



Grado I: roca fresca, inalterada. No se aprecian cambios de color o desagregación de la roca.



Grado II: roca con indicios de meteorización. Aparecen colores ocre o naranjas. Los cristales de biotita muestran una decoloración al dorado – vermiculitización incipiente – pero se mantiene la coherencia o tenacidad incambiada. Se requieren varios golpes del martillo para la extracción de una muestra.



Grado III: cambios de colores pronunciados en la roca, medianamente friable (pueden extraerse cristales individuales de la matriz) pero no se rompe con la mano. Los minerales ferromagnesianos (biotita, hornblenda) muestran halos coloreados que tiñen al resto de la roca.



Grado IV: roca descompuesta, aparece arcilla matricial. La roca se puede partir con las manos y las ensucia con arcilla. El golpe del martillo es amortiguado (sin rebote).



Grado V: roca completamente argilizada, pero conservando la textura original. Aparecen abundantes sustituciones de cristales por arcilla. La roca se parte con las manos y puede llegar a compactarse dentro del puño. En contacto con el agua se deslía completamente.

El Grado VI describe al suelo desarrollado a expensas del manto de alteración. Se preservan cristales constituyentes de los niveles inmediatamente inferiores, pero la textura original de la roca se ha perdido absolutamente. Se tratará este tema cuando se describa a la Fm. Libertad más adelante.

Sedimentos del Cretácico Superior (formaciones Mercedes y Asencio)

La **formación Mercedes** se compone de una serie de ciclos granodecrecientes que pasan de conglomerados a pelitas o lutitas con abundante cemento calcáreo y fenómenos posteriores de silicificación y/o carbonatación. Los ciclos suelen tener de 1 a 5 metros de potencia, tienen una estructura canaliforme tabular de corto trecho y una alta variabilidad vertical de facies.

Por lo general tanto en la base como en el tope de la formación aparecen fenómenos de alta cementación con sílice (ópalo) y hacia la porción cuspidal se vuelven frecuentes niveles de areniscas calcáreas, calizas arenosas o reales calizas fosilíferas.

En la zona central se desarrollan sedimentos arenos arcillosos que siempre contienen carbonato de calcio como agente cementante y venillas subhorizontales de sílice mamelonar de baja temperatura como rasgo distintivo. La granulometría dominante es arena media a gruesa, siempre poseen grava dispersa de origen correspondiente al basamento cristalino en clastos muy redondeados de hasta 1cm de diámetro.

La diferencia sustancial con el término arenoso-arcilloso de la formación Asencio es la ausencia de arcillas esmectíticas. Los suelos generados a su expensa son menos expansibles – no aparecen vertisoles – y menos propensos a la formación de grietas.



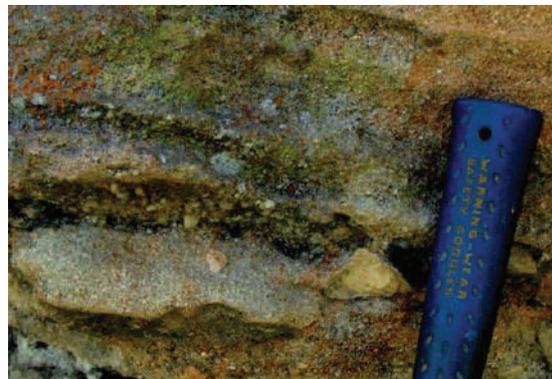
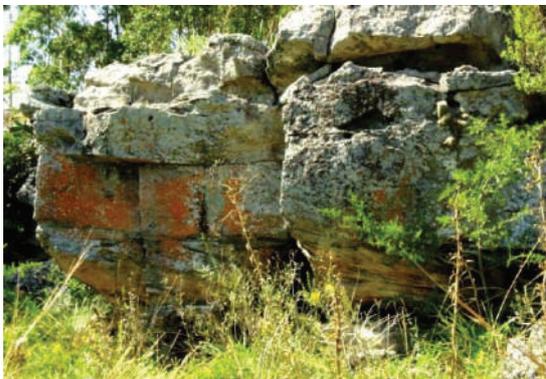
Areniscas arcillosas mal seleccionadas y sin cemento con incipiente estratificación subhorizontal.



Detalle de la roca que compone el afloramiento expuesto a la izquierda.

Dentro de los términos cementados pueden aparecer:

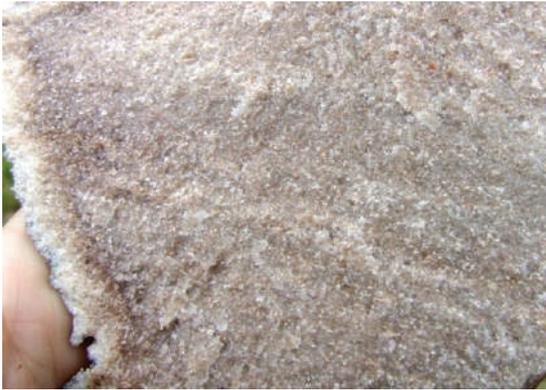
- Bancos gravillosos y arenoso gravillosos de 1 a 5m de potencia cementados con sílice;
- Areniscas blancas, limpias y totalmente silicificadas;
- Arenas calcáreas o calizas arenosas, fuertemente silicificadas; a veces nodulares con porcentajes muy variables de nódulos en el volumen total de la roca;
- Areniscas finas a medias, con gravas dispersas y bancos lutíticos. Incluyen intraclastos lutíticos. El contenido en arcilla es importante.



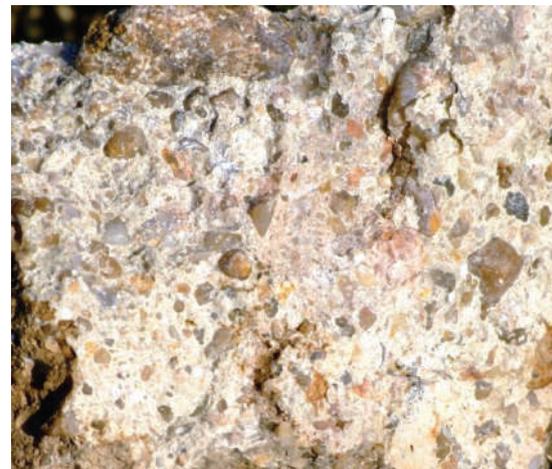
Conglomerados en la base de la formación Mercedes. Izquierda: véanse las estructuras sedimentarias (estratificación cruzada en la base y tabular subhorizontal en el centro y arriba). Derecha: detalle de la estructura de este conglomerado.



Areniscas calcáreas nodulares ubicadas inmediatamente por encima del nivel de areniscas conglomerádicas y conglomerados silicificados expuestos en la figura anterior. A la derecha: detalle de la muestra de mano, véanse los nódulos sub-esféricos sustituidos por sílice.



Areniscas fuertemente silicificadas apoyadas sobre el nivel calcáreo antes mostrado.



Escarpa en arenisca conglomerádica cementada con sílice.

Detalle de la roca que conforma la escarpa.

Los niveles cementados y duros de la Fm. Mercedes se ubican en la base de la formación, donde el agente cementante es por lo general la sílice, o se ubican en el tope de la unidad, donde el agente cementante en cambio es el carbonato de calcio. El nivel cementado de la base posee una mayor continuidad lateral y un espesor mayor que los niveles cementados (carbonatados) del tope de la formación.



Areniscas extremadamente silicificadas (nodulares) de la formación Mercedes aflorante.

Conglomerados cementados con carbonato de calcio del tope de la formación Mercedes.

La **formación Asencio** se subdivide en dos Miembros o facies. El miembro superior se denomina "Palacio" y agrupa las areniscas cuspidales de la formación que tienen por característica distintiva la cementación – en grado variable – con hierro, predominantemente en forma de hematita. Bajo este nombre entonces se agrupan areniscas extremadamente ferrificadas (ferricretas), areniscas arcillosas con columnas ferrificadas, areniscas arcillosas con nódulos o concreciones ferrificadas de forma y tamaño variable, y areniscas arcillosas con cemento equirrepartido en la matriz de la roca. Las arcillas son fundamentalmente caoliníticas, con baja proporción de esmectitas, y por lo tanto de bajo potencial de expansión.



Límite prácticamente horizontal entre el Asencio areno-arcilloso típico (abajo, de color verdoso) y las areniscas ferrificadas (ferricreta) de Palacio arriba.



Nódulos globulosos ferrificados en la parte superior de la formación Asencio (miembro Palacio). Se distribuyen heterogéneamente en la zona, aflorando parcialmente.



Zona moteada. La arenisca arcillosa desarrolla una textura particular donde la ferrificación aparece en formas poliédricas desconectadas.

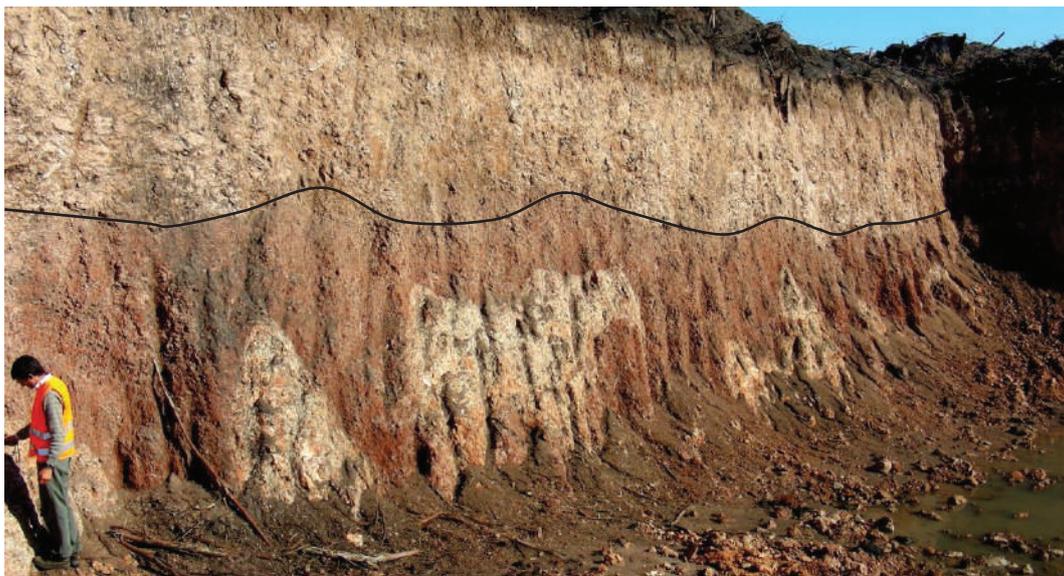


Asencio (Palacio) columnar. Columnas ferrificadas de diámetro variable (hasta 1.5m) separadas algunos metros entre sí. Esta zona puede ocupar hasta un par de hectáreas.

El pasaje entre Palacio y las areniscas arcillosas de Asencio s.s. está marcado por el dominio volumétrico de arcillas expansivas en la roca, que se representa en el campo por la aparición de vertisoles rúpticos.



Arriba a la izquierda: carapacho formado por una ferricreta (miembro Palacio). Abajo a la izquierda: zona moteada de la misma facies. A la derecha: perfil condensado del paleosuelo: arriba se observa parte de la ferricreta e inmediatamente la zona moteada. Se nota un contacto relativamente neto a la facies pálida (miembro Yapeyu).



Contacto entre la Fm. Fray Bentos (arriba) y el miembro Palacio de la Fm. Asencio (abajo).

La unidad inferior de la Fm. Asencio es el "Miembro Yapeyu" que agrupa una asociación litológica fundamentalmente compuesta por areniscas finas a medias, bien seleccionadas, redondeadas y predominantemente cuarzosas, con hasta un 20% de arcilla en volumen de naturaleza esmectitica.

Da lugar a espesos mantos de alteración, con drenaje moderado a medio, sin porciones cementadas. La característica distintiva que lo ayuda a identificar a nivel de fotografías aéreas en todo el país es la generación de vertisoles rúpticos con textura gilgai.

La formación Asencio en su término arenoso-arcilloso posee una potencia media de 10 a 15 metros, aunque pueden registrarse espesores mayores. Sus afloramientos son muy restringidos debido a su baja tenacidad y a su extraordinaria calidad como material formador de suelos.



Asencio en un término arenoso con relativamente poca arcilla. El cemento es carbonato de calcio.



Asencio areno-arcilloso típico. Deleznable, muy arcilloso, con nódulos ferrificados muy dispersos. El color grisáceo es característico.

La formación Fray Bentos

Esta Formación ocupa las zonas topográficamente más elevadas a lo largo de la Ruta 5 en las inmediaciones de las localidades de Sarandí Grande y Goñi.

Se trata de una litología relativamente homogénea en su composición y propiedades texturales. Es una limolita bien seleccionada con porcentajes variables pero siempre menores al 20% de arena muy fina a fina, redondeada. El cemento es el carbonato de calcio, que puede presentarse en forma pulverulenta, concrecional o en capas. Los colores son rosados anaranjados con tonalidades más blancuzcas cuando el cemento se vuelve más importante.

El manto de alteración desarrollado sobre esta unidad es de espesor variable, aunque puede alcanzar los 2 metros de potencia. Los suelos asociados son predominantemente brunosoles aunque los espesores pueden ser extremadamente variables. En zonas muy carbonatadas pueden formarse litosoles con elevado porcentaje de afloramientos respondiendo a la geometría tabular subhorizontal de la capa cementada.

La extraordinaria fertilidad de los suelos desarrollados sobre la Fm. Fray Bentos es heredada de la composición del material parental, donde es frecuente encontrar depósitos de cenizas volcánicas re trabajadas en forma de delgadas capas o directamente mezcladas con el material limo-arenoso que conforma esta unidad geológica.



Formación Fray Bentos en cantera y muestra de mano.

Formación Raigón

Esta unidad litoestratigráfica fue separada por Goso (1965) y se la reconoce en las áreas cercanas a la costa del Río de la Plata desde el departamento de Colonia hasta Canelones, alcanzando potencias que no superarían los 30 m.

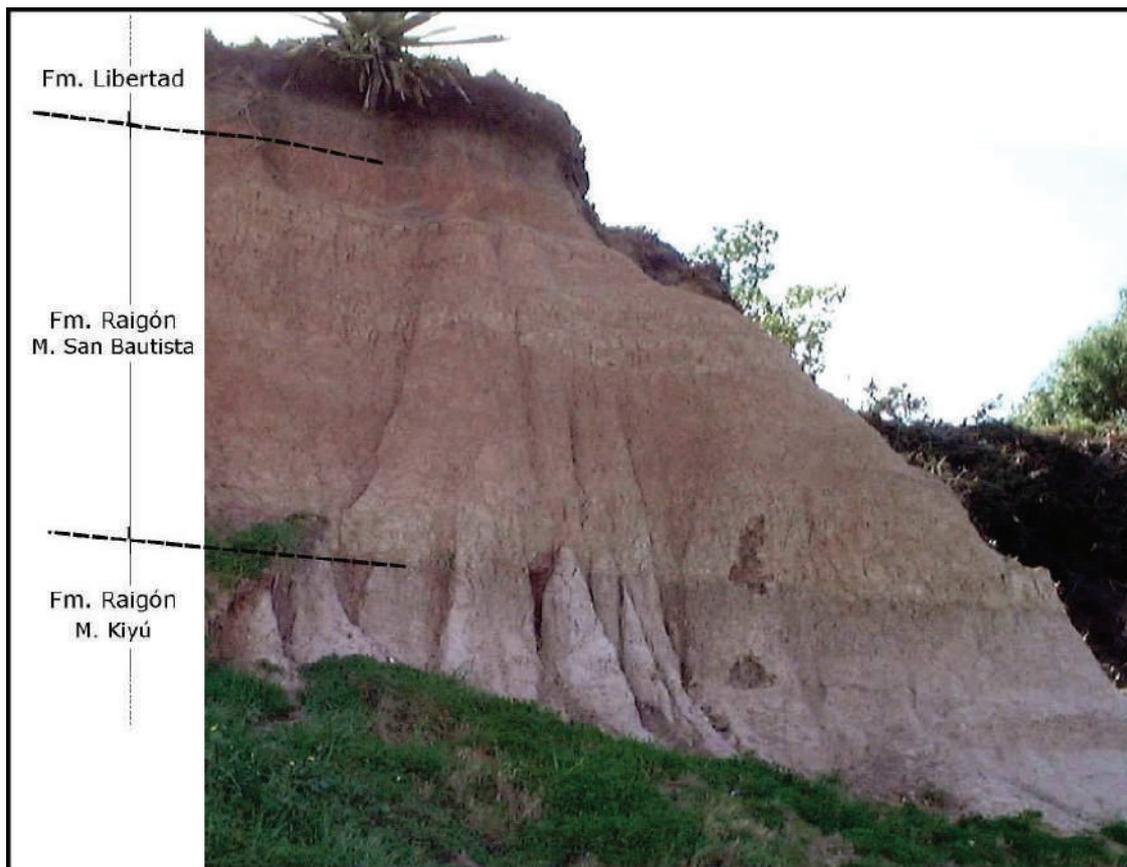
La misma ocupa una extensa zona en el sur de los departamentos de Colonia, San José y Canelones, y en las cuencas de los cursos principales del departamento de Montevideo. En el departamento de Canelones la estructura geológica frecuentemente presentada por esta formación es como remanentes de erosión en la cima de colinas suavemente onduladas. Se encuentra sobre diferentes litologías del Terreno Piedra Alta o sobre las formaciones Fray Bentos, Camacho y Martín Chico; y es cubierta discordantemente por la Fm. Libertad.

Su perfil tipo original en los alrededores de la localidad homónima ha desaparecido, por lo que se considera necesario su redefinición en las barrancas del balneario Kiyú, donde además aflora piso y techo de la Formación, el que esquemáticamente muestra desde la base a la cima la siguiente sucesión:

- 2 m de pelitas de color verde que pueden contener lentes arenosas de distinta granulometría
- 2 m de arenas finas que contienen lentes de pelitas a veces fosilíferas
- 4 m de areniscas feldespáticas desde medias hasta gruesas, con estratificación cruzada
- 2 m de areniscas finas arcillosas, con intercalación arcillosas verdes de hasta 0,5 m de potencia
- 3 m areniscas feldespáticas gruesas con estratificación cruzada
- 2 m pelitas pardo grisáceas con abundante calcretización
- 2 m pelitas masivas (loess) de color pardo y con alta porosidad

Secuencias sedimentarias similares se desarrollan en el área cartografiada como Raigón en los departamentos de Colonia, San José, Montevideo; recientes trabajos cartográficos en el noreste de Canelones permitieron establecer características diferentes que han llevado a Bossi *et al.* (1998) a proponer la caracterización del miembro San Bautista dentro de esta unidad. Es decir predominio de sedimentos pelíticos hacia el tope de la Formación Raigón (Miembro San Bautista) y la muy baja presencia de litologías arenosas que caracterizan la unidad en el departamento de San José (Miembro Kiyú).

Al miembro San Bautista, estos autores lo definen como integrado por materiales pelíticos masivos, porosos, similares a los definidos en la parte superior del perfil de la propuesta sección tipo de la Formación. La justificación de esta categorización está dada por la importancia hidrogeológica que tiene el hecho que en el NE de Canelones, la formación Raigón no desarrolle su perfil más característico.



Barrancas de Kiyú: estratotipo de la formación Raigón (Dpto. de San José).

Andreis & Mazzoni (1967) observando el área de las barrancas del Sur de San José concluyen que la parte basal de la unidad corresponde a una etapa ingresiva, litoral, con corrientes al NNE, en tanto que los niveles medios representan un episodio de origen fluvial (regresivo) con corrientes al SW, en tanto que la parte superior y los depósitos del propuesto miembro San Bautista, corresponden a zonas planas con inundaciones más o menos permanentes y con desarrollo de suelos y vegetación, en la que se pudieron desarrollar ocasionales cursos de agua.

La asociación litológica ha sido producto de depósitos continentales, fluviales deltaicos, de régimen torrencial. Donde los materiales más gruesos fueron aportados por un conjunto ígneo - metamórfico a partir de un manto de alteración generado por procesos predominantemente físicos.

Los perfiles de la Formación Raigón han sido profusamente estudiados desde el punto de vista paleontológicos, el conjunto de moluscos y vertebrados permite asignar la sedimentación de esta unidad al Plioceno hasta el límite con el Pleistoceno, en especial la ubicación de *Cardiatherium talicei* y *Licaphrium aff. floweri* (Langguth & Langgut, 1975).

Debe señalarse que la fauna de megafósiles que caracterizan los niveles superiores de Raigón, tiene además una amplia distribución en el Uruguay, se los ha encontrado en Salto, Cerro Largo, Treinta y Tres, Río Negro, etc., por lo que debe interpretarse que las secuencias inferiores que rellenan los talwed de los principales cursos de agua de nuestro país, corresponden a sedimentos coetáneos con los considerados. Esta distribución litológica y de los fósiles asociados, ya había sido planteada por Aznarez (1945).

La Formación Libertad

Esta Formación ocupa una extensión considerable en los departamentos del Suroeste uruguayo desapareciendo gradualmente hacia el Norte. La Fm. Libertad ha presentado serias dificultades para su identificación debidas

principalmente al tipo y tamaño de afloramientos existentes en su área de ocurrencia y su similitud litológica con productos actuales de alteración edáfica, desarrollados sobre basaltos, litologías graníticas, las facies superiores de Mercedes y de Raigón.

Hoy se acepta que en la Formación Libertad deben incluirse solamente las diamictitas macizas pardas friables con arena gruesa dispersa y con constante presencia de carbonato de calcio en formas variadas: pulverulentas, concreciones huecas, ovoides o ramificadas. La presencia de minúsculos cristales de yeso es también un rasgo casi omnipresente.

La composición mineralógica de la fracción arcillosa consiste en illita como netamente dominante, interestratificados 10-14 en segundo término y montmorillonita poco abundante pero siempre presente. Las condiciones de sedimentación se han interpretado como el deslizamiento de materiales de origen eólico, en un clima de pluviosidad concentrada.



Aspecto en el afloramiento y muestra de mano de la formación Libertad.

En general, los autores concuerdan en que esta unidad se extiende en el Sur del país, genera superficies onduladas y se caracteriza por contener lodolitas, *loess* y arenas, de coloración pardo rojizo, incorporando carbonato de calcio multiforme. Algunos sondeos indican que no supera los 30 metros de potencia.



Lodolitas de la Fm. Libertad pobremente expuestas en las cunetas de los caminos.