

**ESTRATIGRAFIA DEL PRECAMBRICO DE URUGUAY:
TERRENOS TECTONO-ESTRATIGRAFICOS Y GEOCRONOLOGIA**

**URUGUAYAN PRECAMBRIAN STRATIGRAPHY:
TECTONIC-STRATIGRAPHIC TERRANES AND GEOCHRONOLOGY**

Jorge Bossi

Cátedra de Geología – Facultad de Agronomía
Garzón 780. CP. 12900, Montevideo, Uruguay
Fax: 359 3004. Email: jbossi@fagro.edu.uy

RESUMEN

Se propone el empleo de criterios tectono-estratigráficos como herramientas para enfocar la estratigrafía del Precámbrico en Uruguay. Se presentan argumentos a favor del reconocimiento de 3 terrenos: Piedra Alta, Nico Pérez y Cuchilla Dionisio, separados por dos megatranscurrencias de rumbo general N10W y N20E. Cada terreno presenta una secuencia estratigráfica y evolución geológica radicalmente diferentes. La metodología seguida ha sido efectuar relevamientos geológicos a escala 1/100.000 y medidas de edad absoluta por diferentes técnicas (K-Ar, Rb-Sr, U-Pb SHRIMP) sobre rocas representativas de cada Terreno.

PALABRAS CLAVES: Estratigrafía, Uruguay, Precámbrico, Terrenos:

ABSTRACT

The use of tectonostratigraphic criteria are proposed as principal tools for studying Precambrian Stratigraphy in Uruguay. Three terrains are recognized: Piedra Alta, Nico Pérez and Cuchilla Dionisio from west to east. The borders between them are N10W and N20E shear zones of continental size. Each terrain is different from the others in stratigraphic sequence as in geological evolution. This proposal was arrived through many 1/100.000 geological surveys and some geochronological data over roks of regional signification.

KEYWORDS: Stratigraphy, Uruguay, Precambrian, Terranes.

INTRODUCCION

La estratigrafía del Precámbrico es un tema fuertemente controvertido a nivel mundial, sin criterios rectores definitivamente resueltos.

Un primer gran problema surge en el límite superior a adoptar, utilizando criterios paleontológicos (límite Cambriano-Vendiano) o criterios geocronológicos (límite Cámbrico-Neoproterozoico); en este último caso se adopta la edad de 544 Ma según relaciones con rocas datables por isótopos radiactivos. El límite geocrono-lógico, a su vez, ha ido cambiando a medida que se aumenta la información disponible y se perfeccionan las técnicas radimétricas : 570 Ma según Van Eysinga (1981), 544 Ma según Cowie *et al.* (1989) y Remane *et al.* (1996); 540 Ma propuesto por IUGS-UNESCO (2000). Durante más de un siglo el límite fue paleontológico y aún lo sigue siendo porque el proceso actual es tratar de medir la edad radimétrica de alguna roca ubicada lo más próximo posible a un lugar de contacto según criterios paleontológicos.

Revisando las diversas situaciones, se puede aceptar que ambos enfoques son correctos y necesarios, aunque radicalmente diferentes: tan diferentes que en el Uruguay existen ambos límites en áreas próximas y en ambientes tectónicos opuestos. El límite Cámbrico-Vendiano se desarrolla en el grupo Arroyo del Soldado (Gaucher, 2000) sedimentado en plataforma oceánica de borde pasivo con abundancia de microfósiles característicos, cuidadosamente identificados. El límite Cambro-Neoproterozoico aparece en granitoides y milonitas de 545 ± 15 Ma generados en ambientes orogénicos compresivos (Umpierre & Halpern, 1971; Bossi & Navarro, 1987, 1991) en una extensa zona al este de la cizalla Sarandi del Yí-Piriápolis (Bossi & Campal, 1992).

Frente a una situación como la planteada es razonable que existan puntos de vista discrepantes entre los diversos autores

sobre el enfoque a dar al problema en Uruguay para que conduzca a resultados que sean utilizables en Geología Aplicada. Si estas discrepancias se logran manejar adecuadamente pueden conducir a encontrar criterios de uso universal, porque Uruguay tiene rocas con edades que varían desde 520 Ma a 3541 Ma y una estructura geológica cartografiada con suficiente precisión como para plantear criterios estratigráficos a utilizar en áreas carentes de fósiles y con dificultades de datos geocronológicos.

En este ensayo se procura plantear un enfoque estratigráfico del Precámbrico que se aproxime a la solución del problema, sobre la base de un importante número de cartas geológicas a escala 1/100.000 (Campal & Schipilov, 1994; Bossi *et al.* 1996, 1998); Maldonado *et al.* 2001; Otyañabal *et al.* 2001; Rossini & Aubet, 2001) entre otros y la compilación de 2 cartas geológicas a escala 1/500.000 (Bossi *et al.* 1998; Bossi & Ferrando, 2001), con moderado apoyo geocronológico.

ESTRATIGRAFIA

En la versión resumida de la Guía Estratigráfica Internacional, Murphy & Salvador (1999) definieron que la Estratigrafía es la descripción de los cuerpos de roca de la Corteza y su organización en unidades mapeables diferenciables de sus vecinas, basándose en sus propiedades o atributos inherentes, para establecer su distribución y relación en el espacio, su sucesión en el tiempo e interpretar su historia geológica. Abarca todas las rocas, usando tanto propiedades tangibles y/o medibles (litología, edad) como atributos interpretados (ambiente de formación, génesis).

Indican 5 categorías estratigráficas como las más ampliamente utilizadas: unidades litoestratigráficas, unidades limitadas por discordancias, unidades bioestratigráficas magnetoestratigráficas y cronoestratigráficas. Normalmente en ninguna

región son aplicables o han sido aplicadas todas las categorías.

Cada zona, en función de su naturaleza geológica, topografía, clima, vías de comunicación, se obtendrá mejores resultados con aplicación de algunos criterios de los mencionados. En particular en Uruguay, existe una sola unidad fosilífera (Grupo Arroyo del Soldado) y no hay experiencia en magnetoestratigrafía ni en unidades separadas por discordancias. Se han aplicado solamente criterios lito y cronoestratigráficos.

Para rocas plutónicas y metamórficas las recomendaciones y criterios a aplicar son menos definidos. Estos autores sugirieron que no se utilicen términos litoestratigráficos formales (grupo, formación, miembro) sino la litología dominante (granitos, gneisses, complejos). También proponen reservar el término *suite* para emplearlo con intrusiones comagmáticas y litologías relacionadas en íntima asociación de tiempo, espacio y origen. Este planteo llevado al Precámbrico introduce una complicación adicional, porque la unidad debe tener al menos un dato que asegure (o sugiera) esa edad.

Según Murphy & Salvador (1999), el Precámbrico es una unidad geocronológica que ha sido subdividida por Cowie *et al.* (1989) y Remane *et al.* (1996) en unidades geocronométricas arbitrarias, pero no en unidades cronoestratigráficas reconocibles a escala mundial. A pesar de ello, ambas propuestas de columnas estratigráficas fueron mantenidas intactas en la publicación conjunta IUGS-UNESCO (2000). De aquí se concluye que sería fundamental adoptar esa columna para Uruguay.

CRONOESTRATIGRAFIA

Como en todos los países del mundo, los datos cronoestratigráficos en Uruguay comenzaron por medidas de edades

empleando el método K-Ar en el laboratorio más próximo (Sao Paulo en nuestro caso) para rocas de edades no mayores a 500 Ma. (Umpierre, 1965).

Esas determinaciones sirvieron para que el viaje de S.R. Hart a Sud América incluyera Uruguay y se obtuvieran valores K-Ar en muscovitas de más de 10 muestras separadas en dos grupos de edades y de dos zonas geográficas: ca 2000 Ma en el oeste y entre 500 y 700 Ma en el este (Hart, 1966; Bossi *et al.*, 1967). Esta información atrajo a investigadores de la Universidad de Dallas, (USA) y algunos años más tarde se monta un convenio para determinaciones Rb-Sr que desde 1966 se aceptaba como el método exacto de conocer la edad de un fenómeno incluyendo su margen de confianza calculable por la isocrona.

Se logran así alrededor de 20 determinaciones que confirman los resultados iniciales (Umpierre & Halpern, 1971, Ferrando & Fernández, 1971).

Luego de un lapso sin determinaciones aparecen datos de Soliani (1986) Cordani & Soliani (1990), Cingolani *et al.* (1990,1997) Bossi *et al.* (1993), Preciozzi & Bourne (1992), Preciozzi *et al.* (1993,1999, 2000), Campal *et al.* (1995) Teixeira *et al.* (1999) Bossi *et al.* (1999, 2000,2001), Hartmann *et al.* (2000, 2001, 2002), Halls *et al.* (2001) entre otros.

Muchos de esos datos han sido obtenidos de unidades geológicas bien descritas y con resultados analíticos de aceptable intervalo de confianza por lo que serán utilizados para caracterizar los períodos precámbricos de actividad en el Uruguay. Para ello se exponen en la figura N° 1, la columna estratigráfica propuesta por IUGS-UNESCO (2000) y los datos geocronológicos disponibles por el autor de este ensayo. Los datos se agrupan en 6 edades principales, tal como se expone en la Tabla N° 1.

EDAD (Ma)	CICLO	LITOLOGIAS	METODOS
650	Brasiliano	Granitoides	Rb-Sr U-Pb
1300	Grenvilliano	Muscovitas	K-Ar Ar-Ar
1800	Estateriano	Microgabro	Ar-Ar U-Pb
2100	Transamazoniano	Granitoides Metalavas	Rb-Sr U-Pb U-Pb
2700	Jequiano (?)	Granulita	U-Pb
3400	Paleoarqueano	Gneiss tonalítico	U-Pb

Tabla N° 1-

Existen muchos más datos que los expuestos: por un lado se conocen alrededor de 10 isocronas Rb-Sr WR de 540 ± 50 Ma, obtenidos en milonitas consideradas entonces migmatitas (Umpierre & Halpern, 1971) y por otro lado muchos datos que no son geocronológicos sino simplemente radimétricos porque no tienen referencias suficientes como para determinar las zonas a los cuales se pueden extrapolar.

Utilizando criterios puramente crono-estratigráficos para analizar las unidades precámbricas de Uruguay sobre una carta geológica como la que se expresa en la

Figura N° 2 se podría establecer la secuencia de eventos que se exponen a continuación, desde los más antiguos:

3.4 Ga: Núcleo paleoarqueano compuesto de un complejo de gneisses tonalíticos, cabalgados por posibles fragmentos de ofiolitas con serpentinitas y gabros de fuerte laminación horizontal (gneisses de La China) descritos por Hartmann *et al.* (2001).

2.7 Ga: Complejo parametamórfico de alto grado (facies granulita) compuesto por velantinesitas, piroxenitas y granitos con pertitas cordadas según descripción

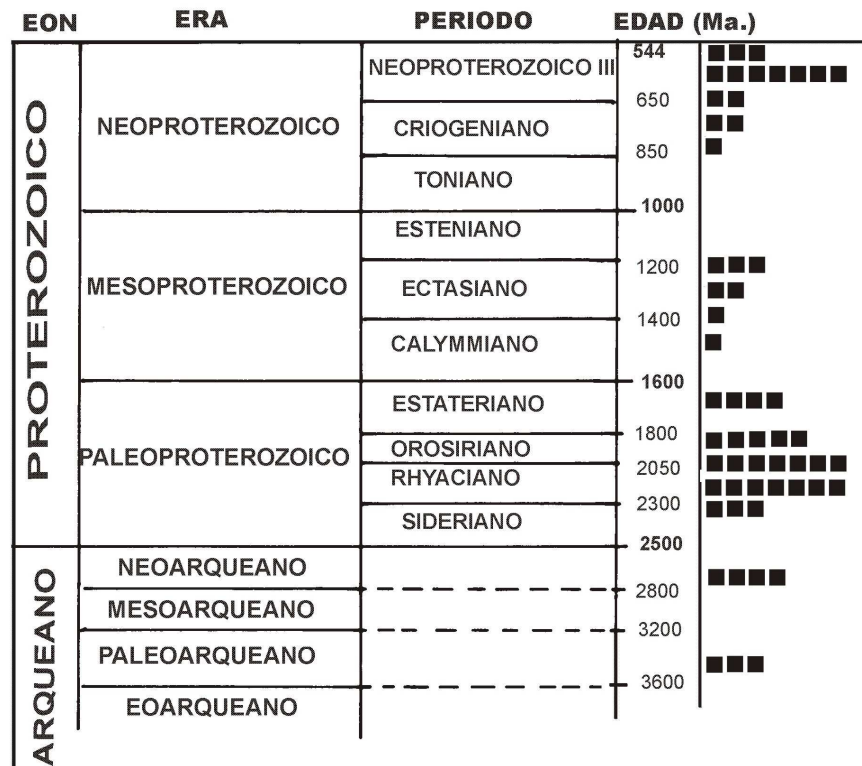


Figura N° 1-Datos geocronológicos más confiables de las rocas precámbricas en la columna estratigráfica internacional por Cowie *et al* (1989) Remane *et al* (1996) y IUGS-UNESCO (2000).

CRITERIOS CRONO ESTRATIGRAFICOS

REFERENCIAS

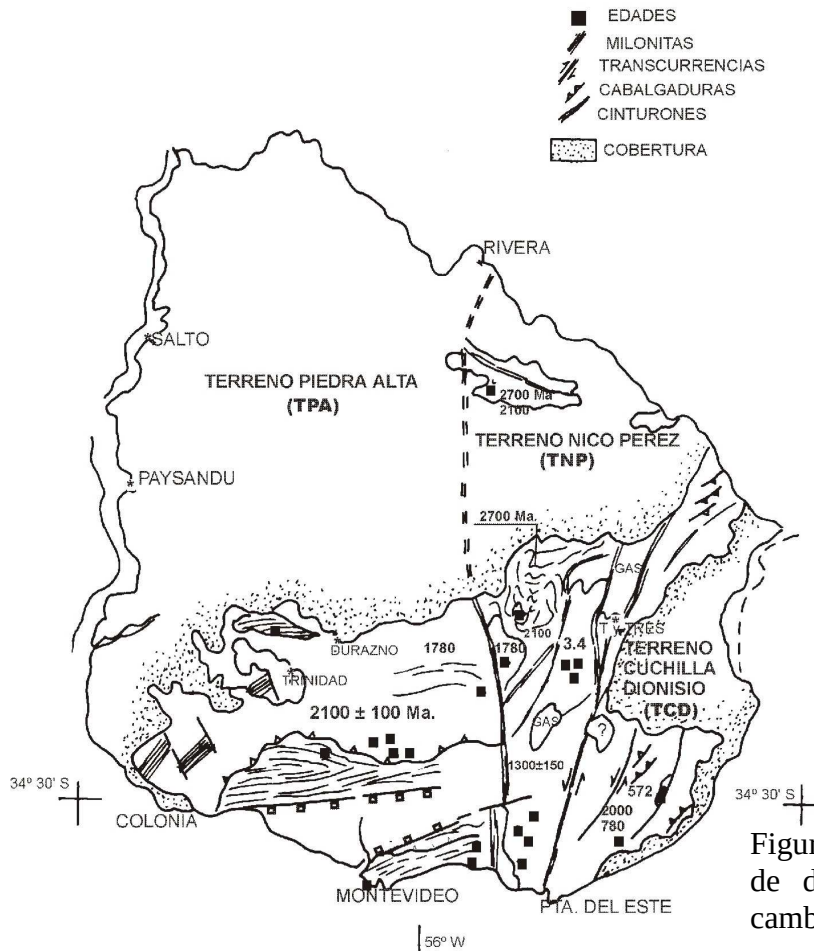


Figura N°2-Distribución geográfica de datos geocronológicos del precámbrico en Uruguay

de Bossi *et al.* (1965) y determinaciones geocronológicas de Hartmann *et al.* (2001).

?: Otro complejo parametamórfico arqueano con metaconglomerados, gneisses y calizas conteniendo circones detríticos de 2.7-3.1 Ga y filones de rocas ultrabásicas con 30 % MgO en la base de la secuencia (Campal & Schipilov., 2002).

2.1 Ga: Ciclo Transamazónico compuesto por complejos metamórficos volcánico-sedimentarios y granitoides asociados a migmatitas que habrían tenido como cratón a las unidades antes referidas oportunamente aglutinadas.

1.8 Ga: Haz de diques de microgabro y microdiorita con rumbo general N60°-70°E que en su borde oriental se encuentran arqueado, presentando una convexidad hacia el NE y desaparecen al este de un lineamiento tectónico de primer orden (Lineamiento Sarandí del Yí-Piriápolis = LSYP) descrito por Bossi & Campal (1992).

1.8 Ga: En la misma época se instaló un batolito rapakivi (Campal & Schipilov, 1994) frente al haz de filones, al Este del LSYP.

Desde el punto de vista puramente cronoestratigráfico, la secuencia seguiría con rocas del Ciclo Grenvilliano y así sucesivamente.

Pero el fenómeno recién descrito de un haz de filones arqueado en una discontinuidad tectónica de primer orden y el

emplazamiento de un batolito sub-volcánico rapakivi al Este de la discontinuidad, como se exponen en la Figura N° 3, permitió concluir que era imprescindible aplicar criterios tectono-estratigráficos.

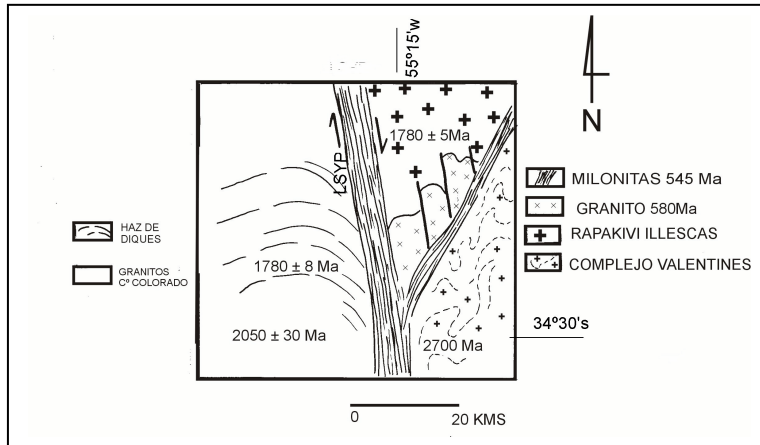


Figura N°3-Carta geológica mostrando el desplazamiento destal del lineamiento Sarandí del Yí-Piriápolis

TECTONOESTRATIGRAFIA

Para explicar la estructura recién descrita, Bossi & Campal (1992) aplicaron criterios tectono - estratigráficos. Identificaron la existencia del Terreno Nico Pérez (TNP) y establecieron la necesidad de encarar la estratigrafía del Precámbrico de Uruguay, definiendo terrenos tectono-estratigráficos siguiendo la idea de Coney (1989).

Un **terreno** según la definición de Hervé & Mpodosi (1990), es una entidad que presenta una asociación estratigráfica con historia geológica diferente de otros terrenos o áreas estables vecinas.

Bossi *et al.* (1993) reconocieron el Terreno Piedra Alta (TPA) al W del LSYP con lo que comienza una etapa de rápidos progresos cartográficos y petrológicos con grupos diferentes trabajando en terrenos diferentes.

Se alcanzaron modelos petrológicos funcionales para el TPA con los trabajos de Mutti *et al.* (1996), Bossi *et al.* (1996), Cingolani *et al.* (1997), Bossi *et al.* (1998) Schipilov *et al.* (1999). Procesos similares ocurrieron en el TNP con extensos relevamientos a escala 1/100.000 y datos

geocronológicos por método U-Pb SHRIMP en circones y esfenos (Campal & Schipilov, 1994; Campal *et al.*, 1995; Campal & Schipilov, 1999; Hartmann *et al.*, 2001).

El reconocimiento del grupo Arroyo del Soldado de edad Vendiana por estudios micropaleontológicos (Gaucher & Schipilov, 1993), la tesis sobre la zona de cizalla de Sierra Ballena de Gómez (1995) y trabajos posteriores de Gaucher *et al.* (1996, 1998) permitieron que Gaucher (1998) propusiera que el límite oriental del TNP sea la ZCSB.

Esto fue rápidamente asimilado por Bossi *et al.* (1998) que proponen la existencia de 3 terrenos adosados en diferentes momentos para explicar la secuencia de fenómenos ocurridos durante el Precámbrico.

Este modelo ha dado hasta ahora explicación a los principales fenómenos geológicos.

En la figura N° 4 se expone gráficamente el esquema tectonoestratigráfico propuesto por Bossi *et al.* (1998) para indicar la extensión, posición y desplazamiento temporal relativo de cada uno de los terrenos propuestos:

De acuerdo con esta hipótesis se propone estudiar la estratigrafía del Precámbrico de Uruguay, usando como criterio principal la identificación de terrenos tectono-estratigráficos.

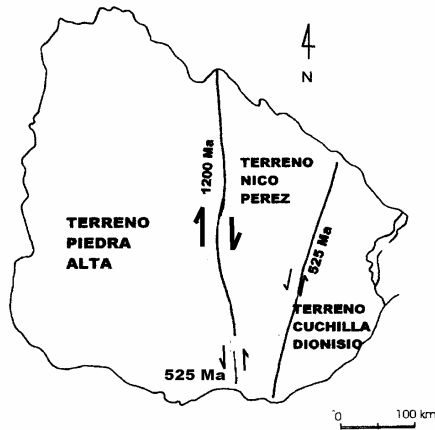


Figura N°4- Esquema tectono-estratigráfico del Precámbrico de Uruguay según Bossi et al (1998).

predominantemente horizontal.

Solamente dentro de cada terreno, adquiere valor aplicar criterios lito- y crono-estratigráficos según el grado de seguridad de la edad del fenómeno considerado. Como corolario, la estratigrafía debe analizarse por separado en cada terreno. Esta tarea se esbozó en las cartas geológicas 1/500.000 de Bossi *et al.* (1998) y fue mejorada en Bossi & Ferrando (2001), usando tres columnas estratigráficas para el precámbrico. Ese criterio se aplicó aquí en la preparación de la Figura N° 5.

Allí puede observarse que la historia geológica de cada terreno fue bien diferente.

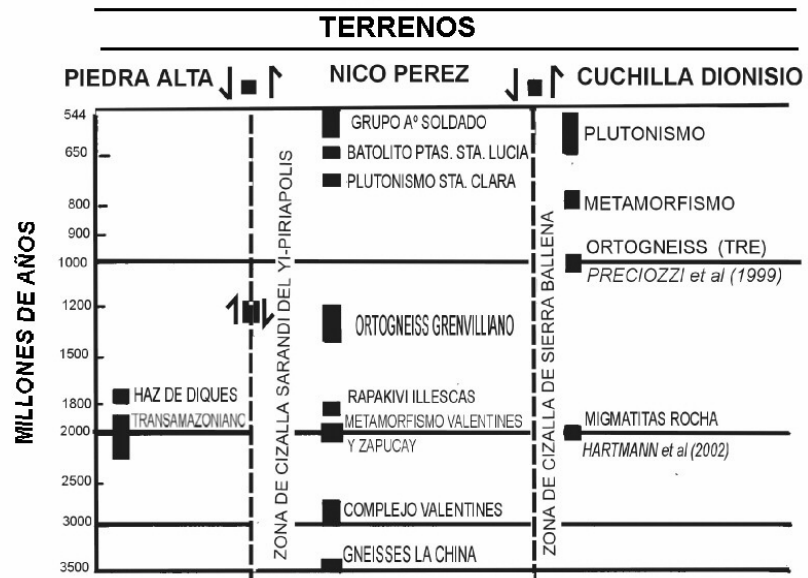


Figura N°5- Estratigrafía del Precámbrico de Uruguay utilizando diferentes columnas para cada terreno.

El terreno es un instrumento conceptual que permite definir una zona más o menos amplia dentro de cuyos límites la evolución tectónica sigue reglas interpretables. Estos terrenos no se han formado en el lugar que actualmente ocupan, sino que han sido adosados por acción de megatranscurrencias indicadoras por su potencia y grado de milonitización, de grandes desplazamientos de bloques continentales en sentido

Lo mismo sucede analizando las características litológicas, estructurales y tectónicas, como surge de revisar algunas monografías recientes de las que se citan como ejemplo Campal *et al.* (1995) Bossi *et al.* (1998, 1999, 2001) Campal & Schipilov (1999) Bossi & Ferrando (2001) Hartmann *et al.* (2001).

TERRENO PIEDRA ALTA

Este terreno ha sido descrito en detalle en otros trabajos presentados al Taller (Piñeyro *et al.*, 2002; Maldonado *et al.* 2002) y por ese motivo aquí se hará una breve síntesis de los rasgos fundamentales. A partir de los trabajos de Mutti *et al.* (1996) Bossi *et al.* (1996, 1998) se puedan reconocer varios cinturones orogénicos compuestos por complejos volcano-sedimentarios metamorfizados y suites post-orogénicas calco-alcalinas (excepto Soca) separados entre sí por extensas áreas granodioríticas de anatexis, migmatitas y relictos metamórficos de grado medio.

Todas las rocas son de la misma edad transamazoniana (Cingolani *et al.* 1990; 1997; Preciozzi y Bourne, 1992; Hartmann

infracrustales, edades de 1980 ± 16 Ma (Sr, Rb -WR).

Esto permite sugerir que el terreno en su conjunto se formó por acreción juvenil transamazoniana, propuesta que coincide con Basei *et al.* (2000).

La alternancia de cinturones supracorticales de bajo grado metamórfico y granitoides anatéticos infracorticales en un mismo nivel topográfico son el producto de escamas tectónicas con vergencia al sur. Existe desarrollo de pegmatitas per-aluminosas entre cada escama.

En la figura N° 6 se presenta un esbozo geológico del área aflorante en el SW de Uruguay para mostrar gráficamente la

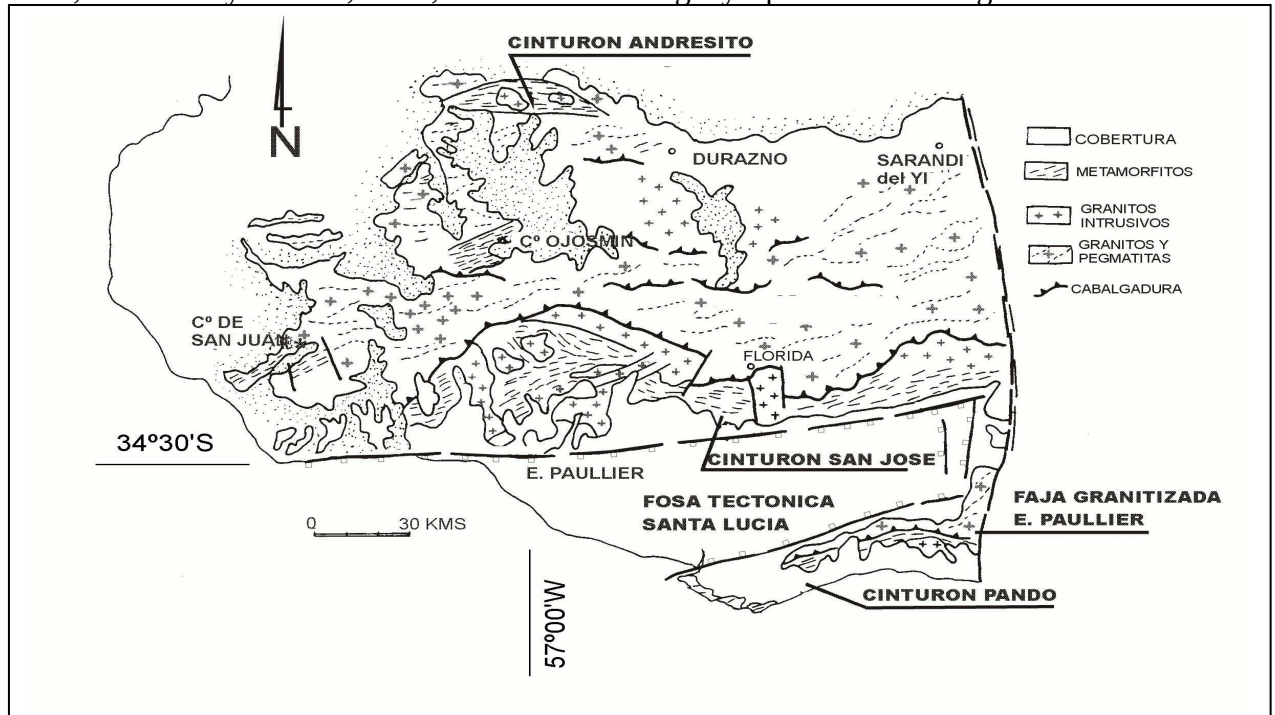


Figura N°6.- Esquema geológico propuesto para el Terreno Piedra Alta.

En el cinturón San José —donde los estudios fueron más completos— las metarriolitas del tope de la secuencia tienen edad U-Pb (SHRIMP) en circones de 2,14 Ga mientras los plutones post-tectónicos tienen 2.03 Ga siguiendo idéntica técnica, y los granitoides

TERRENO NICO PEREZ

La historia geológica del TNP es mucho más compleja y menos conocida, con litologías que abarcan edades desde el Paleoarqueano al Neoproterozoico.

El núcleo Paleoarqueano está constituido por gneisses tonalíticos de edades U-Pb en circón (SHRIMP) de hasta 3.41 Ga en el corazón y coronas de recristalización de 2.7 Ga.

En la localidad tipo del Arroyo de La China (5 kms al E de Zapicán) estos gneisses están cabalgados por gabros y serpentinitas en estructuras horizontales con desarrollo de talco de hasta 0.50m de potencia (Hartmann *et al.*, 2001).

El bloque cabalgado hacia el SE es un complejo metasedimentario compuesto por cuarcitas magnetito - augíticas, metapiro-xenitas y núcleos de pliegue ocupados por granitos leucócratas compuestos de pertitas cordadas y cuarzo de típico facies granulita sin fusión (fm. Valentines *sensu* Bossi *et al.* 1965).

La edad de estos granitos es de 2,7 Ga en el núcleo de los circones y 2.1 Ga en la periferia (Hartmann *et al.* 2001). La coincidencia de edad de los “granitos” metamórficos de los pliegues con las coronas de los circones de los gneisses de La China representa un argumento a favor del cabalgamiento del Complejo Valentines sobre estos gneisses.

Este bloque arqueano (Valentines + La China) cabalga con vergencia al SE un complejo metamórfico fuertemente plegado integrado por metaconglomerados, cuarcitas, calizas y gneisses que se han interpretado con dudas como de edad grenvilliana (1300 ±150 Ma).

El primer valor obtenido fue de 1250 ± 45 por método K/Ar por el Prof. Cingolani en las muscovitas recristalizadas en los planos de cabalgadura (Campal *et al.* 1995).

Gómez (1995) expone en su tesis sobre la megacizalla de Sierra Ballena, varios datos K/Ar de las prasinitas del arroyo Coronilla a 6 kms al sur de la Ciudad de Minas y uno de

los valores fue de 1230 ± 20 Ma. P. Renne por método Ar-Ar en los diques de microgabro flexurados junto al LSYF encuentra sistemáticamente un palier de ca 1200 Ma (Teixeira *et al.* 1999).

El Ing. Miguel Garau comunicó personalmente en 1998 que poseía datos Pb-Pb en galenas de mineralizaciones al sur de la ciudad de Minas determinadas en BRGM de Orleans (Francia) que abarcan un lapso entre 1200 y 1500 Ma.

Este conjunto de unidades de tan diferentes períodos geológicos han podido ordenarse en forma preliminar gracias a los relevamientos geológicos de detalle (Campal & Schipilov, 1994; Campal *et al.* 1995; Campal & Schipilov, 1999) y a algunas determinaciones geocronológicas en circones (Hartmann *et al.* 2001), en galenas (M. Garau, com. pers.) y en muscovitas de importantes transurrencias.

Ello permitido elaborar el esquema geológico que se expone en la Figura N° 7.

A modo de resumen, el TNP está integrado por núcleos arqueanos que posiblemente cabalgaron rocas que se metamorfizaron por colisión con un bloque continental ahora inexistente.

Estas rocas contienen circones con edades U-Pb entre 2760 y 3260 Ma con bordes erosionados provenientes del núcleo paleoarqueano La China.

Incluyen los gneisses de Paso del Rey, los metaconglomerados Las Tetras, las calizas de María Albina y los grupos Fuente del Puma y Carapé (Bossi & Ferrando 2001) como unidades principales.

Dentro del TNP existen otras 3 unidades precámbricas que deben ser tenidas en cuenta para descifrar la evolución geológica:

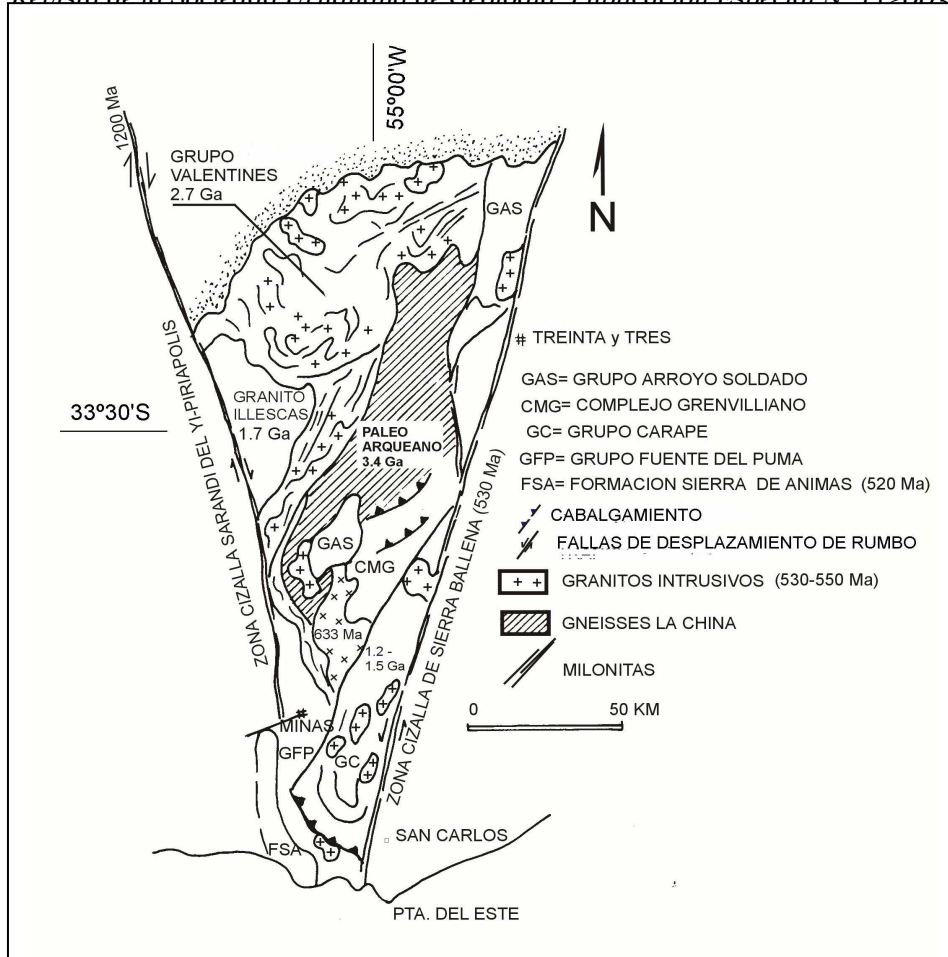


Figura N°7- Esquema geológico propuesto para el Terreno Nico Pérez con edades sugeridas para cada unidad componente.

- Plutonismo granodiorítico (633 ± 8 Ma) muy voluminoso pero poco diferenciado (Puntas del Santa Lucía).
- sedimentación en plataforma estable ($590-550$ Ma) de margen pasivo durante el Vendiano con débil metamorfismo y plegamiento posterior (grupo Arroyo del Soldado).
- plutonismo granítico post-orogénico (545 ± 20 Ma) supracortical (Polanco, Guazunambí)

Diferentes hipótesis pueden explicar esta secuencia pero la más probable parece ser la existencia de dos períodos de subducción de placas hacia el W (700 y 550 Ma) con una

etapa intermedia de estabilidad. Este es uno de los problemas fundamentales a resolver del período Cámbrico-Neoproterozoico en Uruguay.

TERRENO CUCHILLA DIONISIO

El planteo tectono-estratigráfico del precámbrico en Uruguay implica aceptar la propuesta de que el bloque ubicado al Este de la zona de Cizalla de Sierra Ballena es un terreno alóctono por una serie de evidencias que fueron reuniéndose desde 1995.

Aquí se exponen las evidencias más significativas que soportan el planteo de que la Zona de Cizalla Sierra Ballena (ZCSB) es una sutura (megacizalla sinistral) que adosó

un terreno alóctono (Cuchilla Dionisio) entre 540 y 520 Ma.

-La ZCSB interrumpe abruptamente extensas áreas de rocas carbonáticas de diferentes edades desarrolladas en el TNP.

-Existen abundantes indicadores cinemáticos de un desplazamiento de gran magnitud, de los cuales el más evidente es el arqueamiento de las rocas al E de la ciudad de Pan de Azúcar.

-Las litologías metamórficas son diferentes a ambos lados: metasedimentos en facies granulita al Este, (Complejo Cerro Olivo, Masquelin *et al.* 2001); al Oeste una serie volcano-sedimentaria en facies esquistos verdes y anfibolita (grupos Fuente del Puma y Carapé respectivamente, Bossi *et al.* 1998), como se observa en la Figura N°8.

-Las edades son netamente diferentes 1300 ± 150 Ma al W; 2000, 1000, 780 Ma al E; (Hartmann *et al.* 2002; Preciozzi *et al.* 1999).

-Los Cerros de Aguirre con una edad de 572 ± 11 Ma están constituidos casi exclusivamente por chonitas (Campal y Gancio, 1993) mostrando importante vulcanismo aéreo explosivo. El Grupo Arroyo Soldado (Gaucher, 2000) ubicado a 80 kms al W, no contiene ningún nivel cinerítico, siendo ambos de edades similares.

-El planteo de Basei *et al.* (2001) tratando más de 200 edades modelo Nd (τ_{DM}) demostraron que la ZCSB representa el borde de un terreno con edades entre 1.9 y 2.5 Ga al W y valores medios de 1,6 Ga al Este.

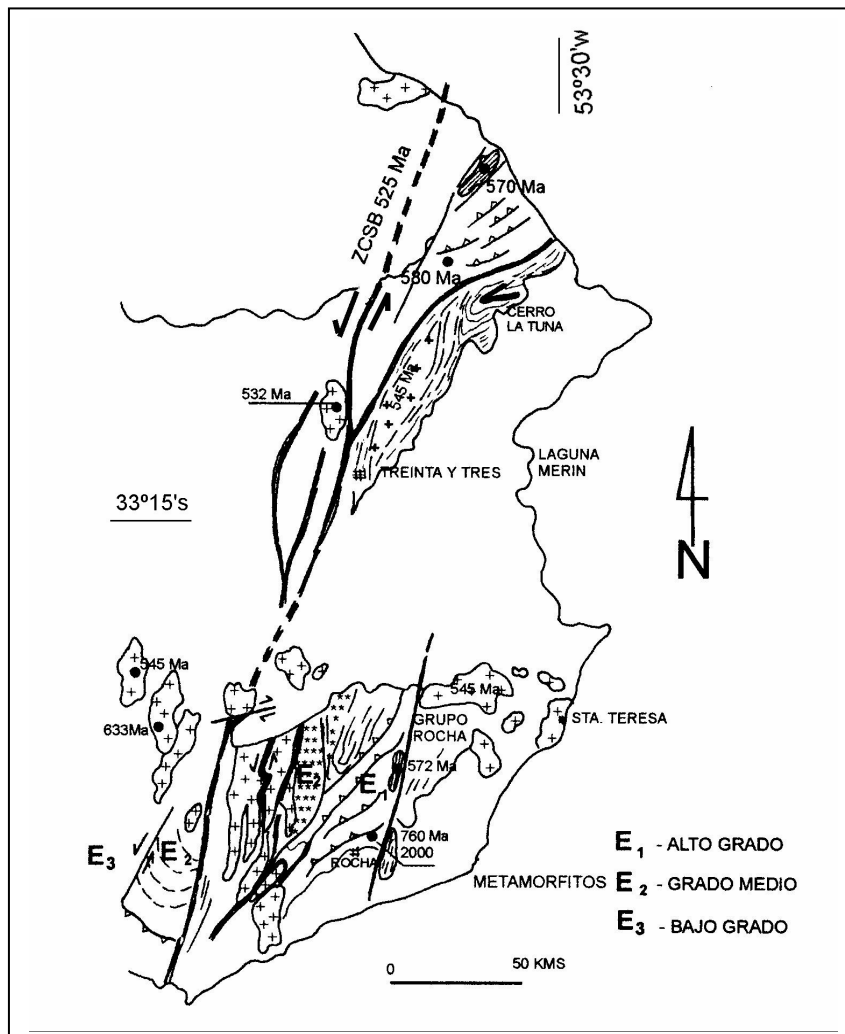


Figura N°8- Esquema geológico propuesto para el Terreno Cuchilla Dionisio los datos geocronológicos disponibles.

OTROS TERRENOS

Varios autores han propuesto otros terrenos para Uruguay, donde se destacan las propuesta de Preciozzi *et al.* (1999, 2001) y Basei *et al.* (2000, 2001). Los argumentos presentados son aún insuficientes, especialmente manteniendo el concepto de Cinturón Dom Feliciano, descartado por los presentes autores, que sostienen el Terreno Cuchilla Dionisio. En particular el Terreno Punta del Este, manejado por los autores recién citados, carece de atributos imprescindibles y se hace difícil de mantener con el trabajo de Basei *et al.* (2001).

CONCLUSIONES

La aplicación de criterios tectono-estratigráficos permitió encarar la estratigrafía del Precámbrico en Uruguay con un enfoque diferente al convencional mantenido desde que Bossi *et al.* (1967) separan dos ciclos orogénicos: Cratón del Río de la Plata con *ca* 2000 Ma y Ciclo Orogénico Moderno con 500-700 Ma.

Se ha confirmado la validez del planteo naturalista y cartográfico de Bossi *et al.* (1998): tres terrenos adosados por megatranscurrencias que engloban la totalidad de las rocas precámbricas del Uruguay.

No necesariamente las rocas más antiguas fueron las primeras en formarse donde hoy se encuentran, porque las megatranscurrencias y cabalgamientos de gran porte obligan a aceptar la aloctonía de por lo menos 2 terrenos.

Desde el planteo de Bossi y Campal (1992) los diferentes autores fueron aceptando la estructuración del Precámbrico en terrenos y con ello se está logrando un diálogo científico altamente constructivo (Preciozzi *et al.* 1999; Bossi *et al.* 2001; Basei *et al.* 2001).

Se identifica la oportunidad de realizar un simposio formal para discutir el Precámbrico de América del Sur sobre esta nueva base de razonamiento: Terrenos Precámbricos de América del Sur.

AGRADECIMIENTOS

Son muchos los compañeros y colegas que han contribuido con sus aportes para poder montar este ensayo, desde tener acceso a trabajos inéditos hasta procesar texto y dibujos en varias ocasiones. Vaya aquí mi agradecimiento a los Lic. Geol. Rosa Navarro y Néstor Campal, y a la Ay. Téc. Carmen Olveira. Un agradecimiento especial al Prof. Miguel Basei por haber realizado una revisión seria, juiciosa y atacando los puntos débiles del planteo.

BIBLIOGRAFÍA

- Basei, M.; Siga, JR. O.; Masquelin, H.; Harara, O.; Reis Neto, J. & Preciozzi, F.; 2000- The Dom Feliciano Belt of Brazil and Uruguay and its foreland domain, the Rio de la Plata cratón; *in* Cordani, U., Milani, E.; Thomaz Filho, A.; Campos, D.; Editores; *Tectonic evolution of South America*: 311-334; Rio Janeiro, Brasil.
- Basei, M.; Siga, JR. O.; Harara, O.; Preciozzi, F.; Sato, K. & Kaufuss, G.; 2001 Precambrian terranes of African affinities in the southern part of Brazil and Uruguay; III Simposio Sudamericano de Geología Isotópica: 98-101; Pucón. Chile.
- Bossi, J., Fernández, A. & Elizalde, G., 1965.- Predevoniano en el Uruguay.- Boletín N°78- Facultad de Agronomía.
- Bossi, J. & Campal, N. 1992- Magmatismo y tectónica transcurrente durante el Paleozoico Inferior en Uruguay. *In*. Gutierrez Marco, J. J. Saavedra & I. Rabano (Eds) *Paleozoico Inferior de Iberoamérica*. Universidad de Extremadura. España.
- Bossi, J.; Campal, N.; Civetta, L.;

- Demarchi, G.; Girardi, V.; Mazzucchelli, M.; Negrini, L.; Rivalenti, G.; Fragoso Cesar, A.; Sinigoi, S.; Texeira, W.; Piccirillo, E. & Molesini, M. 1993- Early Proterozoic dike swarms from western Uruguay: geochemistry, Sr-Nd isotopes and petrogenesis. *Chemical Geology* 106:263-277. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Holanda.
- Bossi, J.; Ferrando, L. & Albanell, H.; 1967. Basamento cristalino del Sureste del Uruguay; 2do. Simposio Internacional sobre Deriva Continental: 60-72 Montevideo-Uruguay.
- Bossi, J. & Navarro, R. 1987. Esquema preliminar sobre la evolución geológica del Uruguay durante el período Cámbrico; *Actas X Congreso Geológico Argentino* 1: 346-350. Tucumán.
- Bossi, J. & Navarro, R. 1991. *Geología del Uruguay*; Ed. UDELAR. 2 Volumen 948pp.
- Bossi, J.; Campal, N. Piñeyro, D.; Schipilov, A.; Ferrando, L.; Navarro, R.; Dalla Salda, L.; Cingolani, C.; Varela, R.; & Lucchi, M.; 1999. Terreno Piedra Alta (Correlación Piedra Alta-Tandilia):77. Ed. Facultad de Agronomía. Montevideo.Uruguay.
- Bossi, J.; Ferrando, L.; Montaña, J.; Campal, N.; Morales, H.; Gancio, F.; Schipilov, A.; Piñeyro, D. & Sprechmann, P.; 1998. *Carta Geológica del Uruguay, Escala 1/500.000*. Versión 1.0 Digital. Ed, Geoeditores S.R.L. Facultad de Agronomía.
- Bossi, J., Mutti, D., Piñeyro, D. & Di Marco, A., 1996. Cinturón Arqueano Uruguayo de San José: Caracterización litogeoquímica de su área tipo; *XIII Congreso Geológico Argentino*, Actas III: 567-579. Buenos Aires.
- Bossi, J.; Hartmann, L. Campal, N. & Piñeyro, D.; 1999. Geological and geochronological constraints on the Paleo-Proterozoic of the Isla Mala granite suite, Uruguay; *Actas II Simposio Sud Americano de Geología Isotópica*, Córdoba, Argentina; 1 : 112-116.
- Bossi, J. ; Cingolani, C.; Campal, N.; Varela, R.; Piñeyro, D. ; Ferrando, L. & Schipilov, A; 2000. Geochronology and isotopic signature of the Piedra Alta Terrane, Uruguay; *XXXI Intern. Geol. Congress.*; Río de Janeiro, Brasil, Resumen.
- Bossi, J.; Ferrando, L.; 2001. *Carta Geológica del Uruguay, Escala 1/500.000*. Versión 2.0 Digital. Ed, . Facultad de Agronomía.
- Campal, N. & Schipilov, A.; 1994. The Illescas bluish-quartz rapakivi granite (Uruguay-South América): Some geological features, Symposium on Rapakivi Granites and related rocks.- Belen Brazil.
- Campal, N; Gaucher, C.; Schipilov, A.; & Bossi, J.; 1995. El Uruaçuano en el Uruguay: evidencias geológicas, paleontológicas y radiométricas. 6° Simposio Sul-brasileiro de Geología. 1° Encuentro de Geología del Cono Sur. Boletim de Resumos Expandidos: 97-100. Brasil.
- Campal, N. & Schipilov, A. 1999. The eastern edge of the Rio de la Plata craton: a history of tangential collisions; in SHINA, A .K. (Ed) *Basament Tectonic* 13: 33-48; Kluwer Ac. Publ.
- Campal, N. & Schipilov, A. 2002. Informe final del Proyecto CONICYT: Criterios de prospección de fosfatos en la serie sedimentaria marina plataformal del Vendiano-Cámbrico del Uruguay.
- Cingolani, C.; Bossi, J.; Varela, R. & Navarro, R.; 1990. Nuevos datos geológicos y geocronológicos del macizo granítico de cerro Colorado, Florida, Uruguay.
- Cingolani, C.; Varela, R.; Dalla Salda, L.; Bossi, J.; Campal, N.; Ferrando, L. ; Piñeyro, D. & Schipilov, A. 1997. Rb/Sr geo-cronology from the Río de la Plata

- craton of Uruguay. South American Symposium on Isotope Geology. Curitiba. Brasil.
- Coney, P. 1989.- Structural aspects of suspected terranes and accretionary tectonic in western North-America; *Journal of Structural Geology* 11(1-2): 107-125.
- Cordani, U. & Soliani, E. 1990. Idades K-Ar e Rb-Sr das Ilhas Cristalinas de Rivera e Aceguá (Uruguay e Rio Grande do Sul) e seu enquadramento do contexto geotectónico regional. *Annales Academia Brasileira de Ciencias*. 62 (2):145-156. Rio de Janeiro. Brasil.
- Cowie, J.W. ; Ziegler, W., & Remane, J. (1989). Stratigraphic Commision accelerates Progress. *Episodes* 12 (29 79-83).
- Eysinga, F. W. van ., 1981. *Geological Time Table*; Ed. Elsevier, Asterdam. Holanda
- Ferrando, L. & Fernández, A. 1971. Esquema tectónico cronoestratigráfico del Predevoniano en Uruguay; *Anales XXV Congreso Bras: Geología*: 199-210.
- Gaucher, C. & Schipilov, A. 1993 La secuencia arenosa- pelítica de Arroyo del Soldado.- *Revista Brasileira de Geociencias*. 23 (3) :312. San Paulo. Brasil.
- Gaucher, C. & Schipilov, A. 1994 Formaciones de Hierro Bandeadas del Vendiano del Uruguay. Paleociencias del Uruguay (serie didáctica). Facultad de Ciencias. 2 :3- 5. Montevideo. Uruguay.
- Gaucher, C., Sprechmann, P. & Schipilov, A. 1996. Upper and Middle Proterozoic fossiliferous sedimentary sequences of the Nico Perez Terrane of Uruguay: lithostratigraphic units, paleontology, depositional environments and correlations; *Neues Jahrbuch fur Geologie und Paleontologie*, 199-339-367, Stuttgart, Alemania.
- Gaucher, C & Sprechmann, P. 1998. Grupo Arroyo Soldado: paleontología, edad y correlaciones (Vendiano-Cámbrico Inferior, Uruguay); *Actas II Congreso Uruguayo de Geología*: 183-187, Montevideo.
- Gaucher, C.; 2000. Sedimentology and stratigraphy of the Arroyo del Soldado Group (Uruguay) *Beringeria* 26: 1-122.
- Gomez, C. 1995 A zona de cizalhamento sinistral de Sierra Ballena no Uruguay. Tesis de Doctorado. Universidad de San Paulo. :243. San Paulo. Brasil.
- Halls, H., Campal, N., Davis, D. & Bossi, J. 2001. Magmatic Studies and U-Pb geochronology of the Uruguayan dyke swarn, Rio de la Plata craton, Uruguay: paleomagnetic and economic implications; *Journal of South American Earth Sciences*, 14: 349-361.
- Hart, S. R. 1966. Radiometric ages in Uruguay and Argentina and their implications concerning continental drift. Geological Society of America. annual meeting: 86: San Francisco. EEUU.
- Hartmann, L. A.; Piñeyro, D.; Bossi, J.; Leite, J. & Mc Naughton, N. 2000- Zircon Ur-Pb shrimp dating of Paleoproterozoic Isla Mala granitic magmatism in the Rio de la Plata craton, Uruguay. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. 13 (2):105-113. Elsevier.
- Hartmann, L.; Campal, N.; Santos, O.; Mac Naughton, N.; Schipilov, A. & Lafon, J.; 2001. Archean crust in the Río de la Plata Craton, Uruguay: SHRIMP U-Pb zircon reomeissance geochronology; *J. South Am. E-Sci*. 14 : 557-570.1
- Hartmann, L.; Santos, O.; Bossi, J.; Campal, N.; Schipilov, A. & Mc Naughton; 2002. Zircon and titanite U-Pb SHRIMP geochronology of Neoproterozoic felsic magmatism on the eastern border of the Río de la Plata craton, Uruguay. *Journal South America Earth Science*. (en prensa).
- Hervé, F. & Mpodosis, C.; 1990. Terrenos

- tectono-estratigráficos en la evolución geológica de los Andes chilenos: una revisión; *Comunicaciones* 41: 67-72.
- IUGS-UNESCO. 2000. International Stratigraphic chart.
- Maldonado, S., Bossi, J., Piñeiro, D., Cingolani, C. & Schipilov, A. 2001. Macizo de Pintos- Terreno Piedra Alta (Florida, Uruguay) XI Congreso Latinoamericano de Geología; versión CD, 6 páginas.
- Maldonado, S., Piñeiro, D. & Bossi, J. 2002 El Terreno Piedra Alta, taller de Facultad de Ciencias.
- Mutti, D.; Bossi, J.; Di Marco, A. & Piñeyro, D. 1996. The Archean vulcano sedimentary San José Belt (Uruguay). Symposium Archean Terranes of American Platform. :26-27. Brasilia. Brasil.
- Murphy, M. & Salvador, A. 1999. Internacional Stratigraphic guide: an abridged version; *Episodes*, 22 (4): 250-272.
- Otyañabal, P., Spoturno, J., Goso, E., Heimann, A. & Bergalli, L. 2001. Asociaciones litológicas en las supracrustales del grupo Lavalleja y sus intrusiones asociadas en la hoja Fuente del Puma (Sur de Minas, Uruguay); Actas XI Congreso Latinoamericano Geología, Ed. CD.
- Preciozzi, F. & Bourne, N.; 1992. Petrography and geochemistry of the A° de la Virgen and Isla Mala plutons, southern Uruguay: Early Proterozoic tectonic implications. *Journal South American Earth Sciences*. 6 (2): 169-181, EEUU.
- Preciozzi, F.; Masquelín, E.; & Sanchez, L. 1993. Geología de la porción sur del Cinturón Cuchilla Dionisio. Guía de Excursión, I Simposio del Neo Proterozoico - Cámbrico de la Cuenca del Plata. :3-39. La Paloma. Uruguay.
- Preciozzi, F.; Masquelín, H. & Basei, M. 1999a. The Namaqua / Grenville Terrane of eastern Uruguay. II Simposio Sudamericano de Geología Isotópica : 338-340. Villa Carlos Paz. Córdoba. Argentina.
- Preciozzi, F.; Peel, E.; Muzio, R., Ledesma, J. & Guerequiz, R. 2001. Dom Feliciano Belt and Punta del Este Terrane: Geochronological features. III Simposio Sudamericano de Geología Isotópica. Pucón-Chile. 4pp.
- Remane, J.; Bassett, M.; Cowie, J.; Gohrbandt, K.; Lane, H.; Michelsen, O.; & Wang, N.; 1996- Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standard by the International Commission on Stratigraphy (ICS); *Episodes*, 19(3):77-81
- Rossini, C.A. & Aubert, N. 2000. La región Zanja del Tigre (Maldonado-Uruguay) y sus rocas meta calcáreas, estudio geológico e implicancias estratigráficas y económicos; *Rev. Soc. Urug. Geología*; II época (7):36-47.
- Schipilov, A., Iardino, G., Bossi, J. & Piñeiro, D. 1998. Gabros hornbléndicos Eo-Proterozoicos del Cinturón San José; Uruguay; IV Reunión Mineralogía y Metalogenia; Univ. Nacional del Sur: 309-316; Bahía Blanca, Argentina.
- Soliani, E. Jr. 1986. Os dados geocronológicos do escudo sul-riograndense e suas implicações de ordem geotectónica; Tesis de doctorado. Instituto de Geociencias. Universidade Sao Paulo. San Pablo Brasil.
- Umpierre, M. & Halpern, M. 1971. Edades Sr - Rb del Sur de la República Oriental del Uruguay. *Revista Asociación Geológica Argentina*. 26 :133-155. Buenos Aires. Argentina.
- Teixeira, W.; Renne, P.; Bossi, J. & Campal, N. & D' Agrela Filho.; 1999. ⁴⁰Ar-³⁹Ar en Rb-Sr geochronology of the Uruguayan dyke Swarm, Río de la Plata craton: implication for Proterozoic intraplate activity in western Gondwana;

Precambrian Reserch 93: 153-180.

