lucía, Laguna Merín, Aiguá - Lascano y otras menores.

La tectónica profunda asociada a la generación de estos depocentros, provocó una intensa actividad volcánica seguida de un espeso relleno sedimentario que continuó por lo menos hasta principios del Terciario Superior.

La Cuenca de Santa Lucía, situada en su mayor parte en el Departamento, reconocida por primera vez por Jones (1956), constituye el registro más importante acerca de la ocurrencia del evento.

La porción aflorante de la cuenca, posee una geometría aproximadamente romboidal de unos 150 Km. de largo por 45 Km. de ancho, abarca una superficie de 10500 Km.² estando dispuesta según un eje longitudinal de dirección N60/70. Los valores máximos de profundidad registrados, se encuentran en un entorno de 2000 a 2450 metros (Bossi et al 1966; De Santa Ana et al., 1994).

Está limitada, al norte y al sur por el basamento Paleoproterozoico del Terreno Piedra Alta, por el este con la falla Sarandi del Yí - Piriápolis, en tanto que por el oeste se plantean dos hipótesis. La primera que se encuentre abierta y que tenga posibles conexiones con la Cuenca del Salado en la Argentina

(Malumián et al 1983; Uliana y Biddle, 1988). La segunda que el Alto de Martín García se interpondría entre ambas cuencas (Urien et al., 1981).

Los registros de actividad volcánica en esta cuenca, se reconocen, en afloramientos situados en el noreste del Departamento en áreas marginales presentando estructuras de tipo filoniano y filones capa, en profundidad se observan de forma indirecta en los testigos de diversas perforaciones como en Sauce y Castellanos, donde estas lavas se observan cerca del fondo, inmediatamente arriba del contacto con el basamento cristalino.

Los registros de materiales sedimentarios, que son de edad esencialmente cretácica y terciaria, son los que cubren la mayor parte del área del Departamento. En superficie están materializados por múltiples afloramientos, los terrenos Cretácicos se desarrollan mas bien en la región este y noreste, en tanto que los sedimentos del terciario, se manifiestan en el oeste. En subsuperficie, múltiples perforaciones profundas atestiguan la ocurrencia de estos depósitos siendo los de mayor espesor los correspondientes al cretácico inferior. La sedimentación Cretácica fue de tipo continental fluvial y lacustrina y la misma se vincula con el rejuvenecimiento de la cuenca a partir de los sucesivos pulsos de hundimiento. La sedimentación del Terciario temprano, se asocia a un sistema continental árido y semiárido, los depósitos se ubican en las depresiones que se relacionan a las últimas fases de la subsidencia de la Cuenca del Santa Lucia. Los sedimentos del final del Terciario y Cuaternario se corresponden con procesos relacionados a cambios climáticos y sus consecuencias vinculadas con las variaciones eustáticas del nivel del mar. Los depósitos de origen marino ocurren con frecuencia en las regiones costeras del Río de la Plata, en tanto que los de origen continental se asocian a las áreas interfluviales y a los valles de los principales cursos de agua.

4. GEOLOGÍA DEL ÁREA

4.1. Estratigrafía

A partir de la recopilación de antecedentes y de los resultados alcanzados en este trabajo, se construye la columna estratigráfica del Departamento. Para su elaboración se tomaron en cuenta criterios crono y

litoestratigráficos. Para la cronoestratigrafía se siguieron los patrones establecidos en *International Stratigraphic Chart* de UNESCO (2000), en tanto que para la separación de las unidades litológicas se siguieron los criterios de la Guía Estratigráfica Internacional (1980). La columna estratigráfica que se presenta a continuación (Figura 2) resume las unidades cartografiadas del área.

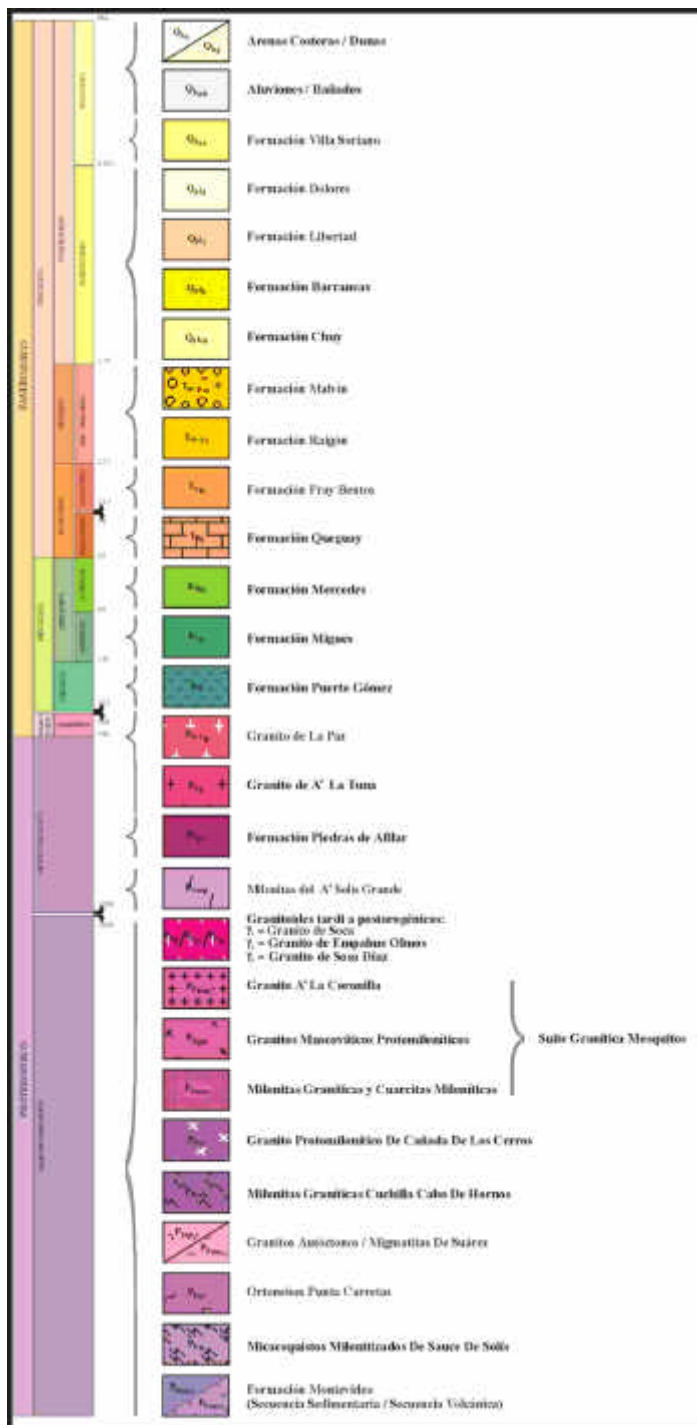


Figura 2. Columna estratigráfica extraída del Mapa Geológico a escala 1/100.000 (Spoturno et al., 2004).

4.2. Geología Descriptiva

4.2.1. Paleoproterozoico

4.2.1.1. Formación Montevideo

4.2.1.1.1. Sucesión Sedimentaria

Micaesquistos y paraneises

Se atribuye aquí el término Formación Montevideo de acuerdo a lo definido por Oyhantçabal et al. (2002); Oyhantçabal et al. (2003) y descrito en Spoturno. et al. (2004).

En el Departamento de Canelones, en los alrededores de la localidad de Soca, en ambas márgenes del curso inferior del Arroyo Mosquitos, ocurre una faja de rocas paraderivadas de dirección 070°, que se atribuyen a la Formación Montevideo desde Preciozzi et al. (1985).

Litológicamente se caracterizan por paraneises y micaesquistos biotíticos, con bandas leucocráticas de cuarzo y feldespato. La mineralogía esta constituida por cuarzo + plagioclasa + biotita + granate +/- sillimanita +/- grafito. Localmente existen enriquecimientos en grafito, algunos de ellos son verdaderos indicios que han dado lugar a actividades de exploración, genéticamente se vinculan al efecto térmico de las intrusiones graníticas.

4.2.1.1.2. Sucesión Volcánica

Está representada por anfibolitas de grano fino, de color verde oscuro, que ocurren casi exclusivamente en los alrededores del cruce de la Ruta N° 102 con el Arroyo Toledo, en el límite con el Departamento de Montevideo.

4.2.1.2. Ortoneises de Punta Carretas

Esta unidad aflora de manera discontinua en diversas áreas: la más importante se reconoce en los alrededores de Toledo con continuidad en el Este-Noreste de Pando, y en la confluencia de los Arroyos Pando y Pantanoso. Más hacia el Este existen áreas de afloramientos menores, Ruta N° 8 y Arroyo Solís Chico y Ruta N° 8 y Arroyo Mosquitos. Sobre la costa se reconocen en

las puntas rocosas de Santa Rosa (Atlántida) y Corralito (Costa Azul). Esta última tiene su continuidad en el margen Este del curso medio del Arroyo Sarandí.

Litológicamente, corresponden a rocas de grano fino a medio, de color gris, tenaces, la textura es granolepidobástica. La mineralogía está compuesta por oligoclasa, cuarzo, biotita, epidoto con núcleo de alanita, muscovita (secundaria), apatito y microclina. El cuarzo aparece en dos generaciones; la de mayor tamaño (ca. 0.4 mm) se caracteriza por extinción ondulosa y contactos irregulares. La de menor tamaño (ca. 0.1 mm) presenta extinción normal y bordes netos y se vincula a la recuperación del cuarzo.

Son frecuentes en esta litología xenolitos de paraneises, micaesquistos y anfibolitas de la Formación Montevideo.

Se ha determinado una edad Rb/Sr de 1990 ± 32 con $R_o = 0.7008$ para rocas similares que afloran en las Canteras del Parque Rodó (Cingolani et al., 1997).

4.2.1.3. Granitos autóctonos y Migmatitas de Suárez

Se encuentran en los alrededores de la localidad de Joaquín Suárez. Las mejores exposiciones se observan en la Cantera de AFE de esa localidad.

Litológicamente son migmatitas heterogéneas (metatexitas) con estructuras dyktioníticas y estromáticas (*sensu* Mehnert, 1968). La mineralogía es oligoclasa, con frecuentes antiperitas y mirmequitas, microclina, cuarzo, biotita, epidoto, apatito y esfeno. De manera subordinada se asocian anfibolitas, las que presentan recortes graníticos con estructura de tipo *pinch and swell* y por la presencia de bandas de anfibolita rica en biotita (20-30%).

A nivel regional las migmatitas pasan gradualmente a neises y granitos autóctonos.

Los granitos autóctonos son biotíticos, a veces leucócratas, de textura equigranular, y grano fino a medio. Su mineralogía es cuarzo, microclina xenomorfa tardía, plagioclasa, biotita, epidoto y muscovita.

4.2.1.4. Fajas milonitizadas

La porción centro norte del basamento cristalino de está representada por una potente faja milonítica que afecta a protolitos fundamentalmente graníticos.

Localmente este protolito granítico aparece con menor deformación dando lugar a granitos deformados, algunos de ellos se describen a continuación.

4.2.1.4.1. Milonitas graníticas de Cuchilla de Cabo de Hornos

Estas milonitas graníticas suelen poseer porfiroclastos de microclina (que corresponden a fenocristales del protolito). La matriz, con desarrollo de foliación milonítica, está compuesta por microclina, plagioclasa, cuarzo y biotita, siendo los minerales accesorios biotita, muscovita, granate y circón.

La foliación milonítica de estas rocas desarrolla un arco con direcciones 090 en el oeste hasta 330 en el este, que se vincula a la actividad de la zona de cizalla de Sarandí del Yí.

4.2.1.4.2. Paraneises y Micaesquistos milonitizados de Sauce de Solís

Afloran al oeste del Arroyo Solís Grande, ocupando las laderas medias y bajas del curso inferior del Arroyo. Se trata de milonitas que derivan de la deformación de micaesquistos y paraneises, que presentan a su vez ocasionales intercalaciones de anfibolita.

Los paraneises milonitizados son biotíticos, de grano medio a fino. Están compuestos por cuarzo, plagioclasa con mica y granate como accesorios. Se intercalan con los micaesquistos milonitizados, a los que gradúan cuando aumenta la abundancia de mica.

Los micaesquistos milonitizados presentan bandeamiento composicional debido a la alternancia de capas muy biotíticas y capas cuarzo feldespáticas. Están compuestos por cuarzo, plagioclasa, biotita, granate pretectónico, biotita, muscovita, sillimanita y estaurolita.

Producto de metamorfismo retrogrado en ambas litologías, como consecuencia de la milonitización se desarrolla clorita y sericita.

La textura milonítica queda definida por la presencia de porfiroclastos de granate y feldespato en una matriz micácea, con estructura de tipo fluxión. La dirección predominante de la foliación milonítica es 320°.

Haciendo abstracción de la deformación y el retrometamorfismo las litologías de esta Unidad se correlacionan con los paraneises y micaesquistos grafitosos de la Formación Montevideo que afloran en los alrededores de Soca.

4.2.1.4.3. Granitos protomiloníticos de Cañada de los Cerros y de Bolívar

Ocurren en dos zonas aflorantes. La más importante en el límite este - noreste del Departamento formando parte del sustrato de la cuenca de la cañada de los Cerros. La segunda zona aflorante es una pequeña área ubicada al oeste de la localidad de Bolívar, contra el Río Santa Lucía.

Es un granito de grano fino y medio, rosado, con biotita y anfíbol como accesorios. Presenta una foliación protomilonítica de direcciones 070° a E-W que se manifiesta en fajas y/o bandas máficas y félsicas de orden centimétrico a milimétrico debido a la deformación de los minerales de cuarzo, feldespato y la planaridad de la biotita.

4.2.1.5. Suite Granítica Mosquitos

Oyhantçabal et al. (2003) agrupa dentro de esta Suite al conjunto de intrusiones graníticas con mineralogías típicamente peraluminosas y grado variable de deformación, que presentan desde texturas francamente miloníticas asociadas a zonas de cizallamiento, hasta granitos. Incluye por lo tanto, a la Formación Mosquitos (*sensu* Campal et al., 1988 y Coronel y Oyhantçabal, 1988).

Los afloramientos de esta suite, en el Departamento de Canelones, se disponen sobre una faja de dirección aproximada 060, que en su borde norte esta delimitada por una zona de Cizalla donde la expresión geomorfológica es

el Cerro Mosquitos y las litologías predominantes son las cuarcitas miloníticas y milonitas graníticas (Figura 3)

El extremo occidental de esta faja, en el Departamento de Canelones se sitúa en el Arroyo Toledo, pudiendo la misma ser correlacionada, luego de ser desplazada por una discontinuidad tectónica situada en el Arroyo Toledo, con los granitos muscovíticos deformados de Punta Espinillo.

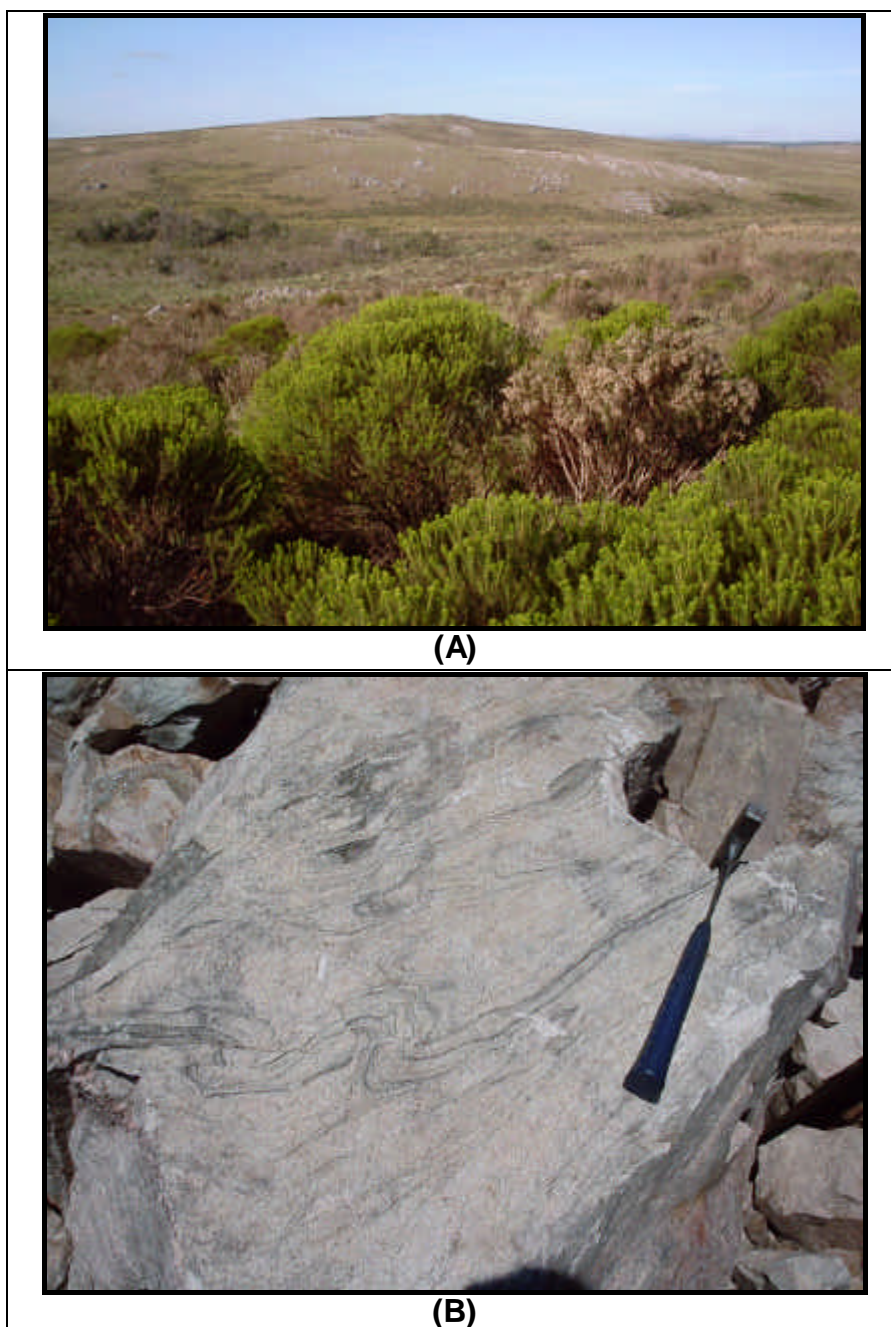


Figura 3. A) Vista panorámica de Cerro Mosquitos y **B)** detalle de las milonitas graníticas de la Suite homónima.

Diversos tipos litológicos forman parte de esta suite los que a continuación se describen.

4.2.1.5.1. Milonitas graníticas y Cuarcitas Miloníticas

Las milonitas graníticas presentan microclina, muscovita, cuarzo con características similares al de las milonitas y textura francamente milonítica.

Las cuarcitas están constituidas por cuarzos de mayor tamaño, con desarrollo de subgranos y fuerte extinción ondulosa y granos de cuarzo de menor tamaño vinculados a recristalización dinámica. Presentan muscovita correspondiente a 3 generaciones, cristales mayores que desarrollan con frecuencia *mica fish*, sericita sintectónica y grandes cristales tardíos poiquilíticos.

4.2.1.5.2. Granitos muscovíticos protomiloníticos

Al sur de las cuarcitas y milonitas graníticas se desarrollan *granitos* muscovíticos y a dos micas, equigranulares y porfiroides con fenocristales de microclina. La matriz está constituida por microclina, plagioclasa, cuarzo, biotita, apatito y circón.

Las rocas deformadas de esta unidad se caracterizan por una foliación de dirección 060/90 y lineaciones de estiramiento promedio 20 al 070. En su extremo nororiental la foliación está arqueada llegando a direcciones 090. Este arqueamiento se vincula a la actividad de la falla de Sarandí del Yí.

4.2.1.5.3. Granito del Arroyo de Coronilla

Este granito fue definido por Jones (1956). La zona de mayores afloramientos se desarrolla al este de los Cerros de Piedras de Afilas y al sur del Granito de Soca, estando parcialmente cubierto por los depósitos de la Formación Libertad.

Litológicamente es un leucogranito de grano fino a medio, predominantemente equigranular. La mineralogía está constituida por: cuarzo, microclina, ortosa y plagioclasa; los accesorios son biotita y muscovita.

Localmente este granito presenta recortes de diques de aplita y pegmatita a biotita de dirección 035-040°.

Desde el punto de vista estructural desarrolla una foliación de orientación 320° - 340°. Por otra parte, se observa una intensa fracturación según las direcciones 040-060° y 340-350°

En el extremo oriental de este cuerpo granítico es frecuente la intercalación en el granito de micaesquistos, a veces grafitosos.

4.2.1.1. Granitoides Tardi a Post Orogénicos

4.2.1.1.1. Granito de Soca

Esta intrusión granítica, definida por Jones (1956) con el nombre de Granodiorita de Tío Diego y redefinida por Bossi et al (1965) como Granito de Soca.

Las áreas principales de afloramientos se sitúan al Este de la localidad de Soca y en la cuenca del curso superior del Arroyo Tío Diego.

Resumiremos aquí el reciente estudio, de esta intrusión, realizado por Oyhantçabal et al. (1998).

Se trata de una intrusión homogénea de aproximadamente 15 x 5 Km., con afloramientos de granito gris verdoso oscuro y granito fuertemente alterado rosado.

Litológicamente se trata de un leucogranito de grano muy grueso, con fenocristales de microclina de hasta 7 cm, que ocasionalmente desarrollan textura Rapakivi. La matriz está constituida por cuarzo y plagioclasa (oligoandesina) en 2 generaciones, biotita, anfíbol, circón, apatito, allanita y esfeno. Los enclaves co-magmáticos son frecuentes.

Las características petrográficas señaladas, las bajas concentraciones de CaO, Al₂O₃ y P₂O₅, la elevada relación FeO/(FeO+MgO) y K₂O/Na₂O, la riqueza en álcalis, Nb, Y y Tierras Raras livianas, llevan a Oyhantçabal et al. (1998) a postular que se trata de un Granito de tipo Rapakivi.

4.2.1.1.2. Granito de Estación Sosa Díaz

Esta intrusión granítica fue definida por Coronel et al. (1988) y está expuesta fundamentalmente en la cañada Piedra del Toro, estando la mayor parte de la intrusión cubierta en los interfluvios por los sedimentos de la Formación Libertad.

Si bien no están expuestos los contactos de la intrusión, la roca caja estaría constituida hacia el norte por granitos deformados de la Suite Mosquitos y hacia el sur por la Unidad Ortoneises de Punta Carretas.

Los afloramientos son escasos y restringidos a las zonas bajas.

Según Coronel et al (1988) litológicamente se trata de un granito a biotita de grano medio. La mineralogía es cuarzo, microclina, plagioclasa, ortosa, biotita como accesorios se observa muscovita, epidoto y apatito; posee enclaves básicos y recortes pegmatíticos a biotita. Ocasionalmente desarrolla una planaridad 050°.

4.2.1.1.3. Granito de Empalme Olmos

Esta intrusión granítica fue identificada por Jones (1956) como "Granodiorita de Cañada Grande". En este trabajo seguimos la recomendación de Coronel y Oyhantçabal (1988) y mantenemos la denominación Granito de Empalme Olmos, por constituir una referencia geográfica mucho más conocida.

Los afloramientos de este granito se desarrollan al Este del curso medio del Arroyo Pando.

La roca caja de la intrusión son Ortoneises correspondientes a la Unidad Punta Carretas en la zona occidental y granitoides deformados de la Suite Mosquitos en la porción oriental.

Da lugar a afloramientos en bochas y a zonas de mayor alteración donde se emplazan algunas grandes canteras de balasto.

La litología predominante es un granito porfiroide, biotítico, a grandes fenocristales de microclina, con orientación preferencial 050, de color gris en afloramientos de roca fresca, mientras que en la porción más occidental,

predominan composiciones granodioríticas asociadas al aumento de la abundancia de plagioclasa y biotita y la disminución de microclina.

La textura de la matriz es hipidiomorfa con plagioclasas subautomorfas zoneadas, con núcleo An35 y borde An20, la biotita es abundante con pleocroísmo ZY marrón amarillento, X amarillo amarronado y el cuarzo es xenomorfo y presenta extinción ondulante. Los accesorios más frecuentes son apatito, esfeno, circón y opacos.

4.2.2. Neoproterozoico

4.2.2.1. Milonitas del Arroyo Solís Grande

Esta unidad se desarrolla en el borde Este del Departamento, en las cercanías del Arroyo Solís Grande. Agrupa a rocas que poseen una importante deformación y foliación con direcciones predominantes NS a 030°.

Las rocas originales corresponden en su mayor parte a metasedimentos, ocasionalmente granitos y excepcionalmente anfibolitas.

Las rocas metasedimentarias son micaesquistos, donde la paragénesis es cuarzo, biotita, sericita y los accesorios opacos y turmalina. La textura es granolepidoblástica.

Los granitos mineralógicamente están constituidos por cuarzo, plagioclasa, microclina y muscovita accesoria, como minerales secundarios se destaca clorita, evidenciando un retrometamorfismo vinculado a la deformación. Corresponden a lo que Jones (1956) definiera como Granito del Arroyo Quebracho.

4.2.2.2. Cuarcitas del Arroyo Sarandí

En un área pequeña, cerca del curso superior del Arroyo Sarandí afloran cuarcitas de color blanquecino, con muscovita y hematita. Granulométricamente varían desde areniscas finas hasta muy gruesas.

Se desarrollan como una faja de rumbo general 030°. No se han encontrado criterios que permitan ubicar cronológicamente a esta Unidad

aunque se podría correlacionar tentativamente con los sedimentos de la Formación Piedras de Afilas.

4.2.2.3. Formación Piedras de Afilas

Se trata de una sucesión predominantemente silicoclástica grano y estrato decreciente de potencia real aproximada de 700m. La misma conforma una banda discontinua de rumbo general NW – SE y buzamiento en el entorno de los 40°S, sin embargo, presenta localmente variaciones mayores en el buzamiento de los estratos (alcanzando la vertical) e inversión de los mismos (Figura 4a).

La base de la Formación, de potencia aproximada a los 30 m, se encuentra en discordancia erosiva con el granito de Soca (1800 ± 150 ma, Umpierre y Halpern, 1971 Rb/Sr, roca total). Está constituida por pequeños ciclos granodecrecientes de potencia centimétrica desde conglomerádicos con clastos subangulosos del basamento a areniscas gravillosas cuarzosas bien redondeadas, en general masivos y con estratificación cruzada planar, los cuales se alternan con arcillitas arenosas finas grises con laminación plano paralela y estructuras de tipo lenticulares.

En discordancia erosiva sobre la unidad anterior se desarrolla un paquete de 300m de potencia de areniscas medias a gruesas, cuarzosas, grisáceas a blanquecinas, bien seleccionadas las que conforman subciclos estratodecrecientes con *ripples* de tendencia asimétrica en el techo de cada estrato. Estos ciclos alternan con areniscas limosas finas, ferruginosas y areniscas silicificadas rosadas ocasionalmente con cristales de pirita. Las estructuras encontradas permiten efectuar mediciones de paleocorrientes las cuales se ubican en el entorno de N10-20W y N65-80W. Esta unidad grada a pelitas grisáceas a lila con estratificación predominantemente plano paralela y ocasionales lentes de arena fina a muy fina y laminación ondulada. En general muestran clivaje de fractura transpuesto a la S_0 de dirección variable. Esta unidad, de potencia aproximada a los 350m, se encuentra fuertemente intruída por diabasas.

La sucesión culmina con calizas grises a blancas de potencia aproximada a los 30m, con estratificación plano paralela, a veces plegadas, afectadas también por las rocas básicas intrusivas. El contacto entre las calizas y las pelitas es gradacional; se observan niveles de margas lilas finamente laminadas. La gran variedad de estructuras sedimentarias, de los niveles clásticos de la Formación, (Figura 4b) permiten definir paleocorrientes en dos direcciones predominantes: N20E y N80E.

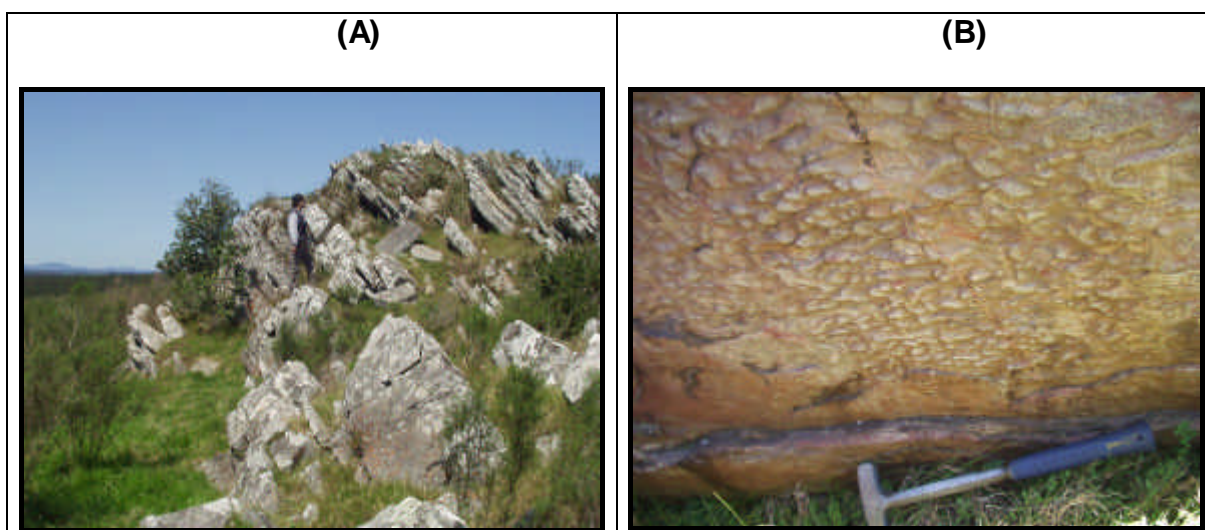


Figura 4. A) Vista de las cuarcitas aflorantes en los Cerros Piedras de Afilar. Nótese la inclinación de los estratos (aproximadamente 40° al SW). **B)** Estructuras de carga en areniscas de la Formación.

Desde el punto de vista genético, los registros deposicionales ponen en evidencia condiciones vinculadas a un sistema plataformal- marino a plataforma carbonática

A partir del reconocimiento de la actitud estructural de los estratos y la sobreimposición de los efectos de la deformación frágil - dúctil en la sucesión, se reconocen dos eventos tectónicos principales a saber: uno de tipo distensivo y otro compresivo. El evento distensivo habría ocasionado el basculamiento monoclinal de la sucesión a una posición aproximada N40°W/45°SW; el compresivo es el que generó fallas de desplazamiento horizontal en dirección E-W y N-S.

La única edad radimétrica disponible es la de Cingolani et al. (1990) quienes datan las pelitas, mediante el método K/Ar en roca total, obteniendo una edad de 382 Ma. Por otra parte si se consideran las relaciones de campo

entre esta Unidad y el granito intrusivo de La Tuna puede señalarse una edad anterior a la intrusión granítica por lo que si bien el macizo de La Tuna no está datado el mismo correspondería a una edad del Neoproterozoico tardío. Por otra parte la edad K/Ar de 382 Ma de Cingolani et al (1990) podría corresponder a la fase tardía de emplazamiento de las diabasas que recortan la secuencia detrítica.

4.2.2.4. Diabasas de Piedras de Afilas

Se trata de un conjunto de rocas básicas que intruyen con estructura de filón y filón capa en los sedimentos de la Formación Piedras de Afilas, su localización estaría restringida al área de ocurrencia de dicha Formación.

Coronel et al (1982) observaron la alternancia de rocas de grano fino y grueso sustentando así la hipótesis de que cada filón corresponda a más de una etapa intrusiva.

Según Coronel et al (1982) las rocas de grano fino poseen textura subofítica a intersectoral. La mineralogía está constituida por un anfíbol pleocroico (actinolita), plagioclasa (albita), clorita verde clara y epidoto (pistacita) en la matriz y en venillas.

Las rocas de grano grueso presentan textura pseudo-lamprofídica, con grandes cristales de actinolita uralítica con centro de piroxeno (augita) inmersos en una matriz a cuarzo, plagioclasa, clorita y epidoto, en ocasiones la plagioclasa está en grandes cristales.

Petrográficamente corresponden a microgabros o diabasas y gabros con fuerte alteración, donde el magma tendría una composición aproximada a un basalto toleítico.

4.2.2.5. Granito de Arroyo La Tuna

Este granito que presenta una forma elongada de dirección NNW, ocurre paralelo al curso medio del Arroyo La Tuna, en el sureste del Departamento, aflorando en la margen W-SW. Afloramientos menores se conocen en las

cabeceras del Arroyo del Bagre y en la costa del balneario Araminda. En general los afloramientos, de este macizo, son escasos y de mala calidad.

Se trata de un leucogranito de grano fino y medio, con escasa biotita isótropo de color rosado a blanco rosáceo.

No existen dataciones de este granito no obstante se estima una edad similar a otros macizos con características comunes cuyas dataciones dan edades en el entorno del Neoproterozoico.

4.2.3. Cambro-Proterozoico

4.2.3.1. Granito de La Paz

Se trata de un macizo que se localiza en los alrededores de las ciudades de La Paz y Las Piedras del Departamento de Canelones e incluso ocupa una pequeña parte de la región centro-norte del Departamento de Montevideo.

Los afloramientos naturales son muy escasos, el macizo en superficie y cercano a la misma se presenta alterado y en gran parte cubierto por una débil cobertura de los sedimentos de la Formación Libertad, que transgreden el macizo impidiendo la observación de las relaciones de contacto con las encajantes.

El conocimiento de las rocas de este macizo se debe, en buena parte, a la existencia de abundantes canteras, que se dedican a la explotación del material alterado (eluvión) y fresco, lo que permite una excelente visualización de la roca.

La geología del macizo es conocida desde hace bastante tiempo: Walther (1919), Bossi (1965), Cardellino y Ferrando (1969), Precciozi et al (1985).

Oyhantçabal et al. (1990) realizan un estudio petrográfico, geoquímico y estructural del área del macizo. Se expone aquí una síntesis de los aspectos petrográficos sustantivos señalados por dichos autores.

Se trata de un granito donde se reconocen dos facies principales: una porfiroide y otra equigranular. Asimismo, se reconocen enclaves máficos

biotíticos y enclaves de pórfido microgranítico. De manera discordante, ocurre una importante actividad filoniana básica y ácida.

- **Granito porfiroide.** La mayor parte del Granito de La Paz está constituido por este facie. Se trata de un granito con fenocristales de microclina de hasta 3x4 cm de naturaleza blástica, que incluyen a los demás minerales, presentan zonación, e intensa pertitización y albitización. La plagioclasa es albita, en pequeños cristales euhedrales y escasos cristales grandes de oligoclasa zoneada con inclusiones de máficos. El cuarzo ocurre en dos generaciones, cristales xenomorfos con extinción ondulosa y de mayor tamaño y forma subhedral. La ortosa es escasa, se observa en cristales escasamente pertíticos y muy albitizados, rodeados de plagioclasa, conformando texturas tipo *Rapakivi*. La biotita presenta pleocroísmo marrón, algo cloritizada. El anfíbol tiene pleocroísmo verde y 2Vx cercano a 30°. Los accesorios son circón, apatito y opacos. En la microclina suelen aparecer inclusiones esféricas de cuarzo, calcita y opacos rodeados de anfíbol. Su composición modal es la siguiente: Cuarzo 25%; Feldespato alcalino 59%; Plagioclasa 18%; ferromagnesianos 4%. Corresponde a un granito alcalifeldespático, según Streckeisen (1973).

- **Granito equigranular.** Aparece fundamentalmente en el borde sur del cuerpo (canteras de la Paz y Demarco). Es un granito equigranular rosado, que presenta grano medio donde los cristales de feldespato alcalino poseen un tamaño de 8 a 10 mm. Mineralógicamente, está constituido por ortosa pertítica fuertemente albitizada, microclina pertítica, cuarzo en dos generaciones, albita en cristales automorfos, biotita con pleocroísmo verde y pequeño 2V (indicaría tendencia alcalina). Como accesorios: epidoto, calcita, opacos y anfíbol. Su composición modal es la siguiente: cuarzo 24 %, plagioclasa 18 %, feld. alc. 53 %, ferromagnesianos 5 %.

- **Enclaves máficos biotítico:** Son enclaves de dimensiones centimétricas a decimétricas, normalmente elongados con un eje que buza pocos grados al NW. Mineralógicamente se constituyen de biotita (60-70%), anfíbol verde, plagioclasa y dos generaciones de abundante apatito.

- **Enclaves de pórfido microgranítico.** Se trata de enclaves cuyas dimensiones llegan al orden de 1,5. Presentan fenocristales de cuarzo y

microclina en una matriz de grano fino compuesta por microclina perfitica, plagioclasa, cuarzo, biotita, hornblenda verde, circón y apatito. Composicionalmente corresponden a granitos **tipo b** según la clasificación de Streckeisen, A. (1973).

- **Actividad filoniana ácida.** Está representada por filones aplíticos y pegmatíticos con estructura gráfica y frecuentes cavidades miarolíticas.

- **Actividad filoniana básica.** El cuerpo granítico presenta filones básicos con frecuentes xenocristales corroídos de feldespatos alcalinos y cuarzo. El tipo de roca oscila entre microdioritas cuarzosas, diabasas y traquitas.

4.2.A Geología Estructural

En la estructura geológica del Basamento Cristalino que se ubica en la región suroriental del Departamento de Canelones, se reconocen claramente 3 zonas:

a) La zona Oeste, que abarca las áreas aflorantes del centro y sur del Departamento.

b) La zona Centro-este y sureste, desarrollada fundamentalmente al norte y este del Granito de Soca.

c) La zona Este comprendida al sur del Granito de Soca y al Este del Arroyo Sarandi.

La zona Oeste se caracteriza por rocas estructuralmente similares a las del Departamento de Montevideo. Se trata de relictos de una secuencia supracortical con metamorfismo de grado medio a alto y pliegues isoclinales. La foliación de estas supracorticales es retomada por la deformación que afectó a los Ortoneises de Punta Carretas, por lo que presenta orientaciones similares a estos últimos.

Las litologías metamórficas aparecen de dos maneras, como cuerpos de dimensiones kilométricas (en particular en los alrededores de la localidad de Soca) y como xenolitos de dimensiones métricas a decamétricas en ortoneises (ejemplos de estas estructuras se reconocen en las Puntas Santa Rosa y Corralito).

La foliación principal que afecta a ortoneises y supracorticales muestra direcciones variables entre 030° y 065° . Esta variación posiblemente sea debida a la ocurrencia de pliegues abiertos de plano axial de orientación 030° .

El otro rasgo estructural dominante de esta zona es una cizalla subvertical de orientación 060° , que se extiende desde la margen oriental del Arroyo Toledo hasta el extremo Este de los Cerros Mosquitos, donde es cortada por una falla de dirección nor-noroeste que la enfrenta a granitos deformados de orientación 330° . Esta zona de cizalla controla el emplazamiento de granitos peraluminosos (Suite granítica Mosquitos), los que hacia el Norte se presentan fuertemente deformados dando lugar a milonitas graníticas y milonitas cuarcitas (generadas por la deformación del granito). Las lineaciones de estiramiento dominante medidas en esta cizalla tiene orientación $20^{\circ}/070^{\circ}$ por lo que se considera que se trata de una cizalla transcurrente. La zona centro-este de esta cizalla evoluciona hasta orientación este-oeste, por efecto de plegamiento de arrastre atribuible a la influencia de la zona de cizalla de Sarandi del Yí.

La zona centro-este y sureste se caracteriza por una intercalación de granitos deformados y supracorticales de la Formación Montevideo, deformadas con direcciones que evolucionan desde 330° en el Oeste a 360° en el Este, conformando un pliegue de arrastre vinculado a la zona de cizalla de Sarandi del Yí. En estas milonitas no fue posible reconocer indicadores cinemáticos claros. En el sureste, al sur del Granito de Soca se encuentran el Granito del Arroyo de la Coronilla y la Formación Piedras de Afilas. El Granito del Arroyo de la Coronilla desarrolla una planaridad incipiente noroeste y xenolitos de micaesquistos con la misma orientación, lo que reflejaría la influencia de la estructura del basamento en el emplazamiento de este Granito. La Formación Piedras de Afilas, está basculada $40-50^{\circ}$ hacia el suroeste, lo que

parece estar reflejando también la influencia de una estructuración noroeste en el Basamento, reactivada por un episodio distensivo.

La zona este, ubicada en la margen occidental del Arroyo Solís Grande se caracteriza por rocas miloníticas con fuerte deformación y foliación N-S. Los protolitos son variables desde graníticos hasta anfibolitas y micaesquistos. Estas milonitas forman parte de la megaestructura de cizalla de Sarandi del Yí.

La tectónica rígida está representada por fallas de 3 familias principales de direcciones: fallas destrales 340°, fallas destrales E-W (falla “del ferrocarril” en Formación Piedras de Afilar) y fallas 060°-070° de tipo gravitacional, vinculadas al desarrollo del *rift* de Santa Lucía.

4.2.4. Mesozoico

4.2.4.1. Jurásico Medio

4.2.4.1.1. Formación Puerto Gómez

La Formación Puerto Gómez, fue definida por Bossi (1966) como basaltos espilíticos vacuolares que se desarrollan al SE y S del país, el mismo Bossi (1981) define en esta Formación dos litologías: basaltos y andesitas.

En el Departamento de Canelones, las exposiciones superficiales ocurren en dos pequeñas áreas próximas a las localidades de Sauce Solo (al norte de Migués) y junto al Río Santa Lucía en los alrededores del pueblo Bolívar.

Las litologías de estas áreas básicamente están constituidas por: basaltos vacuolares espilíticos, basaltos masivos de grano fino con escasas vacuolas y basaltos olivínicos (Figura 5). Las vacuolas normalmente de tamaño pequeño de hasta 0,5 cm están rellenas y tapizadas por diversos minerales, los más frecuentes son ceolitas yeso y anhidrita. La matriz masiva es fina y afanítica, de composición basáltica de coloración gris verdosa cuando fresco y diversos tonos de marrón en estado de alteración. Con relación al espesor, esta unidad en subsuperficie presenta en promedio valores del orden de 70 metros, siendo el máximo de 148 m en el pozo Piedra Sola (Veroslavsky, 1999). El mapa de isópacas muestra que la Formación tiene una distribución constante con un adelgazamiento al Oeste, lo que estaría indicando que la

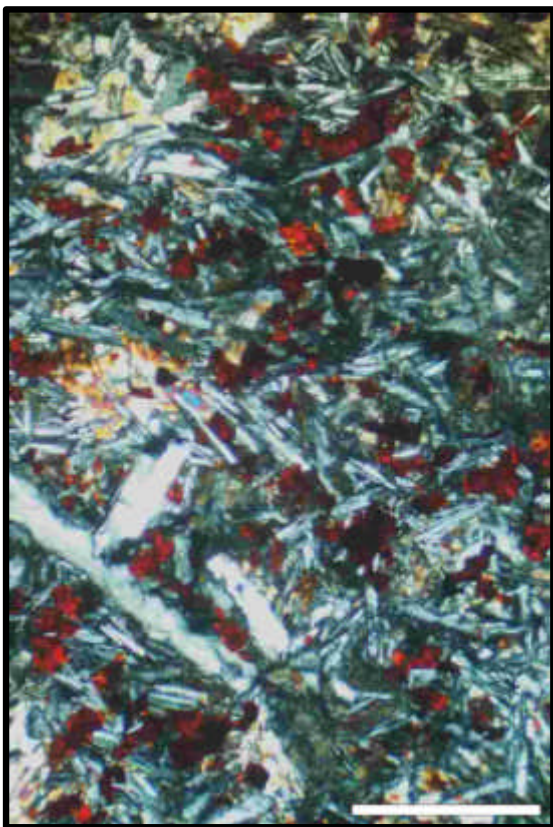


Figura 5. Microfotografía de preparado petrográfico de basalto olivínico de Formación Puerto Gómez. Obsérvese la textura ígnea típica y los olivinos iddingsitizados (LP x10). Escala: longitud de la barra 0.5mm

cuenca no estaba compartimentada durante la efusión de los derrames. (Veroslavsky *op. cit.*)

Con relación a la edad, una datación K-Ar, roca total, de una muestra de basalto situada en Canelones (Hoja Tala) resultó en 165 +/- 16 Ma. (Veroslavsky *op. cit.*)

La unidad es discordante en la base y en el techo. Reposo en las rocas del basamento proterozoico y es cubierta por sedimentos del cretácico, terciario y cuaternario

4.2.4.2. Cretácico Inferior

4.2.4.2.1. Formación Migués

Esta unidad litoestratigráfica definida por Bossi J. (1966) aflora principalmente en la porción oriental del Departamento de Canelones. Integra lo que Jones G.(1956) denominó “facies Migués”, “facies Montes” y “facies Tala”. En aquella definición quedaron incluidas las areniscas finas, limolitas y arcillitas grises oscuras a negras de lo que posteriormente se incluyó en Zambrano (1974) en la Formación Castellanos.

La Formación Migués, según Veroslavsky (1999), está integrada por areniscas finas a muy finas, rojas a rosadas, con estratificación cruzada, que se intercalan con pelitas, arcillitas y areniscas pelíticas de colores castaños y verdosos, masivas o laminadas. Asimismo, ocurren frecuentemente intercalaciones de cuerpos lenticulares conglomerádicos y en la base algunos niveles centimétricos de arcillitas y pelitas grises y marrones.

En afloramientos fue posible observar una sucesión métrica de orto y paraconglomerados rojizos a violáceos, polimícticos, con clastos de cuarzo, lavas, basamento cristalino e intraclastos pelíticos, de base irregular, con clastos angulosos a subangulosos, con estratificación mal definida (Figura 6). Se intercalan a estos areniscas finas a medias y wackes, con matriz limo arcillosa rojiza, de espesor métrico, con estratificación entrecruzada, gradacional y horizontal plano-paralela, ocasionalmente con rizolitos. También se observaron delgados niveles de pelitas arenosas masivas y laminadas, de color marrón, rojizas y grises, con contenido variable de carbonatos (margas).

El espesor máximo de esta Formación alcanza los 2160 metros (pozo Sauce), pudiendo los niveles pelíticos llegar a 300 metros (pozos Sauce 1 y Piedra Sola, (Veroslavsky 1999).

El contenido paleontológico esporo-polínico de esta Formación fue descrito por Campos et al. (1997) y Campos (1998) en muestras de testigos de perforación, que evidenció condiciones climáticas cálidas y húmedas. La edad Albiense de esta unidad fue determinada a partir de la presencia del género *Stephanocolpites* y de la especie *Cyclocristella senticosa* (Veroslavsky, 1999).

Se atribuye que la sedimentación de esta unidad se procesó en ambiente continental, controlada por efectos tectónicos que dieron lugar a intervalos de tiempo donde opero una sedimentación rápida y con importantes gradientes de energía e intervalos de tiempo con bajo gradiente.

Durante las etapas de mayor inestabilidad tectónica, los registros deposicionales, caracterizados por orto y para conglomerados y areniscas de granulometría variada muestran subsistemas de abanicos aluviales y fluviales en cambio en los intervalos de cierta estabilidad ocurren registros de ambientes lacustrino (limo arcillitas grises y rojas) con momentos variables de condiciones oxido reductoras.

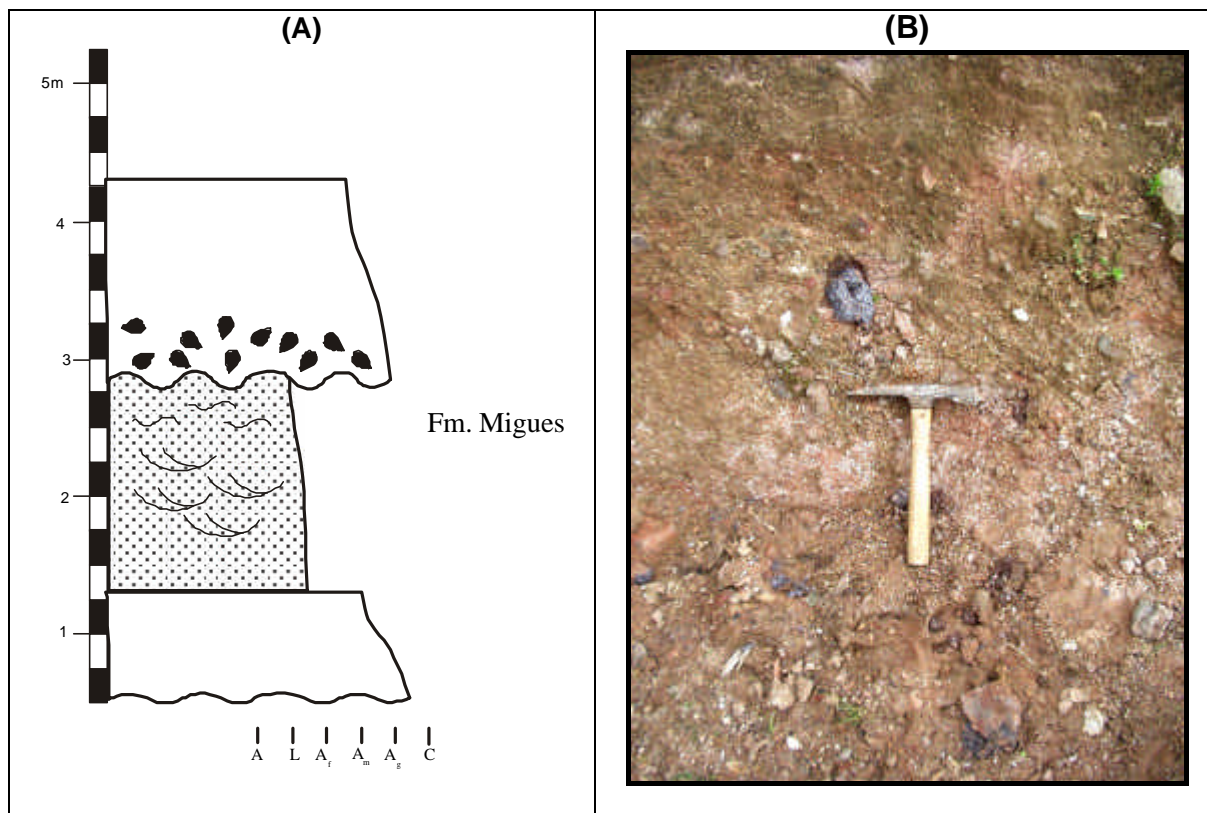


Figura 6. A) Perfil de afloramiento de la Formación Migues.y **B)** Paraconglomerado polimíctico (detalle de clasto de basalto vacuolar) con matriz arcillo-arenosa de la Formación Migues (afloramiento de cantera, al sur de la localidad de Montes).

Las relaciones de contacto en la base son discordantes con el basamento proterozoico y con las lavas de la Formación Puerto Gómez. Al tope se relaciona discordantemente con las Formaciones Mercedes y Queguay y demás unidades cenozoicas.

4.2.4.3. Cretácico Superior-Paleoceno

4.2.4.3.1. Formación Mercedes

La Formación Mercedes ocupa en superficie las porciones central y nor-oriental del Departamento de Canelones. Las zonas de afloramiento están esencialmente ubicadas en las áreas de laderas medias y bajas y valles siendo a su vez cubiertas, en forma parcial, por sedimentos fluviales cuaternarios.

Serra (1945) designó como “areniscas de Mercedes” a un conjunto de sedimentos arenosos, más o menos conglomerádicos, de color blancuzco con intercalación de material calcáreo, que describió en la perforación de aquella ciudad en el Departamento de Soriano.

Bossi (1966) la definió según el Código Estratigráfico en la categoría de Formación, estando caracterizada por: areniscas finas a gruesas y conglomerádicas, de colores blancuzcos, con importantes variaciones litológicas verticales y laterales. Posteriormente, Bossi (1975) la redefinió siendo caracterizada por: areniscas, conglomerados, pelitas y calcáneos.

Goso, C. (1999) propuso agrupar a esas litologías en dos miembros: Yapeyú y del Chileno. Aquí se describen las litologías arenosas aflorantes en Canelones correspondientes al Miembro Yapeyú. También, se incluyen y se describen en la Formación Mercedes a las litologías arenosas ferrificadas que tradicionalmente se ubicaban en el Miembro el Palacio de la Formación Asencio (Bossi, 1966) y que Goso, C. (1999) definió como Geosuelo del Palacio.

Considerando el conjunto de la Formación Mercedes, los espesores máximos en el Departamento de Canelones, son del orden de los 60 metros en tanto que las relaciones de contacto con la infrayacente Formación Migués son discordantes siendo cubierta discordantemente con las unidades cenozoicas.

Desde el punto de vista cartográfico no fue posible, a esta escala de mapeo, la separación de los miembros Yapeyú y Geosuelo del Palacio por lo que ambas unidades se han agrupado, en el mapa, como Formación Mercedes y que aquí se describen por separado.

4.2.4.3.1.1. Miembro Yapeyú

Este miembro está litológicamente constituido por areniscas de granulometría variada, en las que predominan las finas, de regular a buena selección, redondeadas a subredondeadas, cuarzosas a cuarzo-feldespáticas y a veces con cemento silíceo, con intercalaciones de niveles conglomerádicos, polimícticos, subangulosos a subredondeados con matriz arenosa fina y a veces con cemento silíceo. Los colores son blancuzcos a grises claros.

Se considera que la sedimentación de esta unidad se procesó en ambientes de tipo fluvial, asociados a la fase asentamiento de la cuenca, con variaciones litológicas que denotan cambios en las condiciones sedimentarias, bajo clima semiárido.

4.2.4.3.1.2. Miembro del Palacio o Paleosuelo Palacio

Se incluyen bajo esta denominación a un conjunto de litologías predominantemente arenosas que muestran la actuación de intensos procesos de ferrificación. Si bien en el Departamento de Canelones y a la escala de trabajo de este mapeo resulta difícil de separar, fue posible observar afloramientos correspondientes a este miembro al sur de Tala, alrededores de la localidad de El Dorado (próximo a Las Piedras) y próximo a las represas del Arroyo Canelón Chico y Aguas Corrientes.

Se trata de areniscas finas, cuarzo-feldespáticas, subredondeadas a subangulosas, con abundante cemento ferruginoso (óxido de hierro), lo que le imprime una alta tenacidad y color rojizo. En ocasiones se preservan las geometrías estratales. Son bastante frecuentes las concreciones centimétricas.

4.2.5. Cenozoico

4.2.5.1. Paleoceno

4.2.5.1.1. Formación Queguay

Los depósitos carbonáticos en la Cuenca de Santa Lucía tradicionalmente han sido considerados como pertenecientes a la Formación Mercedes (Cretácico Superior) y asignados a una sedimentación lacustre. Son litocorrelacionables con las calizas silíceas y calcarenitas que existen en la Cuenca del Litoral de Uruguay, donde fueron separadas como Calizas del Queguay (Lambert R., 1939) y que Bossi J. (1966) la definió como Formación Queguay.

Han sido observadas litologías calcáreas asignables a esta unidad en cuatro localidades del Departamento de Canelones a saber: próximo al Arroyo Solís Grande (al sur de Solís de Matajojo), en Sauce Solo (Figura 7), en el Arroyo La Pedrera (al sur de San Jacinto) y en la cañada de la Horqueta próximo al Arroyo Piedra Sola. En algunas de estas localidades las mencionadas litologías fueron manufacturadas para la fabricación de cal.

Según Coronel y Oyhançabal (1988), la disposición de esta unidad ocurre en forma de lentes o bancos subhorizontales con una potencia estimada del orden de los 15 a 20 metros.

Litológicamente, según Veroslavsky et al. (1997) se trata de areniscas calcáreas, calizas arenosas, calizas macizas y calizas fosilíferas (Figura 7) En lo que sigue se resumen las descripciones de los mencionados autores:

Las areniscas con cemento calcáreo son de grano medio a grueso a conglomerádicas, con clastos subredondeados de cuarzo y feldespatos, y de moderada selección. El cemento es calcítico grano-esparítico rellenando poros y grano-micrítico reemplazando plagioclasas. Los clastos de cuarzo muestran evidencias de disolución y superficies pulidas. Es común la estratificación cruzada en artesa y tabular planar. Los niveles más groseros muestran geometrías acanaladas y gradación granulométrica (Figura 8).

Las calizas arenosas presentan más de 50% de carbonato distribuido de forma heterogénea. Muestran reemplazo parcial de los componentes silicoclásticos por calcita grano-micrítica, con variedad de figuras de disolución, a la vez que la calcita grano-esparítica ocupa espacios intergranulares. Las geometrías son de base plana y techo curvo.

Las calizas macizas son tenaces, calcíticas de grano-micrítico, subordinadamente esparíticas y en parte silicificadas; el reemplazo de los componentes silíceos son casi totales y los granos de cuarzo flotan en la matriz carbonática equigranular. Las geometrías son tabulares y de espesor métrico. Las calizas fosilíferas presentan textura nodular, algo silicificadas con espesor métrico y continuas lateralmente. Se reconocen gastrópodos terrestres (*Eoburus*), endocarpos de *Celtis* sp., rizolitos y nidos de himenópteros (*Celliforma*), indicando esta asociación elementos característicos de paleosuelos (Veroslavsky et al., 1997).

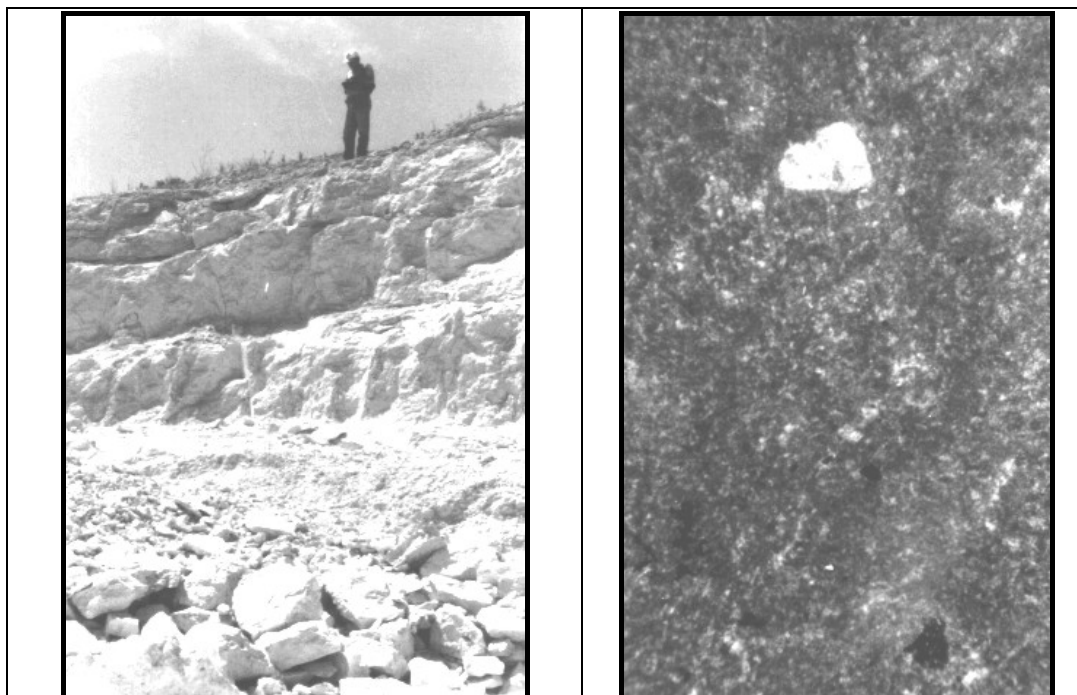


Figura 7. Vista de un frente de explotación de calcretas de aguas subterráneas en Sauce Solo y microfotografía de una muestra de ese perfil, en donde se observan clastos de cuarzo con bordes corroídos flotando en matriz micrítica (x35, nicolex cruzados). Fuente: Veroslavsky et al. 1997.

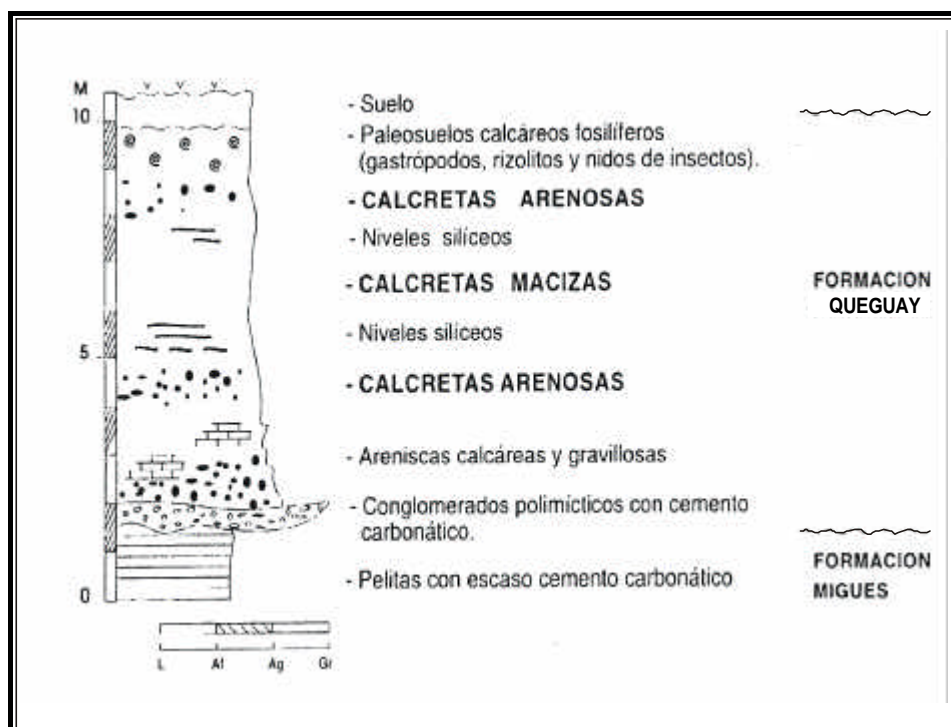


Figura 8. Perfil norte de cantera de calizas en Sauce Solo. Modificado de Veroslavsky et al. (1997).

Desde el punto de vista genético, el depósito original habría sido generado a partir de procesos continentales fluviales, los restos de una

importante acumulación de detritos groseros polimícticos, con estructuras canalizadas y entrecruzadas pondría de manifiesto este primer evento, no descartándose la posibilidad de que estos episodios continentales fuesen correlacionables con las formaciones del Cretácico Superior o Inferior.

El segundo evento está materializado con la generación de calcretes sobre los protolitos sedimentarios anteriores. Según los mismos autores, el origen está relacionado a calcretas de aguas subterráneas, con la sobreimposición de calcretas pedogénicas.

La edad del proceso de calcretización en función de las relaciones estratigráficas y el contenido fosilífero se ubica en el Paleoceno (Martínez et al., 1997).

Las relaciones de contacto de la Formación Queguay en la base son discordantes con el basamento cristalino proterozoico y la Formación Migués. En ocasiones se cubre discordantemente con depósitos de la Formación Libertad.

4.2.5.2. Oligoceno Superior

4.2.5.2.1. Formación Fray Bentos

Se trata de depósitos sedimentarios de origen continental, conocidos en el país desde el siglo pasado. Fueron definidos con criterio litoestratigráfico por Goso, H. (1965).

El mapeo de superficie muestra que esta unidad aflora en dos regiones del Departamento: en la región occidental y noroccidental y en la región suroriental (Figura 9).

La región occidental y noroccidental es el área donde la Formación tiene su mayor expresión superficial marcando una morfología propia y siendo el material madre generador de la mayor parte de los suelos de dicha región.

En la región suroriental, la Formación aparece aflorando en áreas localizadas y de forma dispersa sin mostrar un padrón geomorfológico regionalizado ni tampoco participar significativamente en la génesis de los suelos de esa región. Se reconocen en esta área las siguientes zonas

aflorantes: Norte de los Bañados de Carrasco, Sur de Soca, Cuenca del Arroyo de Los Padres, Cañada de Talita, Puntas del Arroyo Sarandi y curso inferior del Arroyo del Tigre.

En profundidad, las observaciones de testigos de perforaciones indican que la unidad se reconoce, formando parte del sustrato de la faja costera y de la región central y norte del Departamento: Bañados de Carrasco alrededores de las localidades de Santa Rosa, Castellanos y San Ramón.

La revisión de los datos de los sondeos, de la faja costera desde Bañados de Carrasco hasta Jaureguiberry, muestra que la unidad se localiza



en pequeños depocentros de algunos kilómetros cuadrados, asociados a áreas de paleobahías y microdepresiones en zonas del interior del basamento cristalino. Los datos registran espesores variables: entre los 10 y 60 metros.

Figura 9. Afloramiento de diamictitas de Formación Fray Bentos en la costa de Canelones.

En todos los casos la unidad está apoyada en rocas del basamento cristalino siendo cubierta por depósitos del terciario superior y cuaternario.

En la región central y norte del Departamento la unidad se desarrolla, en profundidad de manera continua, hacia el este ocurre ocupando micro depocentros aislados que se entallaron, en rocas del cretácico. Está apoyada en las rocas sedimentarias del cretácico y cubierta parcialmente por sedimentos cenozoicos de las formaciones Raigón, Libertad, Chuy, Dolores y del cuaternario reciente. Con relación al espesor, se observa que los mismos, aumentan desde la zona central hacia el oeste. Por ejemplo en sondeos de las localidades de San Ramón y Santa Rosa es de 20 a 30 metros aproximadamente, mientras que hacia el oeste mayor a 111 metros en Parador

Tajes y 90 metros en Rincón de la Bolsa (Departamento de San José). Se define así un depósito con forma de cuña de dirección este oeste y ápice hacia el este.

Desde el punto de vista geomorfológico, la región aflorante del oeste y noroeste del Departamento, es la que imprime a la unidad, rasgos geomorfológicos propios. En esa área, la Formación se caracteriza por generar un paisaje de lomadas tipo ondulado a fuertemente ondulado, cóncavo convexas a plano convexas. Las laderas son planas a plano convexas, presentan pendientes asimétricas debido a la ocurrencia de facies de coluvionamiento que suavizan el relieve. La excepción lo constituyen las laderas que se encuentran frente al valle del Río Santa Lucía, en el límite oeste. Estas mismas poseen pendientes moderadas a fuertes con desarrollo local de escarpes caracterizadas por formas de típicas barrancas, parcialmente degradadas. Es probable que estas formas barrancosas se generaron por procesos relacionados con antiguos frentes de abrasión marino durante las sucesivas transgresiones del terciario y cuaternario.

Los interfluvios son en general aplanados a ligeramente plano cóncavo, seguramente, la ocurrencia de depósitos de cobertura determinan un paisaje con escasa disección. Desde el punto de vista topográfico, la unidad se desarrolla entre cotas de 0 y 25 metros de altitud.

Los afloramientos naturales corresponden a zonas de cornisas discontinuas con procesos de carbonatación y silicificación que se asocian a las áreas de barrancas de abrasión otros afloramientos se reconocen en el piso de los entalles de los principales cursos de agua como los Arroyos Colorado, Canelón Grande y Chico y el Río Santa Lucía. Los afloramientos artificiales básicamente son desmontes de rutas y caminos y canteras.

Desde el punto de vista litológico, de las observaciones de campo y de la información de los registros de los sondeos se reconocen, en orden decreciente de aparición, los siguientes tipos: areniscas finas y muy finas, loess con arena fina y fracción arcilla subordinada, areniscas finas con fracción gravilla dispersa, lutitas mas o menos arenosas, areniscas medias a gravillosas areniscas conglomerádicas a conglomerados. El perfil que a continuación se

presenta (Figura 10), fue realizado en base a los datos correspondientes a la perforación de Parador Tajés y refleja gran parte las litofacies de la unidad.

Las areniscas finas y muy finas presentan variable contenido de fracciones limo y arcilla como matriz. Según Coronel (1988), tres muestras analizadas indican: limo de 34- 63%, arcilla de 3-29% y arena de 12-63%. Son de regular a buena selección y de composición cuarzosa y estructura masiva.

Las areniscas finas con fracción gravilla dispersa, son similares a las anteriores, con clastos de fracciones arena gruesa y gravilla de composición cuarzosa

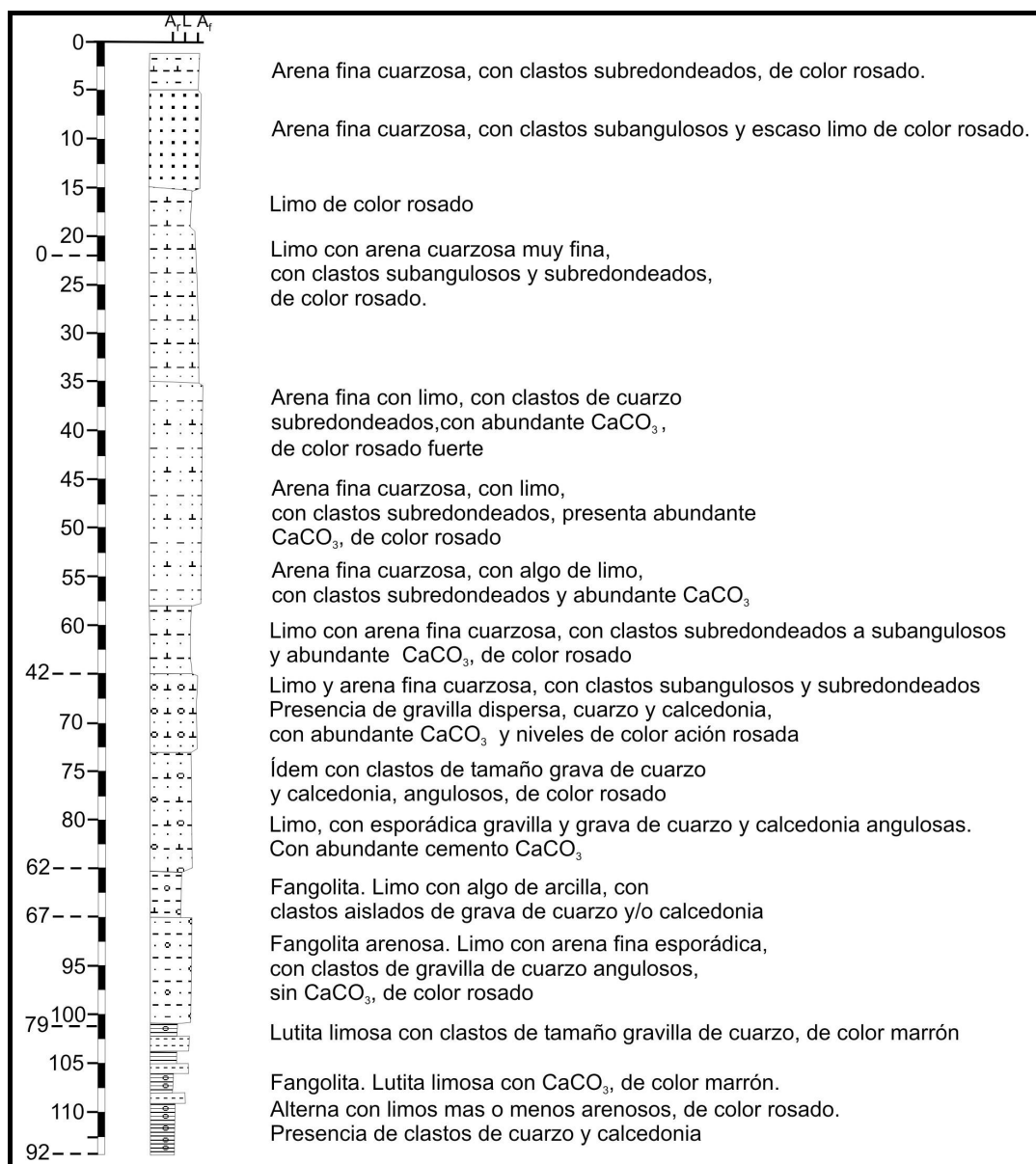


Figura 10. Descripción de las litofacies del perfil de la perforación en Parador Tajés. Referencias: Profundidad máxima: 115 m; Pr: Profundidad; Co: Datum vertical, nivel medio del puerto de Montevideo.

Los loesses, presentan variable contenido de arena fina y arcilla, en general se alternan con las areniscas finas pasando de manera gradacional.

Las lutitas presentan variable contenido de limo, y arena dispersa en la matriz, son masivas con desarrollo de fractura concoidal a subconcoidal. Ocasionalmente se incrementa la participación de líticos de tamaño mayor dispuestos de manera flotante en la matriz limo arcillosa, lo que configura una fangolita.

Las areniscas medias a gravilosas son de regular a mala clasificación, cuarzosas y cuarzo feldespáticas, matriz limosa rosada, presentan estratificación de tipo entrecruzado y acanalado, ocurren de manera subordinada hacia la base de la secuencia.

Las areniscas conglomerádicas y conglomerados ocurren de manera muy subordinada, son del tipo soportados por la matriz (paraconglomerados), formados por clastos polimícticos de formas angulosas a muy angulosas, en general evidenciando un grado de selección bajo y una alta inmadurez textural. La matriz es limo-arenosa muy fina de color rosado que aumenta de manera gradacional hacia el tope, y se manifiesta con una disminución granulométrica de los clastos (apenas centimétricos) que tienden a ser oligomícticos y angulosos con predominancia de composición pegmatítica.

Una característica común a todas las litologías es la coloración rosada a anaranjado, que puede variar a tonalidades más pálidas ante la presencia de cemento carbonático: desde rosado pálido a casi blanco cuando la sustitución por carbonato es casi total.

El carbonato de calcio es un componente que ocurre con mucha frecuencia en los distintos niveles de la secuencia y bajo diversas modalidades: cementando la roca pulverulento, agrupado en nódulos de forma y tamaño diverso e inclusive dispuesto en niveles y lentes con espesores que van desde 30 centímetros a 1 metro conformando verdaderos calcretes.

La presencia de sílice como cemento es esporádica, se manifiesta en algunos afloramientos que ocurren en las barrancas de la localidad de Parador Tajés.

Desde el punto de vista estratigráfico, de una manera general se puede señalar que el arreglo de la secuencia es el siguiente: los niveles conglomerádicos, lutíticos, fangolíticos y areniscas medias a gruesas, se disponen hacia la base de la secuencia, los niveles arenosos finos con clastos, en la parte media, y las areniscas finas y loess se alternan en la parte media y superior de la secuencia.

Desde el punto de vista paleontológico los antecedentes de registros fósiles, en el Departamento, son escasos.

En las localidades de Paso de Cuello, Picada Berget y Rancho verde, se localizaron restos de mandíbulas y dentarios de *Eopachyrucos*, que fueron descritos por Reguero et al. (2003) y caracterizados como nuevas especies de notungulados.

Las litofacies observadas permiten inferir que la sedimentación de Fray Bentos, se procesó en un ambiente de tipo continental, semiárido-árido.

La base de la secuencia, muestra litologías con depósitos claramente asociados a condiciones húmedas: areniscas con estratificaciones cruzadas y acanaladas, (depósitos fluviales) lutitas, (depósitos de planicies de inundación – barriales) conglomerados y fangolitas (depósitos de flujo gravitacional).

La parte media y superior muestra niveles de areniscas finas bastante bien clasificada que alternan con episodios limosos loessicos con frecuentes niveles de carbonatación y coloraciones rosadas que demuestran un franco predominio de condiciones de aridez y procesos relacionados a la deposición eólica.

4.2.5.3. Mioceno

4.2.5.3.1. Formación Camacho

Fue originalmente denominada, por Caorsi y Goñi (1958), como Areniscas Fosilíferas de Camacho, según el perfil en la cantera cercana a la localidad de Nueva Palmira (Depto. De Colonia). Goso H. (1965) la redefine con criterio litoestratigráfico como Formación Camacho.

En el Departamento de Canelones, la unidad no tiene expresión superficial, sin embargo los únicos afloramientos fueron reconocidos en la costa oriental del Río Santa Lucía, localidad de Las Brujas, Coronel et al. (1980). El afloramiento, es un banco parcialmente cubierto por agua, tienen una extensión de unos 300 metros de largo, 10 metros de ancho y 30 centímetros de espesor.

En profundidad, la descripción de dos cateos realizados en áreas colindantes, cercana al piso de la barranca de la Formación Fray Bentos, muestra que el afloramiento de Las Brujas, se extiende por debajo de los sedimentos modernos con un espesor de 2 metros y apoyado sobre la Formación Fray Bentos.

No se conocen, en el Departamento, otros registros de profundidad de esta unidad, no obstante es probable sospechar su presencia en algunas de las microcuencas que ocurren en el área de la faja costera.

Litológicamente, según Coronel et al (1981), el afloramiento del puerto de las Brujas es un conglomerado conchilífero que tiene matriz de arena fina a gruesa y cantos de hasta 1 cm, es de mala selección con buen redondeamiento y de mineralogía cuarzo- feldespática. El cemento es carbonato, la roca tiene buena tenacidad, es de color blanco grisáceo, no desarrollando ningún tipo de estratificación.

El registro de profundidad muestra que el conglomerado pasa hacia la base a un nivel de arenisca fina a media de matriz arcillosa y color verde.

Genéticamente se vincula a la Formación Camacho como depósitos marino – litorales relacionados a la secuencia transgresiva del mar entrerriano. El afloramiento de Las Brujas, en función de sus características faciológicas y de su posición espacial estaría marcando el límite costero del nivel máximo de la trasgresión marina.

Desde el punto de vista paleontológico el afloramiento de Las Brujas es muy rico en microfósiles bivalvos, hasta el presente no se dispone de material bibliográfico acerca del reconocimiento de esa fauna.

4.2.5.4. Mio-Plioceno

4.2.5.4.1. Formación Raigón

Esta unidad fue definida por Goso H. (1965), que la separó de un conjunto de sedimentos denominados Pampeano (Caorsi J.H. 1957), dentro del Plioceno - Holoceno.

Los antecedentes y los resultados cartográficos, muestran que la unidad se reconoce en diversos sitios del Departamento. El área de mayor distribución superficial es la que se ubica en el noroeste, norte y noreste, del Departamento, formando parte del sustrato de las cuencas de los Arroyos Canelón Grande, Tala, Vejigas y buena parte de las áreas que componen la margen izquierda del curso medio del Río Santa Lucía. Por otra parte, depósitos aislados, de estructura lentiforme, se han observado al sureste de la localidad de Soca y en Camino Maldonado luego de cruzar el Arroyo Toledo.

En profundidad, en las zonas: norte, noroeste y noreste del Departamento, la unidad se reconoce, mediante testigos de perforaciones, apoyada en la Formación Fray Bentos y por debajo de la Formación Libertad. En la localidad de Pando, se la observa, apoyada en rocas del basamento cristalino. Coronel et al. (1988)

Desde el punto de vista geomorfológico, en la región de mayor distribución superficial, la unidad desarrolla un paisaje de lomadas del tipo ondulado, con laderas de pendientes moderadas, cuando presenta procesos de coluvionamiento y laderas con pendientes moderadas a fuertes donde hay entalles de erosión importantes. El conjunto desarrolla un paisaje con laderas de pendientes asimétricas.

Los datos altimétricos de los documentos del S.G.M. muestran que la unidad aflora a cotas variables, a lo largo de la Cuenca del Río Santa Lucía. Aumenta progresivamente desde el oeste, con un valor mínimo de 20 metros, al este, con un máximo de 80 metros.

Litológicamente, ocurren varias litofacies que pueden visualizarse en un único afloramiento o en varios de ellos con predominancia de uno o dos tipos. Básicamente se reconocen: areniscas conglomerádicas, conglomerados,

areniscas mal clasificadas y lentes de arcillas, siendo la mencionada primeramente la que ocurre con mayor frecuencia

Las areniscas conglomerádicas de coloración blanco y blanco amarillento, comprenden texturalmente las fracciones desde arena muy gruesa a grava, presentando clasificación mala y escasa matriz arcillosa. Se clasifican como subarcósicas a arcósicas. Estructuralmente se disponen en niveles y/o sets de entrecruzados centimétricos y formando parte de una gradación normal que se inicia en los niveles de conglomerados.

Los conglomerados son clastosoportados, polimícticos (cuarzo, cuarcitas, granitos, esquistos) con clastos que alcanzan el tamaño bloque de hasta 1 decímetro. En general se presentan desde muy redondeados a tener muy bajo redondeamiento lo mismo sucede con la esfericidad. En general se disponen en niveles subhorizontales y subparalelos a veces en disposición imbricada.

Las areniscas mal clasificadas, son arcósicas de regular a mala clasificación con material gravilloso subordinado, matriz arcillosa escasa y coloración blanco amarillento. Presentan estratificación de tipo plano paralelo, entrecruzado y masiva.

Las limo arcillitas y lutitas son masivas, con fractura concoidal y subconcoidal, con caras de deslizamiento, de color verde claro y agrisado con moteados amarillentos. Ocasionalmente, el material presenta fisuras de resquebrajamiento, con espesor centimétrico, distribuidas de forma: vertical, horizontal y oblicua, y rellenas de carbonato de calcio pulverulento. Estas lutitas ocupan estructuras lenticulares, de orden métrico, que rellenan canales abandonados y reposan en niveles de areniscas, siendo cortadas por nuevos ciclos de episodios arenosos groseros.

La observación de afloramientos de canteras muestra que el arreglo geométrico de estos sets, son del tipo granodecreciente de orden métrico, donde cada ciclo se inicia con episodios conglomerádicos y gravillosos que evolucionan hacia el tope a episodios de arenas gruesas y medias.

Desde el punto de vista paleontológico, no se conocen registros fósiles de la unidad en el Departamento.

De acuerdo con los datos de campo, se estima que la unidad presenta espesores que oscilan entre los 10 y 20 metros. Las relaciones de contacto, observadas en la base y el techo, son de discordancia, en la base con la Formación Fray Bentos y el Basamento Cristalino y en el techo con la Formación Libertad.

Las litofacies conglomerádicas y arenosas, así como el conjunto de sus arreglos estructurales asociados ponen de manifiesto la acción de procesos continentales subacuados de tipo tractivo que se asocia a sistemas fluviales con alta energía. Por otra parte las litofacies pelíticas marcan la ocurrencia de episodios decantativos seguramente provocados por la existencia de áreas locales con sistemas de planicies de inundación.

Teniendo en cuenta la distribución regional de la Formación en los Departamentos de Canelones y Florida, así como el carácter continental de los sistemas y subsistemas deposicionales que la componen, se puede establecer como hipótesis que el conjunto de estos registros, del terciario superior, marcan el inicio de la sedimentación del paleocurso del Santa Lucía, donde el eje principal de la sedimentación, es concordante con el sistema actual y con el borde Norte del *graben* de Santa Lucía.

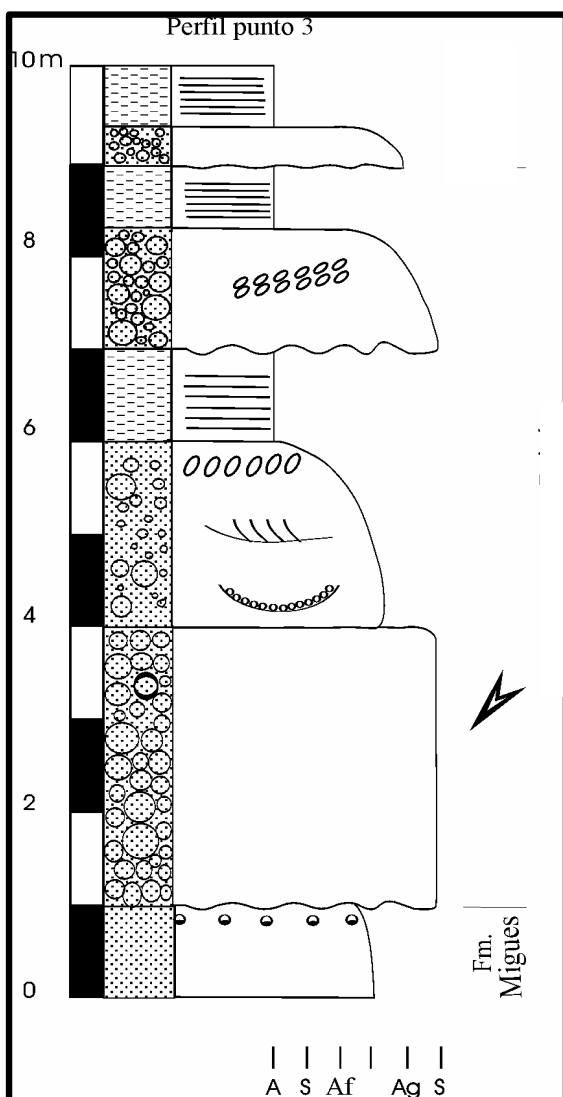
Esta hipótesis llevaría a considerar la presencia de la actuación de procesos climáticos, tectónicos y morfológicos necesarios para generar los tipos composicionales y texturales de los sedimentos así como las pendientes y canales necesarios para la acumulación de estos episodios fluviales.

4.2.5.4.2. Formación Malvín

Esta unidad fue originalmente definida por Prost. T. (1982) al estudiar los depósitos de pie de monte que se localizan en la región sur occidental del Departamento de Maldonado, entre la Sierra de Ánimas y el curso medio del Arroyo Solís Grande, precisamente en las cuencas de los Arroyos Malvín, Curupí, Navarro y Sarandi.

En Canelones los afloramientos conocidos se localizan en el sector noreste zona Los Tapes.

Litológicamente está integrada por una secuencia decamétrica granodecreciente de sedimentos gruesos de espesor métrico que desde la base presenta: ortoconglomerados polimícticos, de escasa matriz arenosa media a gruesa, de geometría relativamente tabular, con clastos de hasta 20 cms, con la siguiente composición: cuarzo, traquita, microsienita, riolita, milonita, basalto, cuarzosa, que van desde subredondeados a subangulosos, de color gris claro, con estratificación cruzada acanalada y cruzada gruesa, a veces con imbricación de clastos y estratificación gradacional normal e inversa (Figura 11). En esos sedimentos, un alto porcentaje de los clastos de mayor tamaño, se encuentran fracturados.



Al tope, expone arenas conglomerádicas y arenas gruesas a medias, de geometría tabular, de espesor métrico, de composición cuarzo-feldespática, subangulosas, de color gris, con regular selección, friables y con estratificación cruzada, gradada normal y horizontal. Se intercalan delgados niveles de arcilla verde masiva, de geometría lenticular (Figura 12).

Figura 11. Perfil estratigráfico de las canteras del norte de Tapes donde se muestran las características sedimentológicas de la Formación Malvín.

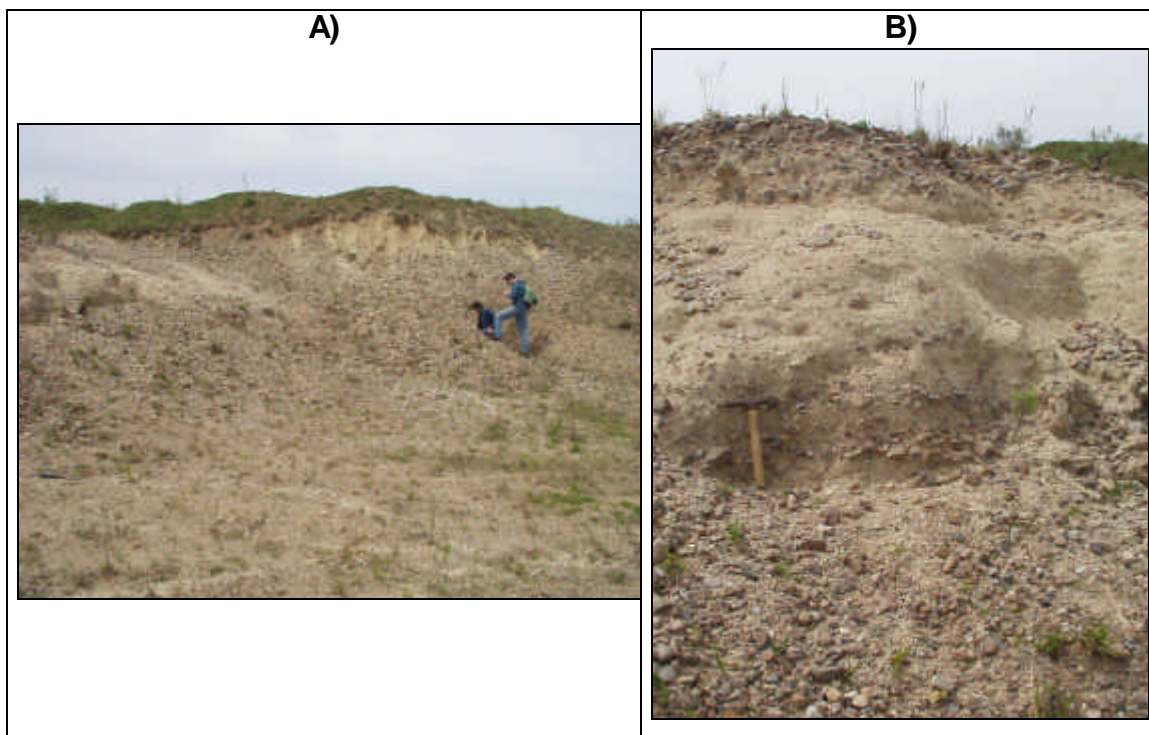


Figura 12. A) Vista parcial de cantera de áridos correspondientes a la Formación Malvín al norte de Tapes. **B)** Detalle de paraconglomerados con estratificación cruzada gruesa que pasan verticalmente a areniscas conglomerádicas.

Teniendo en cuenta los tipos litológicos y arreglos estructurales, esta unidad puede considerarse como genéticamente asociada a una sedimentación continental, de tipo aluvial (conos o abanicos) en condiciones de clima seco con lluvias torrenciales. El área de aporte está relacionada con la Formación Sierra de Ánimas y el Basamento proterozoico. Puede señalarse que las litologías de esta Unidad corresponden a los sistemas proximales de la Formación Raigón.

4.2.5.5. Pleistoceno

4.2.5.5.1. Formación Libertad

Fue definida por Goso, H. (1965), que la separó de un conjunto de sedimentos cuaternarios, que Caorsi y Goñi (1958) denominaban Loess de Arazatí, término que había sustituido la denominación original de Pampeano.

En el Departamento está ampliamente distribuida, ocupa por lo general las zonas de laderas medias e interfluvios, tapizando en discordancia y parcialmente las unidades geológicas más antiguas. Genera relieves

suavemente ondulados de lomadas plano convexas, valles amplios planos, laderas planas con pendientes suaves y muy suaves no mayor a 3% e interfluvios alargados, plano convexas.

Es la unidad que desarrolla la mayor parte de los suelos de la región y es la que aparece, en forma inmediata y con mayor frecuencia, por debajo del suelo.

La densidad de afloramientos es baja a muy baja, la mayor parte se restringen a la ocurrencia de cárcavas, en zonas de laderas que no sobrepasan el 1,50 metro de profundidad. La unidad se reconoce también en desmontes de rutas y caminos, en cunetas, e incluso debido a la importante erosión laminar de los suelos, en muchas áreas de cultivos, se logra reconocer el material madre.

Topográficamente, ocupa posiciones altimétricas muy variables: entre 15 y 80 metros.

Litológicamente está integrada por materiales sedimentarios de granulometría fina: arcillitas, limo arcillitas, limos loésicos. La fracción arena ocurre con frecuencia como clastos de cuarzo y feldespato, dispersos en la matriz fina adquiriendo la roca el carácter fangolítico. Los perfiles de los testigos de sondeos, indican que las litologías limosas y arcillosas ocurren mas bien hacia la parte media y superior de la secuencia en tanto que las fangolíticas se disponen hacia la porción basal, cercano al contacto con las formaciones arenosas del cretácico y terciario y de las rocas cristalinas del proterozoico.

El carbonato de calcio aparece de manera frecuente en esta unidad, está expresado de diversas maneras: disperso como cemento y en agrupamientos en diversas formas: concrecional, muñecas y pequeños bancos irregulares en disposición subhorizontal.

En cuanto al color se aprecian tonalidades marrones y agrisadas. Los tonos marrones se observan muy bien en los afloramientos. Los agrisados se reconocen en los testigos de perforaciones, bajo forma de moteados, junto con los marrones y en proporciones variables. La presencia de carbonato de calcio

en sus diferentes formas genera cambio de tonalidades, hacia los términos más claros.

Con relación a sus estructuras internas, estos sedimentos son masivos con importante presencia de bioturbaciones: canales de vermes y restos de raíces humificadas.

Genéticamente la unidad se vincula a un sistema continental coincidente con algunos de los momentos de las glaciaciones del Cuaternario.

La presencia de limos loéssicos evidencia condiciones frías de tipo estepario y con cierto desarrollo vegetativo.

Las arcillitas y limo arcillitas evidencian momentos más templados con importante contenido de humedad y desarrollo vegetativo, las tonalidades marrones y grisáceas marcarían condiciones cambiantes de óxido reducción, posiblemente el incremento del espesor de la capa de agua y su baja movilidad marcaría un ambiente más reductor. Las facies fangolíticas evidencian procesos de removilización por flujo de barro con transporte de tipo gravitacional y subacuático.

Las relaciones de contacto son de discordancia, tanto en la base como en el techo. Se apoya de manera indistinta en las formaciones del terciario, cretácico y rocas proterozoicas. En el tope es discordante, a través de diversos registros de entalles de erosión, con las Formaciones del cuaternario medio y superior.

El espesor de la unidad, es variable en un entorno de 20 metros a no más de 2 a 3 metros. Las observaciones de las perforaciones, indican que el espesor guarda una relación directa con la posición topográfica, por ejemplo, en las áreas de cobertura superficial de la unidad el espesor es mayor en los interfluvios superando los 20 metros de potencia en tanto que las zonas de laderas intermedias y bajas los espesores se reducen a pocos metros.

Desde el punto de vista paleontológico, a nivel regional, la unidad es relativamente rica en el registro de fauna de vertebrados. En el Departamento de Canelones es conocido un hallazgo situado en las cercanías de la localidad de Sauce, sin embargo no se conocen aún antecedentes de trabajos académicos realizados en ese depósito.

Desde el punto de vista cronoestratigráfico, según Ubilla y Perea (1999), le asignan a la Formación Libertad, una edad Pleistoceno en sentido amplio.

4.2.5.5.2. Formación Chuy

La Formación Chuy fue definida por Goso, H. (1972). En el Departamento, presenta escasa expresión superficial, se localiza asociada a la terraza alta, debajo de la Formación Dolores, formando parte de las unidades geológicas del área de la planicie costera y detrás de las barras y médanos arenosos del sistema costero más moderno.

Las principales áreas aflorantes se reconocen en varias de las barrancas de abrasión marina de los balnearios Fortín de Santa Rosa, Atlántida (Figura 13), La Floresta y Costa Azul, en los valles de los cursos inferior y medio de los Arroyos Solís Chico, Solís Grande y Sarandí y al norte de los balnearios La Floresta, Costa Azul, Bello Horizonte y Cuchilla Alta

En subsuperficie, la unidad se reconoce en testigos de sondeos ubicados en la terraza alta de la planicie costera. Sondeos de Atlántida, Parque del Plata, La Floresta y Costa Azul.

Litológicamente está compuesta por: niveles métricos de arenas finas a gruesas, lentes y niveles de orden centimétrico de arenas muy gruesas, gravillosas y conglomerados, niveles de limos y arcillas con arena fina. El perfil de las barrancas de Fortín de Santa Rosa esquematiza algunas de las asociaciones.

Las arenas son blanquecinas y amarillentas, cuarzosas con frecuentes niveles de minerales densos, se disponen masivas o en sets estratificados plano paralelo con granodecrecencia.



Figura 13. Afloramiento en barrancas de arenas de Formación Chuy en la costa de Atlántida, próximo al monumento del Águila.



Los niveles y lentes de groseros se disponen alternado con las arenas finas a gruesas son cuarzo feldespáticos subredondeados con matriz arenosa, con desarrollo de estratificación entrecruzada de bajo ángulo (Figura 14). Los niveles de arenas muy finas, limos y arcillas son masivos y de color blanco-grisáceo y gris verdoso. Se disponen localmente en niveles centimétrico culminando secuencias granodecreciente y en niveles de hasta medio metro.

Figura 14. Detalle de estratificación cruzada en arenas cuarzosas de Formación Chuy.

No se han observado registros fósiles de la unidad en el Departamento, en otras regiones del país, se reconocen restos de moluscos y foraminíferos que marcan su origen litoral.

4.2.5.5.3. Formación Barrancas

Se describe aquí, por primera vez, un conjunto de sedimentos detríticos arenosos finos a muy gruesos y detríticos gravillosos hasta bloque de origen continental- fluvial. Estos sedimentos ocupan el subsuelo a lo largo de la terraza superior del valle del Río Santa Lucía desde su curso medio a inferior hasta las cabeceras y curso inferior de sus afluentes.

La localidad de Barrancas situada contra el Río Santa Lucía en el vecino Departamento de Lavalleja, se ha elegido como perfil tipo ya que en esa zona, se observan excelentes exposiciones de la Unidad (Figura 16).



Figura 16. Vista de la exposición de los afloramientos de la Formación sobre el Río Santa Lucía.

Otras áreas con afloramientos se reconocen muy bien donde la dinámica del Río Santa Lucía desarrolla, fuertes entalles de abrasión generando por

varios kilómetros áreas de barrancas, entre las más representativas se señalan las de: Paso Pache, Paso Cuello, San Ramón, y Bolivar.

En profundidad, testigos de perforaciones realizadas en la localidad de San Ramón (**Figura 17**) muestran que la unidad tiene también un amplio rango de distribución subsuperficial alcanzando espesores del orden de: 10-15 metros.

Litológicamente, la descripción de varios perfiles de barrancas ha mostrado que esta unidad se caracteriza por las siguientes asociaciones: conglomerados de bloques y cantos, arenas gravillosas a conglomerádicas.

| de | a | Descripción |
|-------|-------|---|
| 0.00 | 1.00 | Suelo areno limoso con materia orgánica |
| 1.00 | 3.00 | Arcilla marrón. |
| 3.00 | 4.00 | Arcilla marrón con grava. |
| 4.00 | 8.00 | Cantos y bloques angulosos y subangulosos, de unos 15 centímetros de diámetro mayor. El diámetro promedio es de 3-4 centímetros. Matriz arenosa gruesa y grava. Colores de oxidación. |
| 8.00 | 9.00 | Arena gruesa predominante gravillosa, con escasos cantos de diámetro mayor de 3 centímetros, angulosos. Mala selección. Primera napa. |
| 9.00 | 13.50 | Cantos angulosos, mal seleccionados, de diámetro mayor de 3 a 5 centímetros. Abundante matriz areno-gravillosa. |
| 13.50 | 14.20 | Basamento cristalino no alterado. |

Figura 17. Descripción de perfil sondeo en el Departamento de Florida ubicado en Ruta Nº 7 entre el puente sobre el Río Santa Lucía y la localidad de Fray Marcos.

El perfil del sondeo en la vecina localidad de Fray Marcos (Departamento de Florida) muestra una sucesión de unos 9,5 metros donde se reconocen dos ciclos granodecrecientes que se inician con episodios muy groseros de cantos y gravas y que culminan en arenas gravillosas (Figura 18).

Los conglomerados de bloques y cantos son polimícticos, de cuarzo pegmatita, granito, esquistos metamorfizados, matriz arenosa, clasto soportados con tamaño de hasta 10 cm, subredondeados a subangulosos, localmente se disponen en niveles imbricados, con grosera estratificación plano paralela y en sucesión granodecreciente en la base de la secuencia.

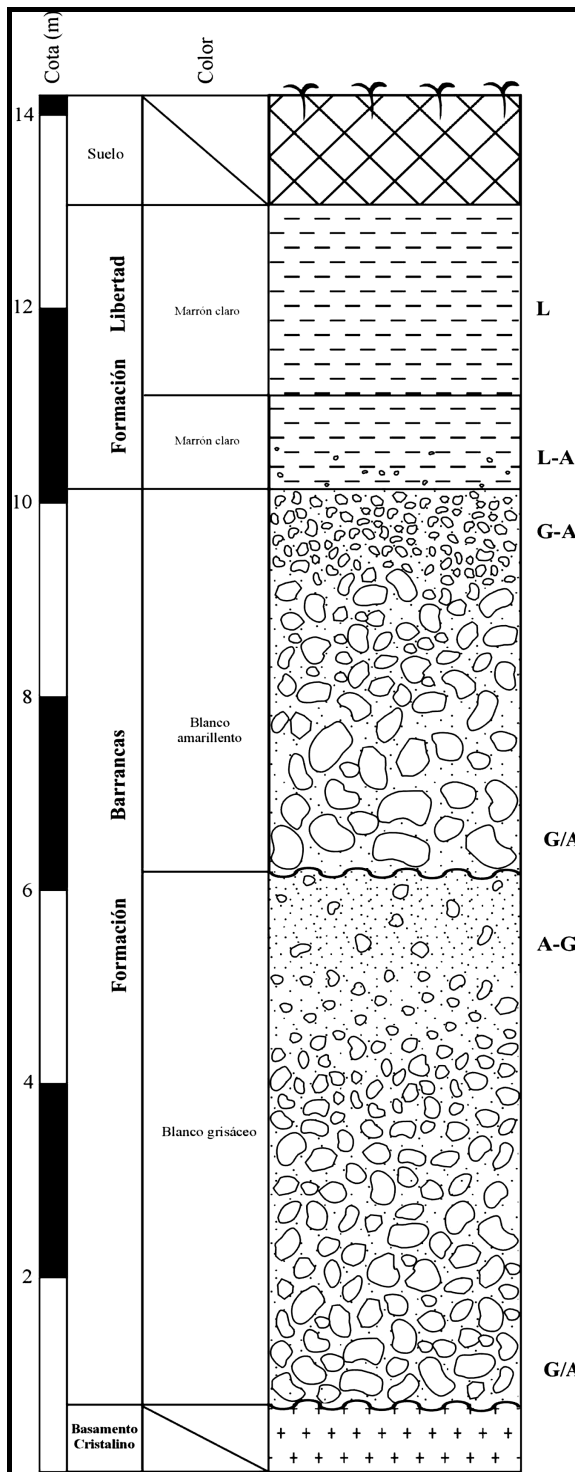


Figura 18. Perfil de sondeo de la localidad de Fray Marcos, Florida. Referencias: G=grava; A= arena; L=limo.

Las arenas gravilosas a conglomerádicas, son cuarzo feldespáticas, subredondeadas a subangulosas matriz soportada arenosa, se dispone en niveles centimétricos plano paralela a entrecruzada con frecuentes estructuras de canal. Se localizan hacia la parte media de la secuencia.

Las arenas gruesas con gravilla son cuarzo feldespáticas de coloración marrón claro con escasa matriz arcillosa, presentan cantos y bloques aislados. Son masivas y estratificadas y se disponen hacia el tope de la secuencia.

El conjunto, de la Formación, en la vertical, se dispone en secuencias métricas granodecrecientes, por otra parte en la horizontal, desde el este al oeste y a lo largo de la cuenca del Santa Lucía; se pasa de episodios muy groseros conglomerádicos a litologías francamente arenosas.

Desde el punto de vista paleontológico, la bibliografía no registra asociaciones faunísticas en estos sedimentos.

Genéticamente se considera a la unidad como un depósito de origen continental fluvial, podría considerarse a esta unidad como parte del paleosistema del actual Río Santa Lucía, durante el Pleistoceno.

Con relación a su posición estratigráfica, estos sedimentos, son cubiertos de manera parcial y en discordancia, por los depósitos limo arcillosos a limo arenosos de la Formación Dolores; en la base, se encuentran apoyados en discordancia erosiva sobre materiales sedimentarios antiguos del Terciario, Cretácico y rocas cristalinas del Proterozoico.

4.2.5.5.4. Formación Dolores

Esta unidad fue definida por Goso H. (1972), en el área, aparece expresada en las terrazas altas que se asocian a los valles de los principales cursos de agua y en la faja costera.

Se caracteriza por presentar superficies planas. En los valles fluviales esta superficie está comprendida entre: los terrenos ondulados, y el plano aluvial más reciente cuyo límite está definido por una barranca o entalle de abrasión parcialmente degradado. En la faja costera esta superficie plana puede limitar además con la línea de playa, materializada por un entalle de abrasión costero ya fosilizado o activo.

Desde el punto de vista altimétrico, en la faja costera, esta Formación suele encontrarse entre cotas de 10 y 20 metros. En las áreas de valles fluviales su posición es concordante con los valores altimétricos de los valles.

Por ejemplo, en el plano del Río Santa Lucía la posición altimétrica de la Formación Dolores va desde las cotas 10 y 20 metros hasta más de 50 metros.

Debido a su litología y al estar como sedimento, la unidad ha generado un importante espesor de suelo, por lo que la ocurrencia de afloramientos es bastante escasa, encontrándose los mismos localizados en la porción superior de los bordes de terraza o en descubiertas artificiales como ser tajamares, zanjas y obras de fundación.

Litológicamente se han reconocido: loess arenosos, sedimentos limo arcillosos y fangos con variable contenido de fracciones arena, gravilla y grava.

Los sedimentos loésicos, son porosos, la fracción arena es fina y cuarzosa, el color es marrón oscuro a agrisado, localmente presentan procesos de bioturbación como canales de vermes y restos de raíces humificadas, se asocian restos de paleosuelos de color más oscuro y con abundante materia orgánica el espesor de los niveles de loess no supera el metro.

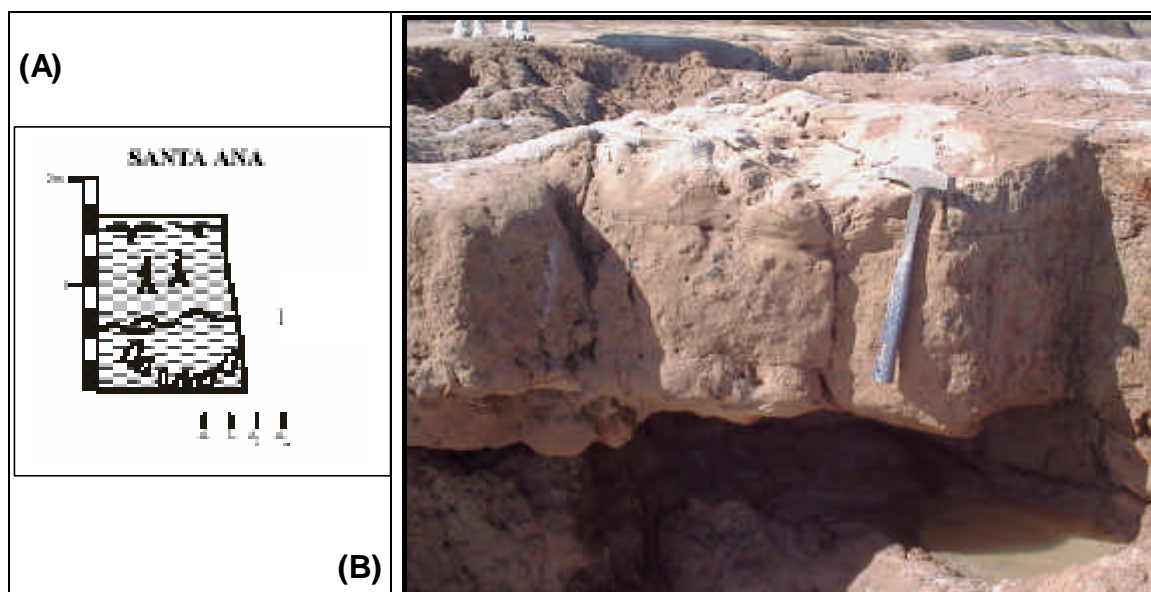


Figura 19. A) Sección estratigráfica y **B)** detalle de sedimentos limo-arcillosos de Formación Dolores en el balneario Santa Ana. (Modificado de Goso y Spoturno, 2004).

Los sedimentos limo arcillosos presentan una estructura compacta, con abundantes caras de deslizamiento *slickensides*, son de color marrón y presentan ocasionales clastos, de cuarzo y feldespatos, flotando en la matriz.

Los fangos son de matriz limo arcillosa y limosa presentan abundantes fracciones: arena, gravilla y grava, suspendidas en la matriz de color marrón

oscuro y agrisado. Por lo general son masivos pero ocasionalmente presentan estructuras de sobrecarga y esbozos de estratificación por deslizamiento. (Figura 19).

El carbonato de calcio es un componente común especialmente en los niveles arcillo limosos y fangolíticos. Se presenta como cemento distribuido de manera homogénea en concreciones nodulosas de hasta 2 cm de diámetro y en formas irregulares. El espesor máximo constatado, por cateos, es de 7 metros.

Desde el punto de vista estratigráfico las relaciones en la base son de discordancia con la Formaciones. Chuy, Barrancas y las rocas del basamento cristalino

Genéticamente, la unidad se relaciona a un sistema continental semiárido de tipo estepario con períodos más húmedos y algo más templados. Los depósitos de loess ilustrarían las condiciones frías esteparias, mientras los fangos y lodolitas marcarían situaciones más benignas con transporte aluvial, deposición por agua y efectos gravitacionales.

4.2.5.6. Holoceno

4.2.5.6.1. Formación Villa Soriano

Unidad que ha sido definida por Goso, H. (1972), al estudiar la geología de las terrazas en los Departamentos de Soriano y Rocha. En el Departamento de Canelones se la reconoce asociada a la zona de faja costera y en las planicies fluviales bajas, cercanas a la desembocadura de los cursos de agua con el Río de la Plata. Se estima que la unidad se encontraría en un entorno de cotas de -15 y 7 metros de altitud respectivamente.

En superficie se reconocen algunos afloramientos, por ejemplo: en las islas del curso inferior del Río Santa Lucía, en leves entalles de erosión, que ocurren en el curso inferior de los Arroyos Pando, Solís Chico y Solís Grande e incluso, dentro de la faja costera en las áreas de acumulación. Gran parte de las barras de arena longitudinales, que ocurren paralelas a la línea de costa, constituyen depósitos de retroceso del sistema transgresivo regresivo de esta unidad.

En profundidad, la unidad se reconoce muy bien al realizar cateos en las zonas que corresponde a las áreas de las terrazas bajas por ejemplo: Humedal de Santa Lucía, Bañados de Carrasco, de Pando, desembocaduras de los Arroyos Solís Chico y Solís Grande, los sedimentos se disponen inmediatamente debajo de horizontes incipientes de suelo, derivados de esta unidad y por debajo de las turberas y de los sistemas actuales de bañado. Por otra parte al atravesar las barras de arena, longitudinales que encierran la salida al mar de los bañados, se reconoce fácilmente la presencia de sedimentos limo-rcillosos con abundantes fósiles característicos de esta unidad.

Litológicamente los sedimentos de esta unidad presentan una gran variabilidad textural, pero con predominio de las fracciones limo arcillosa y arenosa muy fina, ocurriendo en forma subordinada las fracciones arenosas y ocasionalmente las gravillas y cantos.

Las fracciones de arena tienen composición cuarzosa, en las fracciones arena fina y media se observan concentraciones locales de minerales densos; las fracciones grava canto y bloque, tienen amplio predominio de variedades silíceas, ocasionalmente se reconocen cantos y bloques de pegmatita, aplita y otros líticos graníticos.

Las fracciones arcilla y limo presentan coloraciones negro, gris oscuro y verdoso, las fracciones arenas son blanco amarillentas.

Una característica común a todas las litologías es la presencia de bioclastos partidos y enteros de moluscos bivalvos especialmente del tipo Litoridina

La disposición geométrica, que se manifiesta en profundidad, al atravesar la secuencia de base a techo es la siguiente:

Sedimentos gravillosos y areno gravillosos que pasan gradualmente a arenas gruesas, medias y finas blancas, estas últimas se intercalan con episodios limo arcillosos pasando la coloración del sedimento a un gris claro y gris oscuro. Hacia arriba se suceden sedimentos limo-arcillosos, gris-verdosos, con abundante contenido de materia orgánica y restos fragmentarios de moluscos (bivalvos). En la parte cuspidal los sedimentos finos, pasan a arenas

finas medias y gruesas, que en su mayor parte se distribuyen aflorando, a lo largo de la línea de costa y que presentan una disposición de barra o flecha litoral y que en el documento gráfico se mapearon como depósitos recientes. El espesor de la Formación es variable, observaciones de perforaciones efectuadas en el valle inferior del Río Santa Lucía indican valores entre 5 y 21 metros (Spoturno et al., 1998). Por otra parte, en el área de los Bañados de Carrasco, la unidad subyace entre las turberas subactuales y los depósitos de la Formación Fray Bentos donde se estima un espesor promedio de 10 metros (Veloza, 1975).

La posición estratigráfica, indicaría que el contacto, en la base es de tipo discordante reposando fundamentalmente en el Basamento Proterozoico y/o en los sedimentos Terciarios de la Formación Fray Bentos. En el techo desarrolla suelos hidromórficos o se encuentra cubierta por sedimentos actuales y subactuales como es el caso de los bañados de Carrasco donde es sobrepuesta por depósitos de turba.

El registro paleontológico es muy rico en esta Formación, su fauna fue estudiada por diversos autores, entre otros: Figueiras (1967) y Figueiras y Brogui (1973). De una manera general las especies se reparten de la siguiente manera: Bivalvia 85, Gastrópoda 89, Poliplacophora 2, Scaphopoda 2. También se reconocieron Cnidarios, Bryozoos, Anélidos, Crustáceos Ostrácodos, Cirrípodos, Decápodos, Equinodermos, Foraminíferos y restos de peces.

Desde el punto de vista genético, los registros de estos sedimentos ponen de manifiesto que fueron depositados bajo condiciones litorales, producto del ascenso del nivel del mar que se verificó con motivo de un período interglacial durante el Cuaternario tardío. Los episodios arenosos de la base marcarían los primeros eventos transgresivos, los limos y arcillas de la parte media muestran la fase de máxima ingresión en tanto que las arenas superiores conformarían las barras de retroceso y la instalación del sistema actual del tipo isla barrera-*lagoon*.

4.2.5.6.2. Reciente y Actual

Aquí se incluyen un conjunto de sedimentos cuyos depósitos, son el producto de la actuación de procesos post Villa Soriano, se adoptó para su separación el criterio genético. Básicamente se reconocen: Depósitos Fluviales, Depósitos de Bañado, Depósitos de Playa y Depósitos Eólicos.

4.2.5.6.2.1. Depósitos Fluviales

Están asociados a los entalles de los actuales cursos de agua, por debajo o encima de la napa de agua superficial, dependiendo en gran medida de los períodos de estiaje y de sequía. Según la dinámica fluvial se pueden encontrar en fase destructiva o de acumulación. Los depósitos más importantes ocurren en el sistema del Río Santa Lucía (Figura 20). Por otra parte se reconocen depósitos de estas características en los entalles de cursos menores que drenan directamente al Río de La Plata como los Arroyos Pando, Solís Grande y Solís Chico.



Figura 20. Depósitos sistema de canal – barra en el curso superior del Río Santa Lucía.

Litológicamente presentan una gran variedad textural y composicional desde fracciones finas: arcillas y limos hasta agrupamientos de líticos gruesos del tamaño: clasto y bloque.

Los depósitos de líticos arenosos y groseros, por lo general se concentran en los valles de los cursos superior y medio del sistema fluvial, formando barras longitudinales y meandros. Estos materiales están poco o

nada consolidados, son de composición cuarzosa y cuarzo-feldespática de bajo redondeamiento, regular clasificación, clasto soportada y con desarrollo de estructuras de canal en acreción lateral granodecreciente. De manera subordinada, ocurren lentes y/o niveles de arcillas y barros, que por lo general están ocupando depresiones de canales abandonados.

Los depósitos arenosos finos y limo arcillosos se concentran más bien hacia la porción inferior de los principales cursos de agua, y en las redes de drenaje que se encuentran entallando rocas y sedimentos de líticos finos: arcillas y limos. Presentan coloraciones agrisadas con moteados ocráceos ya que contienen abundante materia orgánica, localmente pueden observarse, delgados niveles y lentes de arenas y gravillas, intercalados con las pelitas.

4.2.5.6.2.2. Depósitos de Bañado

Básicamente se localizan en las áreas de planicies muy bajas donde se reconocen dos tipos, los asociados a la faja costera, entre las barras de arena y los entalles de abrasión antiguos y los que se vinculan al plano del curso inferior del Río Santa Lucía, desde el límite con Montevideo hasta Aguas Corrientes. Por lo general, estas áreas, presentan una napa freática permanente, por encima de la superficie.

Están constituidos por arcillas, limos y niveles de turba. Las arcillas y limos son sedimentos de color gris oscuro y negro con variable contenido de arena fina a media y abundante materia orgánica. La turba por lo general se encuentra por encima de los horizontes arcillo limosos se trata de un material orgánico con abundantes restos de vegetales de coloración marrón oscuro, el espesor es variable, en los Bañados de Carrasco se reconocen niveles entre 0,50 y 2,8 metros y con buena continuidad lateral (Veloza, 1975).

4.2.5.6.2.3. Depósitos de Playa

Ocupan la porción más distal de la faja costera, están distribuidos de forma paralela a la línea de costa y presentan una gran influencia de olas especialmente las generadas a partir del régimen de sudestadas.

Estos sedimentos están compuestos por arenas finas hasta muy gruesas y gravillosas, blanco-amarillentas, cuarzo-feldespáticas, de baja selección, con clastos cuyo grado de redondez varía desde anguloso a redondeado. Presentan estratificación plano-paralela, cruzada de bajo ángulo y *ripples*. Se estima que los mayores espesores de estas arenas están asociados a las áreas de acumulación de esta faja, ya señalados en el capítulo de Geomorfología.

4.2.5.6.2.4. Depósitos de Dunas

Se ubican en la faja costera desde la barra de playa hacia el interior del continente, pueden abarcar, entre unos pocos cientos de metros a varios kilómetros de longitud, se apoyan, de manera transgresiva sobre los depósitos del cuaternario antiguo, terciario e incluso pueden cubrir rocas del basamento.

Algunos de estos depósitos, especialmente los que están hacia el interior, poseen claro proceso de fosilización con incipiente desarrollo de suelo.

Se trata de arenas blancas, finas a muy finas, de muy buena selección, con clastos cuarzosos y redondeados. Presentan estratificación plano-paralela, estratificación cruzada de gran porte con *ripples* en sus flancos, clara estructura de dunas y dirección de transporte hacia el nor-noroeste.

5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bossi J.; Fernandez A.; Elizalde G. (1965). Predevoniano en el Uruguay. *Bol. Facultad de Agronomía*, N° 78:1-84, Figs.1-29. Montevideo.

Bossi, J. (1966). Geología del Uruguay. Colección Ciencias N°2. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.464 pp.-

Bossi, J. Preciozzi, F. Campal N. (1993). Predevoniano en el Uruguay Tomo I, Terreno Piedra Alta. MIEM - DINAMIGE. Montevideo- Uruguay.

Bossi, J.; Ferrando, L. A.; Fernandez, A.; Elizalde, G.; Morales, H.; Ledesma, J.; Carballo, E.; Medina, E.; Ford, I. y Montaña.; J. R. (1975).

Carta Geológica. del Uruguay. Escala 1:1.000.000. Editada por los Autores. Montevideo. Uruguay.

Campal N.; Oyhantçabal P.; Bachmann I. y Galmarini G. (1988) La faja Milonítica de los Cerros Mosquitos. In: reunión de geología de Uruguay, Salto Acta, 93-101pp.-

Campos, C.; García, M. J.; Dino, R. y Veroslavsky, G. (1997). Registro de palinomorfos na Formação Migués (Poço SL-11-SP1/T11), Bacia de Santa Lucía - Uruguai. Revista Universidade de Guarulhos Geociencias. II (I): 85-97. San Paulo. Brasil.

Campos, C.; García, M.J.; Dino, R.; Veroslavsky, G.; Saad, A.R. y Fulfaro, V. J. (1998). Registro palinológico dos poços SL9-C1 e SL12-SB, Formação Castellanos, no porção norte da bacia de Santa Lucia, Cretáceo do Uruguai. Actas del II Congreso Uruguayo de Geología: 173-176pp.- Punta del Este. Uruguay.

Caorsi, J. H. (1957). Mapa geológico de la República Oriental del Uruguay. Escala 1/500 000. Inst. Geol. Uruguay, Montevideo.

Caorsi, J. H. y Goñi J.C. (1958). Geología Uruguaya. Bol. Inst. Geol. Uruguay, 37:1-73, 1 mapa. Montevideo.

Cardellino, R. y Ferrando, L. (1969). Carta Geológica del Uruguay a Escala 1/100 000. Segmento Montevideo, Sector XCVII. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

Cingolani, C.; Spoturno, J. y Bonhomme, M. (1990). Resultados Mineralógicos y Geocronológicos Preliminares sobre las Unidades Piedras de Afilar, Lavalleja y Barriga Negra R. O. del Uruguay. Actas Resúmenes Ampliados, 1^{er} Congreso Uruguayo de Geología T 1; 7: 11-17pp.-

Cingolani, C.; Varela, R.; Dalla Salda L.; Bossi J.; Campal N.; Ferrando L.; Piñeiro D. y Schipilov A. (1997). Rb/Sr geochronology from the Río de la Plata Craton of Uruguay. South American Symposium on Isotope Geology Campos do Jordao, Brasil.

Coronel, N.; Oyhantçabal, P. y Spoturno, J. (1982). Consideraciones Estructurales de la Formación Piedras de Afilar en su Área Tipo, en los alrededores de la Estación Piedras de Afilar, Depto de Canelones, Uruguay. DINAMIGE 14 pp.-

Coronel, N.; Spoturno, J.; Theune, C. (1981). Áreas prospectivas de arenas en el Valle del Río Santa Lucía. En Estudio Geo-económico de los Áridos para la Construcción en Montevideo. IGU/BGR. Montevideo/Hannover .

Coronel N. y Oyhantçabal P. (1988). Carta Geológica y Memoria Explicativa del Fotoplano Pando a Escala 1/100000. Facultad de Humanidades y Ciencias-DINAMIGE. Montevideo- Uruguay 13 pp.-

De Santa Ana, H.; Goso, C.; Muzio, R.; Oyhantçabal, P. y Veroslavsky, G. (1994). Bacia de Santa Lucía (Uruguay): Evolução tectono-sedimentar. Revista Geociências, 13 (1): 37-52. San Paulo. Brasil.

Figueiras, A. (1967). Contribución al conocimiento de los moluscos marinos del Holoceno uruguayo. Com. Soc. Malac. Uruguay, 2 (12):61-76. Montevideo.

Figueiras, A. y Broggi, J. (1973). Estado actual de nuestros conocimientos sobre los moluscos fósiles del Uruguay, III. Com. Soc. Malac. Uruguay, 3 (23-24):203-240. Montevideo.

Goso, C. (1999). Análise estratigráfica do Grupo Paysandú (cretáceo) na Bacia do Litoral Uruguay. Tese de Doutorado IGCE-UNESP. Río Claro, 184 pp.-

Goso, H. (1965). El Cenozoico en el Uruguay. Inst. Geol. Uruguay, Ed. Mimeogr. Montevideo- Uruguay.

Goso, H. (1972). El Cuaternario Uruguayo. Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos. Min. Agricultura y Pesca. Ed. Mimeogr. Montevideo.

Goso Aguilar, C. y Spoturno, J. (2004). Geología Cenozoica de la Costa del Departamento de Canelones (Uruguay). IV Congreso Uruguayo de Geología. (actas versión digital).

Hedberg, H. D. (1980). Guía Estratigráfica Internacional. U.I.C.G. Subcomisión Internacional de Clasificación Estratigráfica. Editorial Reverté. Barcelona.

Jones, G. (1956). Memoria Explicativa y Mapa Geológico de la Región Oriental del Departamento de Canelones. Bol. Inst. Geol. Uruguay. 34: 1-193, lams.1-42, figs, 1 mapa. Montevideo.

Lambert, R. (1939). Memoria Explicativa del mapa geológico de los terrenos sedimentarios y las rocas efusivas del Departamento de Durazno, Boletín del Instituto Geológico del Uruguay. 25:1-37.

Malumian, F.; Nullo, F. E. y Ramos, V. A. (1983). The Cretaceous of Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay. En: MOULLADE, M. y NAIRN, A. E. M.

(Eds.) The Phanerozoic geology of the World. II: the Mesozoic. B.:265-303. Elsevier. Amsterdam. Holanda.

Martínez, S. ;Veroslavsky, G. y Verde, M.(1997). Primer registro del Paleoceno en el Uruguay: paleosuelos calcáreos en la Cuenca de Santa Lucía. Revista Brasileira de Geociencias, **27**(3):295-302.

Mehnert, K.R. (1968). Migmatites and the Origins of Granite. Elsevier Public. Co.. Amsterdam. 393 pp.-

Oyhantçabal, P.; Derregibus, M. y Muzio, R. (1990). Contribución al conocimiento petrográfico, geoquímico y estructural del granito de La Paz. I Congreso Uruguayo de Geología. Montevideo. Uruguay. Resúmenes Ampliados 1:81-87pp.-

Oyhantçabal, P.; Muzio, R.; Derrégibus, M. y Nardi, L.V.S. (1998). The Soca intrusion: a rapakivi granite of Uruguay. Journal of South American Earth Sciences, Vol. **11** (2): 169-178.

Oyhantçabal, P.; Spoturno, J.; Aubet, N.; Cazaux, S. y Huelmo, S. (2002). La Formación Montevideo y los granito-neises asociados. In Pecoits, E y Masquelin,H.(eds). II Taller del precámbrico del Uruguay. Montevideo, Uruguay. 11-17 pp.-

Oyhantçabal, P.; Spoturno, J.;Aubet, N.; Cazaux, S. y Huelmo, S. (2003). Proterozoico del Suroeste del Uruguay: Nueva propuesta Estratigráfica para la Formación Montevideo y el Magmatismo Asociado. Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología. Publicación Especial N° 1.II Taller Sobre la Estratigrafía del Precámbrico del Uruguay: 38-48pp.-

Preciozzi, F.; Spoturno, J. y Heinzen, W. (1979). Carta Geoestructural del Uruguay Escala 1/2000 000. Instituto Geológico In. E. Terra Arcena, MIE. Uruguay.

Preciozzi, F.; Spoturno, J.; Heinzen, W. y Rossi, P. (1985). Memoria Explicativa de la Carta Geológica del Uruguay. Dirección Nacional de Minería y Geología - MIEM. Montevideo- Uruguay.

Prost, M.T. (1982). Heritages quaternaires et évolution géomorphologique des bords du Río de la Plata en Uruguay. 1-3:1-577. Tesis de Doctorado. Universidad de París VII. París. Francia.

- Reguero, M.; Ubilla, M. y Perea, D. (2003).** A new species of *Eopachyrucus* Ameghino, 1901 (Mamalia: Notoungulata: Interatheriidae) from the Late Oligocene of Uruguay. *Journal of Vertebrate Paleontology* **23**(2):445-457.
- Serra (1945).** Memoria Explicativa del mapa geológico del Departamento de Soriano. Instituto geológico del Uruguay Boletín N° 32. Montevideo-Uruguay
- Spoturno J.; Oyhantçabal P.; Goso C.; Aubet N.; Cazaux S.; Huelmo S. y Morales E. (2004).** Carta Geológica y Memoria Explicativa a Escala 1/50 000 del Departamento de Montevideo. CONICYT. Proyecto 6019 Fondo Clemente estable. Versión I CD.
- Spoturno, J.; Techera, J. y Arrighetti, R. (1998).** Alternativa de cruce del gasoducto en el valle del Río Santa Lucía. I Jornadas Geotécnicas Uruguayas. 8pp.
- Streckeisen, A. (1973).** Classification and nomenclature of igneous rocks. Recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks. *Geol. Rundsch.*, 63: 773-786pp.-
- Ubilla, M. y Perea D. (1999).** Quaternary vertebrates of Uruguay: biostratigraphic, biogeographic and climatic overview. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, **12**:75-90. Balkema.
- Uliana, M. A. Y Biddle, K. T. (1988).** Mesozoic – Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of Southern South America. *Brevista Brasileira de Geociencias*. **18** (2):172-190. San Paulo. Brasil.
- UNESCO - IUGS (2000).** Explanatory note to the International Stratigraphic Chart. Courtesy of the Division of Earth Sciences, UNESCO.16 pp.-
- Umpierre, M. y Halpern, M. (1971).** Edades Sr- Rb del Sur de la República Oriental del Uruguay. *Revista Asociación Geológica Argentina*. Buenos Aires, Argentina. **26**: 133-155 pp.-
- Urien, C. M.; Zambrano, J. J. y Martins, L. R. (1981).** The basins of southeastern South America (Southern Brazil, Uruguay and Eastern Argentina) including the Malvinas plateau and southern South Atlantic paleogeographic evolution. En: VOLKHEIMER, W. y MUSACCHIO, E.A. (Eds.). *Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur*. Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico. Buenos Aires. Argentina.
- Velozo, C. (1975).** Geología de los Bañados de Carrasco. Instituto Geológico "Ingeniero Eduardo Terra Arocena". Informe Interno, 19 pp. Montevideo.

Veroslavsky, G.; Martínez S. y De Santa Ana H. (1997). Calcretas de aguas subterráneas: Génesis de los depósitos carbonáticos de la Cuenca de Santa Lucía (Sur del Uruguay, Cretácico Superior - Paleógeno). Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología **4(1):**25-35.

Veroslavsky, G. (1999). Geología da Bacia de Santa Lucía - Uruguay. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 152 pp.

Walter, K. (1919). Líneas fundamentales de la estructura geológica de la República Oriental del Uruguay. Rev. Inst. Nac. Agron. (2) **3:**1-186, láms.1-16 figs.1-8. Montevideo

Zambrano, J. (1974). Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires y zonas adyacentes. Revista de la Asociación Geológica Argentina **29(4):** 443-453.