

Serie: Documentos de Trabajo - N° 21

SEMINARIO: COSTA ATLÁNTICA

**Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación
sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares**

(Rocha, marzo de 1997)



Consultoría del Dr. Miguel Losada

SEMINARIO: COSTA ATLÁNTICA

**Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación
sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares**

(Rocha, marzo de 1997)

Coordinación y corrección técnica: Juan Hernández

Panelistas: Milton Jackson
Daniel Panario
Luis Texeira
Jorge Bossi
Juan Montaña
Miguel Losada

Rocha, octubre de 1999

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	5
ALTERACIONES FÍSICAS DE LA COSTA ATLÁNTICA URUGUAYA	9
Dr. Milton Jackson	
DINÁMICA DE LA COSTA ATLÁNTICA URUGUAYA	23
Prof. Daniel Panario	
DINÁMICA DE LAS BARRAS COSTERAS DE LAS LAGUNAS DE GARZÓN Y ROCHA	55
Ing. Luis Texeira	
DINÁMICA DE LAS BARRAS COSTERAS DE LAS LAGUNAS DE GARZÓN Y ROCHA	59
Dr. Jorge Bossi	
Ing. Agr. Juan Montaña	
EXPOSICIÓN DEL CONSULTOR DR. MIGUEL LOSADA	95

DINÁMICA DE LA COSTA ATLÁNTICA URUGUAYA¹

Prof. Daniel Panario²

El estudio de la dinámica costera según nuestro punto de vista, debe ser abordado desde distintas disciplinas de carácter histórico en su perspectiva epistemológica, como son la geología (en particular la del Cuaternario), la geomorfología, la arqueología, y hasta la propia historia -en el sentido de la disciplina que estudia los fenómenos del pasado reciente.

Para hacer esta aproximación hemos tratado de basarnos en todas ellas, y en el análisis y ponderación de datos y su utilización en modelos empíricos, los que tienen importancia fundamental, por lo menos, para conocer órdenes de magnitud de los procesos. Nosotros -los investigadores de Ciencias Naturales- a diferencia de los ingenieros, somos reticentes en hacer predicciones a partir de modelos no validados para una situación particular, pero los utilizamos para tener una idea de la dimensión de los procesos que estamos analizando, aunque su validación pueda pasar por otras formas de aproximación.

Nuestra intención es realizar balances sedimentarios tan completos como posibles, para lo cual se requiere delimitar unidades fisiográficas, que sean autónomas desde el punto de vista de los ingresos de sedimentos, lo que en esta temática es bastante difícil.

En una primera aproximación, buscábamos la situación más frecuente en la literatura, es decir, algunas puntas rocosas que por la profundidad del agua a su frente, fueran suficientemente impermeables al tránsito de arena, como para suponer que la arena que pasa por ellas ya seguramente no vuelve al sistema costero.

Sin embargo, vimos que en la costa uruguaya, existen muchas puntas que son permeables por adelante del sistema (es decir que la arena puede pasar de un arco de playa a otro), y otras puntas que dada la reducida altura del punto duro en relación a las crecientes y su carácter de pequeños tómbolos, son permeables a nivel marino por detrás del mismo durante los eventos de tormenta. También se presenta una tercera situación, en que las puntas son relativamente impermeables, pero el tránsito de arena -con volúmenes muy importantes-, se produce o se producía por detrás, como arena eólica que entra al mar por las vías de drenaje, y es luego redistribuida por este en el arco siguiente. Como consecuencia, el tránsito de arena se va encadenando arco a arco, y es necesario delimitar áreas extremadamente extensas para poder tener una idea precisa de cómo funcionan estos sistemas.

Hemos hecho un esfuerzo por entender los balances sedimentarios de las unidades fisiográficas, comprendidas dentro del área que nosotros denominamos Zona Litoral Activa de Playa, o sea la comprendida entre la playa submarina y hacia el continente hasta donde el viento consigue transportar arena. Los balances sedimentarios que intentamos establecer son aquellos que se producen en la zona dominada por las olas, o en la zona dominada por el viento: los cordones

¹ Parte de los trabajos que dan base a esta conferencia fueron realizados entre 1991 y 1993 con la financiación de la Intendencia Municipal de Rocha, y actualmente están recibiendo la colaboración del Programa Ecos de cooperación franco-uruguaya.

² Facultad de Ciencias, Tristán Narvaja 1674, Montevideo, Uruguay.

dunares y los sistemas dunares que se encuentran por detrás del cordón dunar y las interacciones recíprocas que se producen entre estos dos ambientes incluidas las interfases.

Interpretar las interacciones no es sencillo, dado que no son las mismas para distintos ambientes de playas o distintas unidades territoriales y algunas veces, las relaciones que se establecen entre arcos de playa son extremadamente complejas y vinculadas a procesos de carácter geológico lejanos en el tiempo.

Empecemos por analizar los aportes al sistema. En el pasado, han sido hechas varias estimaciones de cuáles son los aportes sedimentarios del sistema continental y sus características (figura 1). Sin embargo, un análisis más profundo de las situaciones particulares nos demuestra que las relaciones son complejas en gran parte de los sistemas involucrados, no sólo en la zona del departamento de Rocha, sino en el total de la costa uruguaya. Las predicciones de los aportes continentales han sido establecidas por el MTOP/PNUD (1979) en función de modelos muy sencillos relacionados al caudal de las vías de drenaje.

Sin embargo, si bien estos procesos de aporte continental existen en casos particulares, cuando analizamos caso por caso, nos hemos encontrado con que pocos de nuestros sistemas fluviales, que desembocan tanto en el Río de la Plata como en el Océano Atlántico, lo hacen directamente como un curso fluvial tradicional, que desemboca en un cuerpo de agua de estas características, formando por ejemplo un prodelta o una pluma de avance sedimentario subacuático, sino que estos sistemas fluviales, suelen terminar en estuarios o subestuarios del Plata. Por lo tanto, en el curso fluvial, a partir de un cierto punto, el sistema está más vinculado a la acción de las mareas y tormentas, que a los flujos provenientes del continente. Esto no quiere decir que durante las crecidas de las vías de drenaje, no ocurran flujos muy importantes del continente hacia el mar y que estos establezcan un balance claramente positivo desde el punto de vista de los flujos de los sedimentos, pero desde el punto de vista de las playas, no es cualquier granulometría la que puede alimentarla, se requiere alimentación de fracciones de tamaño arena o más gruesas. Cuando se analizan los sedimentos de fondo de estos sistemas estuáricos o subestuáricos, nos encontramos con que a pocas centenas de metros de la desembocadura de los cursos fluviales, el lecho es arcillo-limoso, con arena muy fina, y nada de materiales gruesos. De ello se desprende que la mayor parte de los sedimentos gruesos de las vías de drenaje, quedan en el transcurso de la red fluvial vinculados a sus terrazas, cuando llegan al mar, ya prácticamente no transportan ese tipo de material; lo cual quiere decir que sus aportes reales al sistema playa son negligibles.

No obstante lo anterior, en la propia desembocadura de estas vías fluviales que yo denomino para su análisis de sistemas estuáricos (*sensu* Dyer 1994), existe un lecho arenoso y transporte de sedimentos arenosos. Las vinculaciones que en este caso se establecen quedan claramente documentadas por las imágenes de la foto aérea de la desembocadura del arroyo Pando (figura 2). Los vientos característicos de la región con tendencia bidireccional y opuesta SW-NE y alta proporción de velocidades por encima de la crítica para el movimiento de arena (7 m/s) impulsan a los sedimentos entre el sistema dunar, o el cordón dunar y la desembocadura de estos sistemas estuariales, hacia la desembocadura de los mismos. Las velocidades son comparables a las de regiones como la Patagonia (Prohaska 1976).

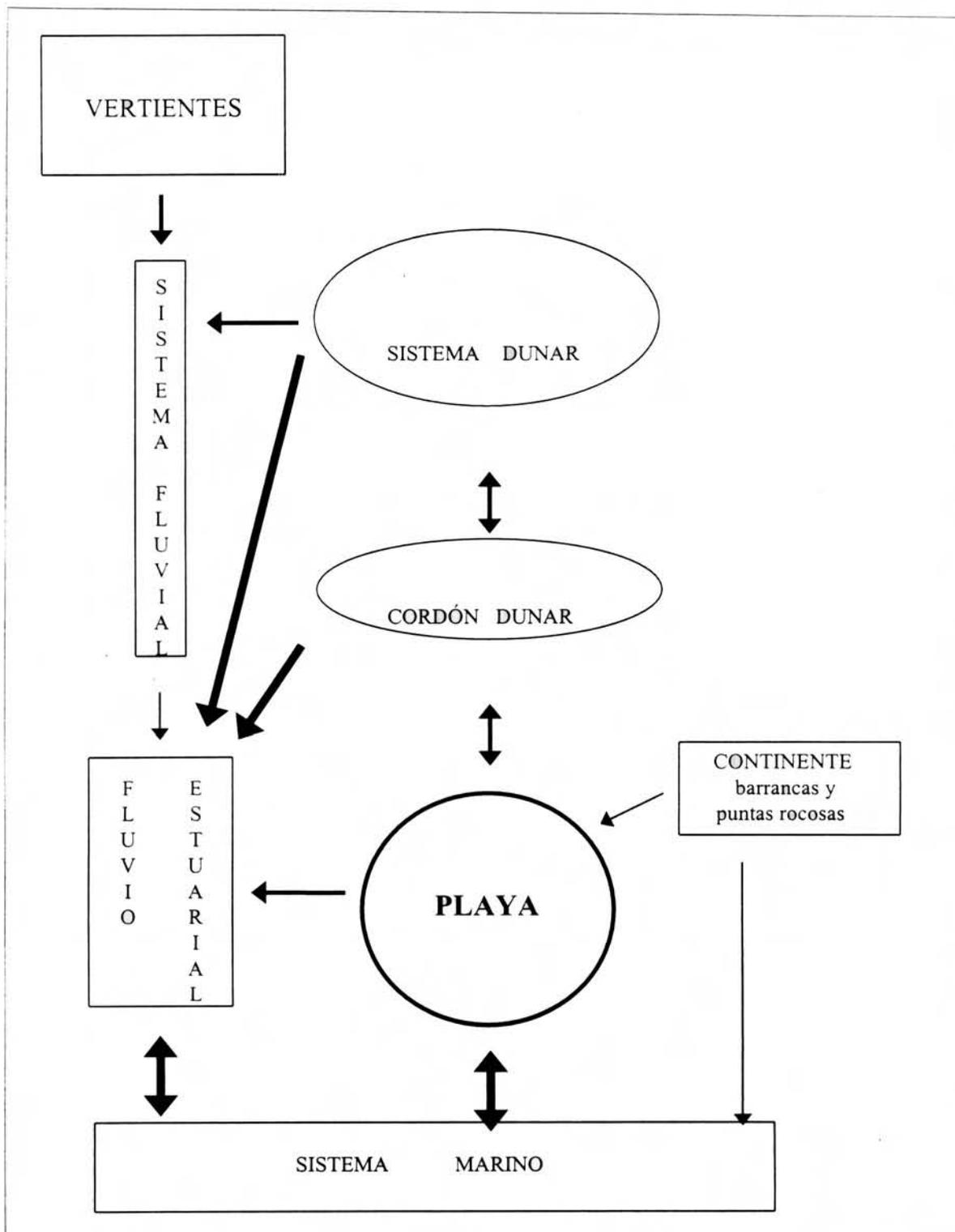


Figura 1. Esquema de aportes sedimentarios del sistema continental al sistema dunar, realizado a partir de una idea de Daniel De Álava.

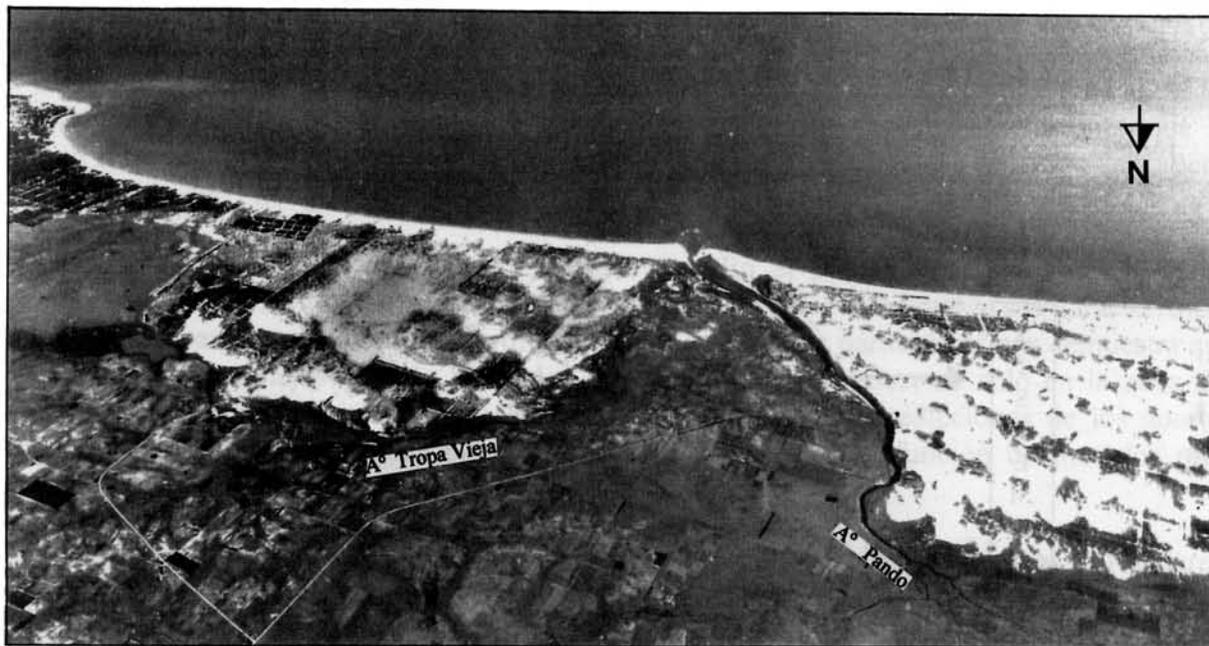
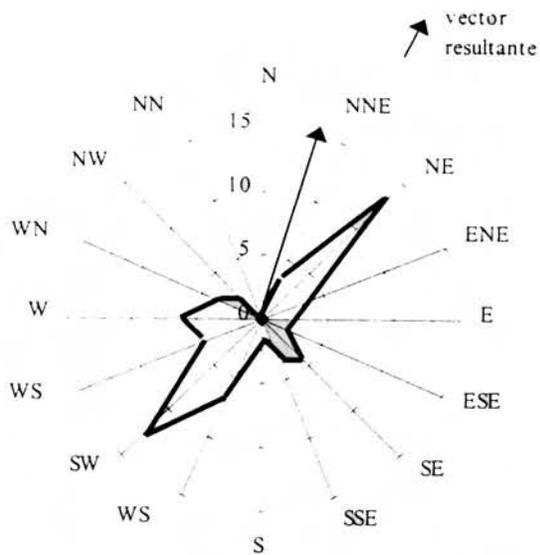


Figura 2. El campo de dunas, claramente visible en la imagen de 1943, se interrumpe entre los arroyos Pando y Tropa Vieja.

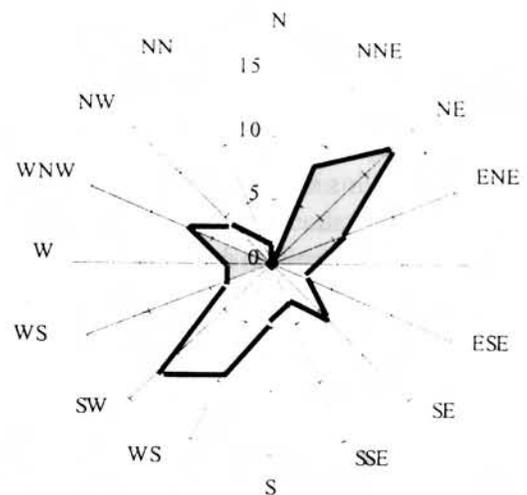
Los vientos moderados, moderados a fuertes y muy fuertes que responden a las direcciones dominantes, son relativamente paralelos a la línea de costa (figura 3). La rosa de transporte de arena y de vientos del cabo Polonio, muestra cierto dominio del SW respecto al NE. El dominio del SW, como se puede ver en las rosas de los vientos de La Paloma, es atribuible al período invernal. Lo anterior tiene implicancias muy notorias desde el punto de vista del balance sedimentario, por las relaciones entre los cuerpos de agua que desembocan en el mar y los ambientes de playa, en la medida que los vientos paralelos o sub-paralelos a la costa, arrastran las arenas hacia la zona próxima a la desembocadura y como consecuencia de ello, se reduce la sección del cauce, el cual se reequilibra transportándolos en ambas direcciones, hacia dentro y hacia fuera, pero con una dirección claramente dominante vinculada al caudal mayor que es el proveniente del continente. Existen a su vez, otras componentes como la del SE, de menor importancia desde el punto de vista del transporte, aunque de mucha importancia desde el punto de vista de sus consecuencias. La recirculación de la arena eólica dentro del sistema, se produce fundamentalmente por el transporte de los sedimentos hacia las vías de drenaje y luego por ellos hacia el mar, más que por el transporte eólico de los sedimentos desde el continente a la playa, o a la inversa de la playa al continente. No quiere decir que los dos últimos no se produzcan y en algunos casos puntuales sean incluso muy importantes, es decir, gran parte de la arena que se pierde del sistema responde a los vientos del SE que la impulsan directamente continente adentro, generando un frente de dunas transgresivas (*sensu* Hesp & Thorn 1990), el que en la mayor parte de la costa está fijado, pero que fue en su momento muy activo; aún hoy, si recorremos los pinares y nos alejamos de los sistemas dunares hacia el continente, pueden observarse los frentes de avalancha actualmente fijados por la vegetación, marcando esa progradación hacia el continente de los sistemas dunares, que fue una de las causas del impulso forestador de la costa.

Rosa del Transporte de arena. Cabo Polonio



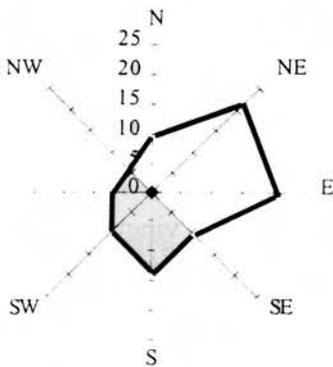
Volumenes de arena transportables por el viento (en m³/m/año) obtenidos mediante la aplicación del modelo de Fryberger (1979, modificado por Panario & Piñeiro, 1997).

Rosa de los Vientos. Cabo Polonio



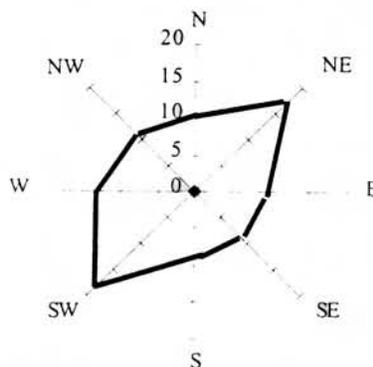
Direcciones de los vientos moderados, fuertes y muy fuertes. Ubicación del anemómetro: 6 m.s.n.m., a 40 m de la playa La Ensenada, a 4 km de distancia del Cabo Polonio en dirección WSW.

Rosa de los Vientos. La Paloma. VERANO



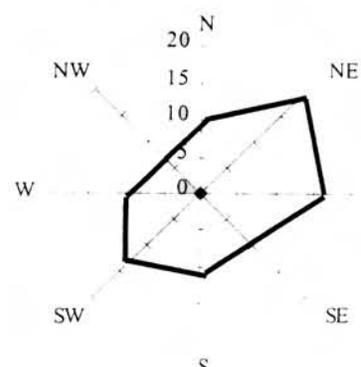
Direcciones de los vientos promedio.

Rosa de los Vientos. La Paloma. INVIERNO



Direcciones de los vientos promedio.

Rosa de los Vientos. La Paloma. ANUAL



Direcciones de los vientos promedio (año).

Figura 3. Rosas de arena y de los vientos del Cabo Polonio que denotan las direcciones de los vientos fuertes predominantes con dirección SW y EN, y rosa de los vientos de La Paloma.

La componente hacia el mar del noroeste (NW) también existe como se ve en la rosa de los vientos, pero salvo excepciones vinculadas a la orientación de la playa, es relativamente pequeña y además considerando que, como el transporte de arena aumenta aproximadamente con el cubo de la velocidad del viento, los vientos muy fuertes tienen una incidencia fundamental, a pesar de su baja ocurrencia.

A nosotros nos sucedió un caso jocoso cuando estábamos ajustando el modelo de Bagnold (1954) de transporte de arena y sus modificaciones posteriores (Fryberger 1979, Fryberger *et al.* 1984), consultamos a meteorólogos sobre los datos empíricos de frecuencia e intensidad de viento y nos dijeron que los vientos de más de 100 km los desecharíamos porque eran eventos excepcionales, que se acostumbraba descartar. Cuando hicimos correr este modelo muy sencillo, nos encontramos con la sorpresa increíble de que predecía exactamente el transporte de arena que se producía, es decir, la velocidad de avance de dunas calculada, era igual a la velocidad de avance de las dunas transversales medida en el campo o sobre fotos aéreas. Esa precisión en la predicción de 4,5 m que se corroboraban tanto con las medidas directas en el campo, como en intervalos de fotos aéreas separadas por un año, o en una secuencia de fotos aéreas de 20 y de 40 años, nos llamó poderosamente la atención y, sobre todo, en lo personal me convenció que estábamos equivocados. Como es sabido, los modelos empíricos no predicen de esa manera el comportamiento de los sistemas naturales; a su vez, teníamos elementos como para estar seguros de que el modelo no podía predecir de esa forma el comportamiento del sistema, en la medida que esos modelos han sido en general validados en condiciones de laboratorio (túneles de viento, ej. Buckleys 1987, Willets *et al.* 1982) y en algunos casos para condiciones de climas áridos (Tsoar 1974, Brookfield 1970), por lo tanto, bajo las condiciones de un clima Cfa (Koppen 1900) como el nuestro, es obvio que la cantidad de arena que predice el modelo debía ser mucho mayor que la que realmente se mueve (Illeberg & Rust 1988 en Sudáfrica, Chapman 1990 en Australia, entre otros). Así que algo estaba mal en nuestra experiencia. Entonces nos pusimos a analizar series de vientos más prolongadas de otras partes de la costa oceánica y observamos que los vientos de más de 80 km por hora, entre los cuales se encuentran los vientos de más de 100 km por hora, soplaban del orden del 1% del tiempo al cabo del año. Dada la cantidad monumental de arena que puede movilizar un viento de estas características, es un valor extremadamente significativo; una sola tormenta puede significar el 50% del movimiento anual, y eso explicaba las compensaciones que se producían entre lo calculado por el modelo matemático y lo efectivamente medido en el camino de las dunas a través de los años.

Esos aportes, esa recirculación que se da en ciertos ambientes, está vinculada a las características de los vientos y sus aportes de arena directamente a las desembocaduras. Por otra parte, si bien existen interacciones entre el cordón dunar (*foreshore dune* o duna litoral sensu Hesp, 1988) y el sistema dunar, no son relaciones genéticas, es decir, que lo que nosotros llamamos sistema dunar, no está en todos los casos formado por el transporte de materiales del cordón dunar que a su vez son aportados por las playas, las que los reciben del mar, estableciéndose relaciones genéticas. En playas progradantes, ese es el proceso dominante, pero en gran parte de nuestros sistemas costeros, el sistema dunar, si bien interactúa con la playa, se formó bajo situaciones paleoclimáticas diferentes de las actuales y tiene origen en otro tipo de sedimentos. En el caso particular del Cabo Polonio, por ejemplo, lo que yo llamo el sistema dunar, o sea las grandes dunas, tienen granulometrías de medias a gruesas. Se produce una evolución desde arenas gruesas a muy

gruesas en la parte de dunas parabólicas o de deflación, que se van afinando a medida que se transforman en transversales y luego en barjanoides a oblicuas (*oblique dunes sensu Hunter et al.* 1983) al aproximarnos al Valizas. Cuando se utilizó el Índice de Sahu (1964) para tipificar las arenas, nos encontramos con que las arenas del cordón dunar aparecen en el medio de la parte del diagrama de las arenas eólicas, lo mismo pasaba con las arenas de playa, arenas de anteplaya, etc. Pero cuando analizábamos las arenas del sistema de dunas de Cabo Polonio, éstas nos daban en el límite entre arena de playa y arena de dunas, a pesar de que ya tenían seguramente varios miles de años en movimiento. Eso y una diferente composición mineralógica de las arenas del sistema dunar en relación a las arenas marinas actuales y a las arenas continentales del Pleistoceno, nos llevaron a elaborar otra hipótesis sobre el origen de estos campos dunares, no la hipótesis clásica (como la usada por ejemplo por Illeberg & Rust *op. cit.*) que era obviamente de que se formaban por el transporte playa (berma) → cordón litoral → dunas continentales → playa (*swash*) → deriva litoral, y recomienzo del proceso.

Nuestras hipótesis se sustentan en la curva de niveles marinos generada por Suguio *et al.* (1988, figura 4), que tiene cierta coincidencia con los resultados del Laboratorio de Análisis de Radiocarbono de la Facultad de Química, UDELAR (Bracco 1995). Esta curva fue generada en base de muchos datos de Brasil, y corroborada con algunos datos de Uruguay, cuyos niveles son similares.

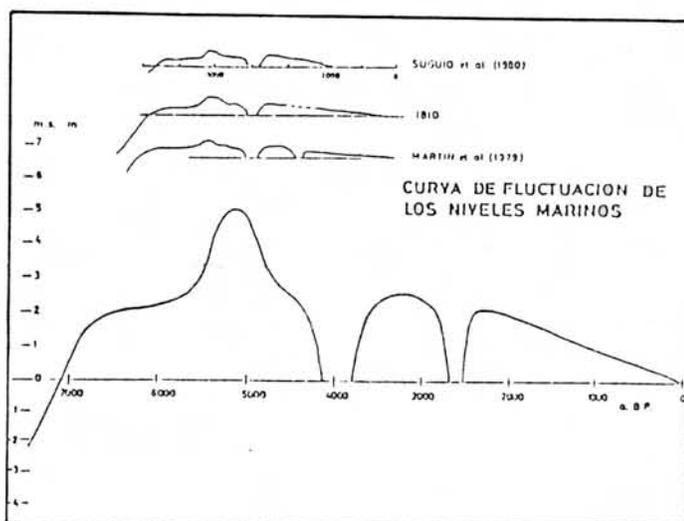


Figura 4. Esquema de fluctuación de los niveles marinos durante el Holoceno, según Suguio *et al.*

Particularmente interesante es un aspecto poco desarrollado desde el punto de vista de la investigación científica. Para la región, existe poca referencia específicamente de los períodos marinos regresivos, habiendo más investigación sobre los transgresivos. Sin embargo, la curva de Suguio *et al.* (*op. cit.*), algunos trabajos en la costa brasileña (Villwock & Tomazelli 1989), nuestras propias observaciones en la costa de Colonia y una datación en la playa La Floresta, nos permiten afirmar que el mar descendió por debajo del nivel actual en los períodos 4.100 - 3.800 AP y 2.700 - 2.500 AP aproximadamente.

Antes de desarrollar la hipótesis, debo hacer una reflexión sobre el tema del método científico en Geociencias. A veces, cuando estamos trabajando con eventos que no se pueden modelizar ni repetir empíricamente, la única alternativa que queda es generar una hipótesis e ir la tomando altamente probable por acumulación de pruebas, hasta juntar un cúmulo tan grande, que tal vez ya no valga la pena seguir discutiendo (de esta manera fue probada la Teoría de Deriva Continental). No pretendo que nos encontremos actualmente en esta situación en relación a este tema, pero creo que junto a algunos colegas brasileños, hemos recopilado una cantidad importante de información, tendiente a confirmar que durante los períodos en torno a los 4.000 AP y los 2.600 AP, se produjeron descensos relativamente importantes -desde el punto de vista de su repercusión en la costa- del nivel medio del mar.

En correspondencia, en ciertas zonas de la costa, han sido encontrados yacimientos arqueológicos, con material cerámico en perfecto estado de conservación a un metro por debajo del nivel medio actual. Si se descarta subsidencia, ello implicaría un nivel al menos de 2 m por debajo del actual, pero aun no se ha determinado la edad de dicho material. Algunas dataciones de C14 (López 1994) indican un período en que voló mucha arena en la costa uruguaya tapando yacimientos indígenas previos. La dirección previsible de los vientos fuertes que movían la arena, no es de esperar que fuera distinta de la actual, dado que estamos hablando de un período de tiempo relativamente corto (Holoceno). Las arenas que han sido voladas sepultando yacimientos arqueológicos, con estos regímenes de viento tendrían que provenir de adentro del mar, como eso no es posible, la explicación plausible indica que una regresión dejó expuesta la playa subacuática. Esta regresión habría que ubicarla de acuerdo a la datación de López (*op. cit.*) en posterior a 4.200 AP. Existen una serie de evidencias que indican que efectivamente el nivel del mar descendió por debajo del nivel actual posiblemente un par de veces, como queda establecido en el diagrama de Suguio *et al.* (*op. cit.*, figura 4), y eso nos hace suponer dos cosas: primero, nosotros sabemos por evidencias del más diverso orden que a niveles ligeramente más bajos que el actual o mucho más bajos que el actual, en estas circunstancias, el sistema responde con una cierta aridificación y con un predominio previsible de los vientos del cuadrante sudoeste (Panario y Piñeiro 1997), bajo esas condiciones y con descensos de algún metro -aunque fuera un metro- por debajo del actual y sobre todo en playas disipativas próximas a los cabos y por tanto poco profundas, quedarían al descubierto enormes superficies de arena, en momentos en que el sudoeste según Panario y Piñeiro (*op. cit.*) debía ser un viento, tal vez más enérgico y frecuente de lo que es actualmente. Seguramente estos yacimientos indígenas no estaban en el borde de la costa, sino ubicados detrás del cordón dunar, y por lo tanto a más de un metro por encima del nivel medio del mar de ese momento. Si aceptáramos subsidencia, en condiciones de un margen pasivo, es difícil atribuirle una velocidad mayor a las décimas de milímetro y por tanto no podría explicar lo observado.

Si son válidas estas conclusiones, podemos suponer que parte de los sistemas de dunas actuales, se pueden haber generado durante este período; en parte por acomodación *in situ* de arenas que se depositaron durante el máximo marino previo, y por las arenas que quedaron expuestas durante este descenso. El mar acababa de abandonar crestas de playas que se encontraban 5 m por arriba de las actuales, a lo que se le suma la exposición de una cierta zona de la playa subacuática actual.

Suponemos durante la regresión una ligera aridificación del clima, por lo tanto, una cobertura vegetal de las dunas relativamente somera y una acción eólica generalizada en todos los depósitos que quedaron expuestos al breve descenso del nivel del mar. Las dunas se formaron a partir de una perturbación inicial más o menos *in situ*, sobre la base de los materiales depositados por estos niveles marinos; de ahí la granulometría de las dunas y su clasificación. Estos fenómenos generaron la fisonomía de gran parte de la costa uruguaya, como puede verse de las imágenes de la década de 1940.

La dimensión de otros campos de dunas eran al menos comparables al del Cabo Polonio, tanto en su aspecto como en su dinámica. Sitios como los tómbolos (por ej. Punta Palmar y José Ignacio) en donde la costa tiene una dirección SW-NE, presentan regularmente estos enormes campos dunares, que difícilmente podrían ser explicados por sus playas estrechas y con granulometrías y mineralogías claramente distintas a las de las dunas en cuestión (figura 5).

La foto aérea del año 1943 de la Barra de Valizas (figura 6), permite visualizar que el arroyo Valizas estaba saliendo más al Norte. A su vez, hablando con los vecinos, encontramos un dato más interesante aún, y es que todo este vecindario originalmente pertenecía a la jurisdicción policial de Cabo Polonio, lo que luego hubo de ser modificado, porque el arroyo Valizas cambió su trayecto separando a ambas poblaciones. Esto ocurrió antes del año 1943, porque en esa fecha su curso ya estaba del lado sur de la ubicación actual de la población de Valizas. Estos datos históricos registrados en documentos referentes al Tratado de Demarcación de Límites de España y Portugal en el año 1750, nos permiten comprender algunos factores en relación al funcionamiento de este sistema.

El arroyo Valizas, más allá de la ubicación de su desembocadura al mar, siempre ejerció de límite al pasaje de las arenas de los respectivos sistemas de dunas de Polonio y del Valizas-Aguas Dulces. A principios de siglo y antes de que separara a ambas poblaciones, las arenas que se depositaban en la **zona A**, eran provenientes del Polonio. A partir de la nueva ubicación de la desembocadura más al sur, sobre esta zona comienzan a redepositarse las arenas del sistema Valizas-Aguas Dulces. Existen testimonios fotográficos de la década del 1930, donde se evidencia la primera arenización de esta zona, apreciándose una sábana de arena que todavía no llegaba a formar médano debido a que era en ese momento que había cambiado el curso del Valizas.

La neotectónica existente en ese sector, seguramente contribuyó a incrementar la dinámica de este curso fluvial.

No nos extenderemos en la dinámica del Cabo Polonio, la cual hemos estudiado en profundidad, pero es un buen ejemplo para establecer la importancia que tenían estos volúmenes de arena que se volcaban al mar, y que actualmente se encuentran en buena parte retenidos por la forestación en esta zona. La arena salía por el arroyo Valizas y luego como lo indica la dirección de la Barra, se trasladaba hacia la zona de Aguas Dulces, que es la dirección predominante del transporte marítimo.

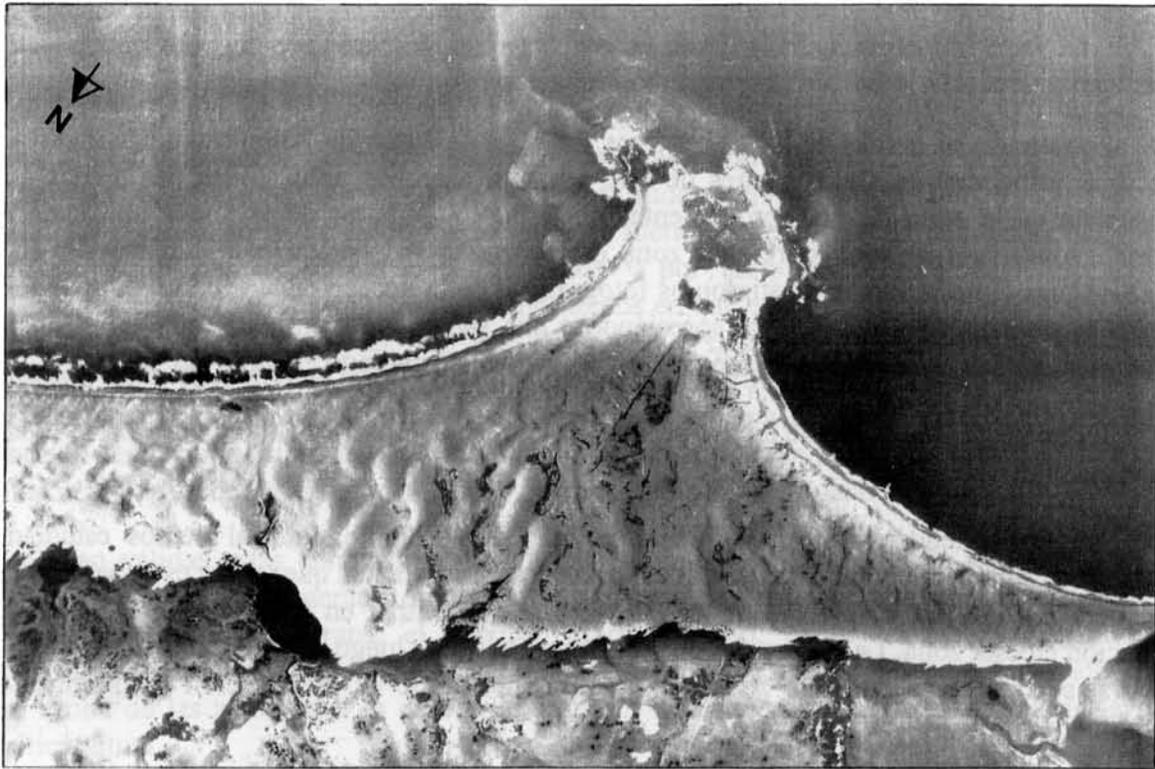
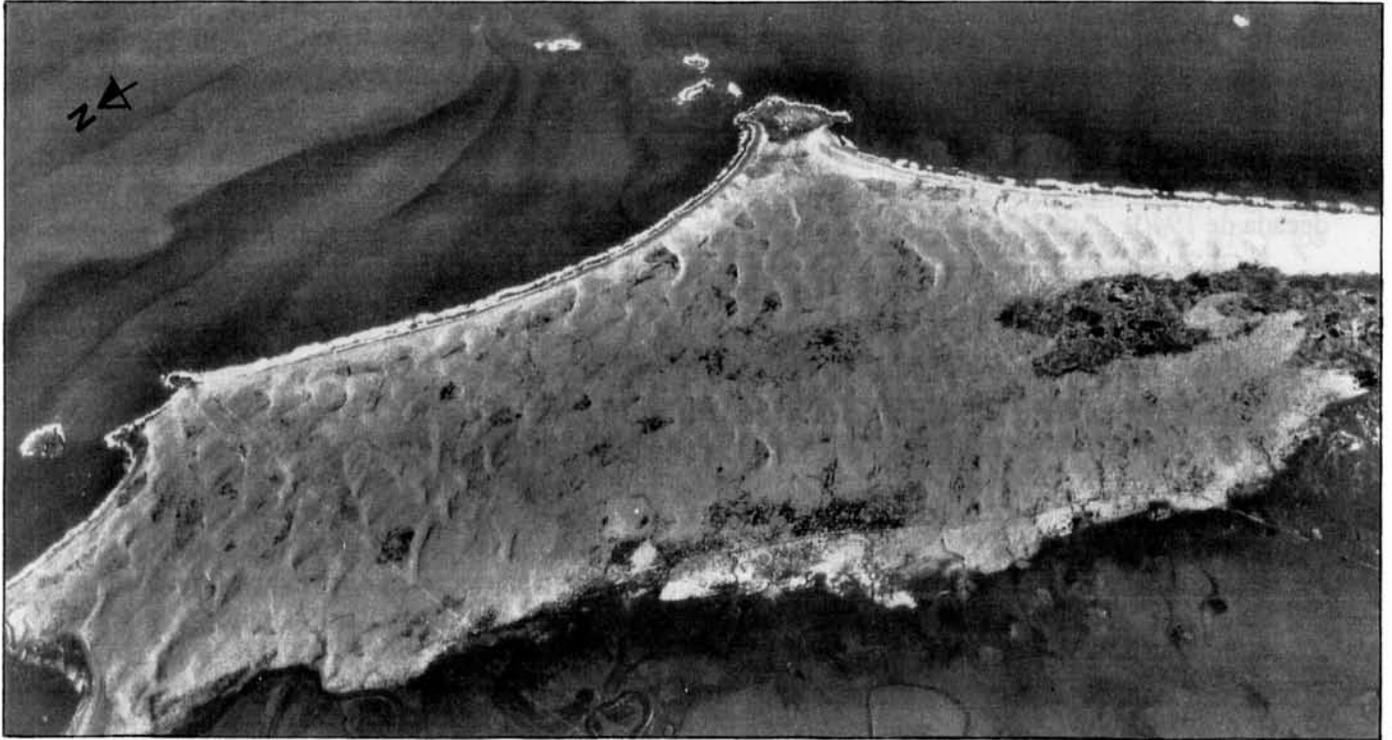


Figura 5. Campo dunar de Cabo Polonio (A) y José Ignacio (B). Imágenes de 1943, trimetrogón.



Figura 6. Foto de Barra de Valizas. Imagen de 1943, trimetrogón.

A diferencia de la costa de Maldonado, en la que se han comenzado algunas tímidas medidas de manejo, la de Rocha ha tenido un “desmanejo”; prácticamente la acción-inacción pública y privada, han ido coadyuvando hacia un progresivo deterioro, y como consecuencia, en algunos casos -por ejemplo en Aguas Dulces-, ha tenido retrocesos de decenas de metros, y en otros casos si bien no se llega a esa magnitud, se encuentra bajo erosión. Los efectos sobre la zona de Aguas Dulces, Valizas, Polonio, están vinculados a los cambios de dinámica del Polonio, que funciona como el nodo cibernético de gran parte de la costa de Rocha.

Cada vez que fuimos a estudiar una zona que estaba sometida a proceso de erosión, partíamos de la hipótesis nula que era un proceso natural, y luego los estudios demostraban que eran acciones humanas las que habían generado o disparado el proceso.

Hay algunos casos en que todavía nos quedan dudas, pero yo diría, en la enorme mayoría, fueron determinadas exactamente cuáles eran las acciones disparadoras del proceso, y en una playa de Canelones, pudimos revertirlo parcialmente (Panario & Piñeiro 1996).

La imagen de Canelones (ver figura 2), también nos muestra esos vínculos que hay entre la red de drenaje y los aportes de arena desde el continente hacia el mar y por lo tanto, nos permiten inferir los efectos que tienen y han tenido los procesos de forestación y urbanización sobre el sistema de costas.

Entre los arroyos Pando y Tropa Vieja se puede observar como los campos de dunas llegan y sobre su orilla pierden continuidad, la arena desaparece entre ellos, de ahí en más, obviamente la arena se recirculaba hacia el mar a través de ellos.

Los aportes continentales en distintos sectores de la costa uruguaya tienen diferentes orígenes, en la costa oeste entre San José y Colonia, la erosión de las barrancas juega un rol fundamental. En el caso de la costa del Departamento de Rocha en su gran mayoría, los aportes continentales son a través de las lagunas y los arroyos, o de las cárcavas existentes en la costa, pero no son significativos a la hora de contribuir al mantenimiento de sus playas. En efecto, los aportes de las cárcavas han sido estimados con modelos sencillos (restando aun comprobarlos con datos empíricos), y además de no resultar muy significativos en términos relativos, están compuestos de arena muy fina y por tanto muy inestable en las condiciones energéticas de estas playas.

Las vías de drenaje que desembocan en la laguna, dejan sus sedimentos gruesos en estos bolsones y es muy poco lo que podría pasar por recirculación de borde lagunar hacia la zona de barras, y eventualmente hacia el mar, por lo que las estimaciones que figuran en el trabajo MTOP/PNUD (*op. cit.*) de "Conservación y mejora de playas" son incorrectas. Por lo tanto, digamos que las lagunas se mantienen en un equilibrio bastante inestable, en algunos casos mantenidas por procesos con claras connotaciones isostáticas, pero sus aportes directos al mar son también prácticamente negligibles.

De lo anterior se desprende que si no llegan materiales de las altas cuencas y la totalidad de las márgenes a nivel de las desembocaduras de los subestuarios están prácticamente forestadas y urbanizadas, la mayor parte de la recirculación subaérea y fluvial está impedida. A lo anterior se suman otros efectos, como la extracción de materiales de la playa por diferentes agentes, la circulación de vehículos y los desagües pluviales. Por lo tanto, como los aportes reales que tiene el sistema desde el continente son relativamente pequeños, las cantidades involucradas en la recirculación, cierran un circuito delicadamente mantenido; cualquier modificación implica un cambio del arco de playa salvo existieran aportes marítimos importantes, aspecto del cual no tenemos evidencias. Por el contrario las olas de tormenta han comenzado a arrancar turbas y otros materiales de origen continental del fondo del mar, lo cual implica que éstos se encuentran actualmente descubiertos de materiales arenosos.

No tenemos prácticamente playas de las denominadas en "equilibrio estable", como se les llama a aquellas en que la ola llega absolutamente paralela a la costa, con las ortogonales perpendiculares en todos los puntos.

Para las condiciones nuestras, donde el oleaje más erosivo se da en invierno a diferencia del generado por los vientos constructivos del verano (NE), el primero implica un transporte longitudinal muy fuerte. Nuestras playas están equilibradas por aporte-transporte. Están todas equilibradas por el tránsito de sedimentos.

Nosotros hemos observado en algunas playas, como la suspensión de la extracción de arena implicó la recuperación del perfil de playa sin ninguna otra intervención (Panario & Piñeiro 1996 *op. cit.*). En el caso de estudio, pasó de una playa cóncava a una playa convexa, y a su vez, de una playa de arena mojada a una playa seca de arena suelta; si se eliminaran en dicha playa (Costa Azul de Canelones) los desagües pluviales directos a la misma, se produciría la recuperación total del sistema.

Claro, en este caso quien extraía arena era una pequeña empresa y es más fácil vigilar una pequeña empresa, a la que se le puede suspender el permiso, que vigilar los cientos de carritos que hay por toda la costa de Rocha, que hacen una extracción dentro de la economía informal, artesanal y que tal vez dependan de eso como medio de vida. El control en este caso es mucho más difícil, pero seamos conscientes que además, como lo que explotan es arena gruesa, ésta en cualquier lugar que esté, es significativa en su contribución al mantenimiento de las costas a pesar de que la cantidad pueda parecer pequeña en relación al total y también pequeña la cantidad utilizada por quienes la extraen.

El otro aspecto que no hay que despreciar, es el tema de los desagües. La urbanización y demás procesos generan en las playas conductores pluviales perpendiculares a la línea de costa, que implican captación de agua y su vertimiento en puntos específicos de la costa que muchas veces no eran aquellos por los cuales salía normalmente. En algunos casos, sí eran los puntos por donde salía, pero lo hacía cargada de sedimentos y ahora sale con mucho más caudal (porque el suelo está impermeabilizado en gran parte de las zonas urbanizadas) y a su vez sin la carga de sedimentos original, por ello, la respuesta del sistema es a encajarse profundamente en la playa, tanto sea a través de las salidas de las calles, las ramblas, o las cañadas. La consecuencia de eso, es que la ola de tormenta cuando entra, lo hace con mucho más energía en ese punto (tiene más profundidad), penetra más profundamente y cuando retorna se lleva la arena de ambos lados de la cañada o desagüe, con lo cual, una cañadita formada por un pequeño desagüe, de cinco o seis metros de ancho como mucho, genera una concavidad en la playa de muchas decenas de metros.

Finalmente nos referiremos al consabido efecto de las construcciones sobre la playa, quiero mostrarles algo que no sé si todos conocen, que es lo que está ocurriendo en la costa de Rocha en función de este tipo de actividades (figura 7). La gente trata de defenderse del mar, entonces empieza a generar defensas de cualquier tipo, porque más allá de los aspectos visuales “dantescos” que pueden significar bolsas de nylon desparramadas por todos lados cada vez que viene una marejada, cada punto duro significa la generación de dos arcos de playa, uno de cada lado, por lo tanto, eso afecta al vecino, el cual a su vez se defiende y afecta a otro y así sucesivamente. Alguna se convierte en un perfil festoneado, con daños importantes en la playa donde suele aflorar la freática, perdiendo valor desde el punto de vista de su interés turístico.

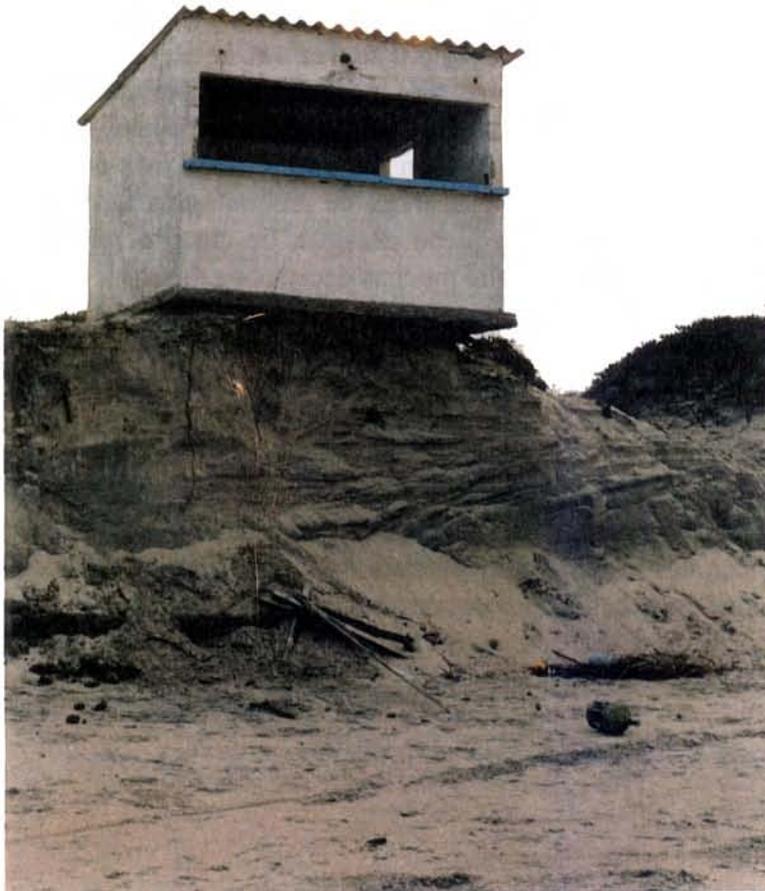


Figura 7. Balneario
Costa Azul. Fotos de
1995.



La casa que se proyecta
sobre la barranca ya no
está.

Es lo que ha pasado en Aguas Dulces, que fue el balneario que primero se construyó en la costa, aunque en realidad -y esto vale la pena remarcarlo- no se construyó en la costa. En la imagen del año 1943, la edificación más cercana al mar se ubicaba sobre el cordón dunar -y no sobre la arena como ahora-, posteriormente quedó sobre la costa como resultado del retroceso o posterior eliminación del cordón dunar. De estas primeras filas de casas construidas con anterioridad al año 1943, según me contaron los vecinos (yo no lo he comprobado en forma sistemática), no queda ninguna. Todas se las llevó el mar, y a veces se lleva una fila entera en un año, por ejemplo en el año 1996, en que una fila entera de casas -treinta y tantas-, cayeron por efecto de una sola tormenta.

Ahora bien, este tipo de procesos y estas interacciones que se producen, nos llevaron a establecer algunas hipótesis del comportamiento de largo período de nuestras costas atlánticas. Una cosa son las fluctuaciones estacionales de hoy día con vientos predominantes del sudoeste en invierno, y vientos predominantes del cuadrante NE en el verano, por lo tanto unos constructivos y otros destructivos, y otra las fluctuaciones más irregulares de largo período.

Hay muchas evidencias de que el sistema tiene fluctuaciones de largo plazo. Eso ocurre en todos los sistemas costeros del mundo, o al menos en la mayoría de ellos, por lo tanto, no es nada sorprendente; lo que resultaba atractivo era tratar de ver si existía alguna relación entre las fluctuaciones de largo período de los arcos de playa y otros fenómenos observables.

Y bien, en materia de evidencias, por ejemplo, ahí por la década de 1940, en la playa de Las Delicias, el mar se llevó alguna casa que estaba construida entre la rambla y el mar. Por ello, alguna gente estableció defensas que aun hoy son visibles. Inmediatamente la playa de Las Delicias empezó a crecer, y creo que siguió creciendo hasta hace poco tiempo, no un gran aumento pero sí un aumento sostenido. Debe ser alguno de los pocos casos que yo conozco que alguien hizo una defensa y se salvó, porque la defensa no tuvo suficiente tiempo en contacto con el mar. En general, la defensa acelera el proceso de deterioro del medio costero, al no permitir que el mar disipe su energía transportando arena.

Para la región se acepta la existencia de un evento entre los años 1750 y 1850 -que los argentinos denominan la "pequeña edad del hielo bonaerense" -, en que las condiciones del clima fueron más frías y secas que las actuales (Politis 1984). A manera de hipótesis, y observando lo que ha ocurrido históricamente de las relaciones entre las variaciones del clima y la línea de costa, era de esperar que durante ese período, si nuestro punto de vista era correcto, los caudales aportados a los ríos serían mucho menores y por lo tanto, la recirculación de arena: viento-cauces-mar, debería verse seriamente disminuida.

En los hechos algunos elementos parecen ser coincidentes, con la seca del año 1942 y el dominio del viento del SW que se asocia a estos eventos de seca, se generó un retroceso generalizado de la costa en el período 1942-43. Esta seca que acabamos de vivir, tal vez potenciada por las intervenciones humanas, generó un desastre generalizado en las costas erosivas, y empiezan a aparecer abajo de los cordones dunares en retroceso, restos de naufragios de barcos que estaban ubicados bajo el cordón dunar, y que según los expertos podrían haber sido construidos en 1750. En este momento vuelven a ser puestos a la luz, ello quiere decir que donde ayer era cordón dunar, a mediados del siglo XVIII era mar, como puede corroborarse en un plano de 1774 "*Plan de la Baye*

*de Castillos située le long de la côte du Brésil*³. Digamos que estos son elementos que forman parte de un conjunto que estamos tratando de hilvanar para ver si hay una vinculación entre ciertas características del clima y cierta periodicidad del comportamiento de la costa. De ser esto verdadero, la presión erosiva, más allá de las acciones antrópicas, podría disminuir a partir de este año si El Niño que se perfila en el Pacífico es acompañado por un período lluvioso como ocurre normalmente.

BIBLIOGRAFÍA

- Bagnold, R.A. 1954. **The physics of blown sand and desert dunes**. London, Chapman & Hall.
- Bracco, R. 1995. **Cronología de la Laguna de Castillos**. In: Causas Geológicas del paisaje Rochense. Curso PROBIDES, Rocha. (s/p).
- Brookfield, M. 1970. **Dune trends and wind regime in Central Australia**. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 10:121-153.
- Buckleys, R. 1987. **The effect of sparse vegetation on the transport of dune sand by wind**. *Nature*, 325:426-428.
- Chapman, D.M. 1990. **Aeolian Sand Transport - An optimized model**. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15:751-760.
- Dyer, K. R. 1994. **Estuarine sediment transport and deposition**. In: Sediment transport and depositional processes. Ed. K. Pye. Oxford, Blackwell Scient., 193-218.
- Fryberger, S.G. 1979. **Dune forms and wind regime**. In: A study of global sand seas. Ed. E.D. McKee. *Prof. Pap. US Geol. Surv.*, 1052:137-169.
- Fryberger, S.G. *et al.* 1984. **Wind sedimentation in the Jafurah sand sea, Saudi Arabia**. *Sedimentology*, 31:413-431.
- Hesp, P.A. 1988. **Morphology, dynamics and internal stratification of some established foredunes in Southeast Australia**. *Sedimentary Geology*, 55:17-41.
- Hesp, P.A y B.G. Thom. 1990. **Geomorphology and evolution of active transgressive dunefield**. In: Coastal dunes: form and process. Ed. by K.F. Nordstrom, N.P. Psuty, R.W.G. Carter. Chichester, Wiley. 102:79-95.
- Hunter, R.E., B.R. Richmond y T.R. Alpha. 1983. **Storm-controlled oblique dunes of the Oregon coast**. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 94:1450-1565.
- Illeberg, W.K. y L.C. Rust. 1988. **A sand budget for the Alexandria coastal dunefield, South Africa**. *Sedimentology*, 35:513-521.
- Koppen, W. 1900. **Versuch einer Klassifikation der Klimate, Vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenweise**. *Geogr. Zeitschr.*, 6:593-611.
- López, J.M. 1994. **El fósil que no guía, y la formación de los sitios costeros**. In: Arqueología en el Uruguay. Ed. M. Consens, J.M. Lopez, C. Curbelo. Montevideo, Impr. Surcos. 92-99.
- MTOP/PNUD. 1979. **Conservación y Mejora de Playas URU 73.007**. Montevideo, Ministerio de

³ Documento original ubicado en la Biblioteca Nacional de París (registro Port 166/div 15/2D).

- Transporte y Obras Públicas/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Panario, D. y G. Piñeiro. 1997. **Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay.** *Climate Research* (In press).
- Panario, D. y G. Piñeiro. 1996. **Efectos del cese de extracción de arena en una playa estuarina en Uruguay (1986-1996).** In: Taller Latinoamericano sobre el Proyecto ESPROMUD. Bogotá. (In press).
- Politis, G. 1984. **Climatic variations during historical times in Eastern Buenos Aires Pampas, Argentina.** *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 2:133-161.
- Prohaska, F. 1976. **The climate of Argentina, Paraguay and Uruguay.** In: World Survey of Climatology. Ed. H.E. Landsberg. Amsterdam, Elsevier. 12(2):13-112.
- Sahu, B. 1964. **Depositional mechanisms form the size analysis of clastic sediments.** *Journal of Sedimentary Petrology*, 34:73-83.
- Sugio, K., L. Martin y J.M. Flexor. 1988. **Quaternary sea-levels of the Brazilian coast: recent progress.** *Episodes*, 11:203-208.
- Tsoar, H. 1974. **Desert dunes morphology and dynamics, El Arish (Northern Sinai).** *Zeitschrift für Geomorphologie*, Suppl. Bd. 20:41-61.
- Villwock, J.A. y L.J. Tomazelli. 1989. **Sea level changes and Holocene evolution in the rio Grande do Sul coastal plain, Brazil.** In: International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary. San Pablo, ABEQUA/INQUA. 192-196.
- Willems, B.B.; M.A. Rice y S.E. Swaine. 1982. **Shape effects in aeolian grain transport.** *Sedimentology*, 29:409-417.

PREGUNTAS

M. Losada - Una pregunta con respecto al oleaje, ¿hay alguna rosa de oleaje similar a la rosa de los vientos que hemos visto o no la tienes?

D. Panario - Bueno, no. Primera cosa: no la tengo. Segunda cosa: Daniel ha estado trabajando en los últimos tiempos en hacer mediciones, y viene así generando una serie de datos más o menos probable, pero no la tenemos.

M. Losada - La que estás haciendo Daniel ¿se refiere a la línea de costa? Entonces más o menos tenemos una rosa de los vientos, una rosa de oleaje que acompaña a una línea de costa.

D. de Alava - Sí.

D. Panario - A partir de tu anterior visita más las discusiones que tuvimos, empezamos a generar datos empíricos, pero eso lleva tiempo.

M. Losada - ¿No hay datos de medida de oleaje en esta zona de Uruguay?

D. Panario - Sí, hay algunos datos.

M. Losada - ¿Son direccionales o son solamente medidas sin dirección a la línea de costa?

D. Panario - Exacto, sin dirección.

Otro - De todos modos esos datos los hemos tenido desde más o menos del final del 70 hasta ahora.

M. Losada - ¿Se sabe la cadencia con que se recogían los datos y durante cuánto tiempo. Es decir, cada dos horas, seis horas...?

M. Jackson - Los datos nunca fueron dataway, se recogían durante 20 minutos, por lo general de día.

M. Losada - Daniel, ¿qué granulometría tiene la arena del Polonio?

D. Panario - Digamos que es arena media en el límite de gruesa y arena gruesa, están justo ahí las medias granulométricas, ahora con cierta evolución ¿verdad? Las que están más cerca de las dunas parabólicas son arenas gruesas, y cuando se llega al Valizas después de ese camino unidireccional que lleva por una razón de inercia del sistema que podríamos discutir, ya se llega a medias, a finas. Yo no venía preparado para esto, pero tenemos un trabajo que puedo poner a su disposición con todos los datos granulométricos, con todas las medias, modas etc. de las arenas y todos los índices que se aplicaron en el análisis.

Pero digamos, en términos generales arrancan como arenas gruesas, muy gruesas; muy gruesas inclusive a nivel de las parabólicas, gruesas, medias y finas, cuando se caen adentro de Valizas. Las que caen dentro de Valizas, porque hay otras que a su vez protegidas por un nivel de paleocosta tuercen y caen directamente al mar en un arco de playa, y es el principal aporte que tiene ese arco de playa. Una vez cada tantos años le entra una duna entera de esas monstruosas adentro y eso se nota cuando uno estudia la minerología y la granulometría a nivel del arco de playa donde ingresan estas dunas en la playa, primero hacen la curva de la playa muy significativa y segundo también lo hacen los parámetros estadísticos granulométricos y mineralógicos.

M. Losada - Bueno, lo que me parece es que tiene que haber un origen de esa arena dunar.

D. Panario - Bueno, yo creo que lo expliqué. ¿Qué tienes que decir?

M. Losada - Es que te lo quiero volver a preguntar.

D. Panario - Déjame mostrar de vuelta el cuadrado de la evolución... Nosotros consideramos que son arenas de playa porque eso es lo que nos da los parámetros granulométricos aún en el análisis de dunas, y pertenecientes a los depósitos marinos producidos durante este avance que se

produce en el nivel del mar de +5 m. como estaba en toda la costa brasileña. Esto queda expuesto y esos materiales son los que retoma el viento formando estos sistemas arenosos que son de arenas gruesas, arenas típicamente eólicas que no son solamente del Polonio como ya les decía. sino de Punta Palmar; el que queda más al Este es el de La Paloma, y algunos otros balnearios que no me acuerdo exactamente ahora; José Ignacio creo que también es de arena gruesa, no estoy seguro.

D. de Alava - Arenas inclusive con sedimentos muy parecidos entre sí, las características mineralógicas son fácilmente reconocibles.

D. Panario - Además son arenas cuarzo fedespálticas, digamos a diferencia de la arena de playa actual que son cuarzosas y a diferencia de las arenas de las cárcavas también que son arenas finas y cuarzosas; y además con cierta tinción, que algún grano aparece debo reconocerlo. Cuando uno hace análisis al microscopio algún grano de esa arena aparece de tinción roja en algunos lugares se veía muy firme y todavía aparece algún grano. Pero digamos, lo dominante no es eso. Lo dominante parece asociarse muy bien con esos depósitos pertenecientes a este periodo del Holoceno. Desde el punto de vista tanto mineralógico como plastométrico.

M. Losada - Tu punto de vista es que el suministro actual a las playas de los últimos años y del que se espera en el futuro, proviene de las arenas dunares en su movimiento.

D. Panario - En la actualidad no, salvo el sistema cabo Polonio que parcialmente sigue funcionando y que por lo tanto sí está muy fuertemente influido por esos factores y que además no hay más que ver los impactos que tuvo, cuando sacaron unas pocas casas, eliminaron una pequeña barrera forestal, sobre el comportamiento del sistema; fue impresionante.

Salvo ese, en el pasado sin duda, es decir, tú vistas la confluencia de estos arroyos y los trenes de dunas que venían en dirección a ellos, entonces hemos calculado la cantidad de aportes. Yo no traje los datos y tengo mala memoria pero son en metros cúbicos, muy importantes cada año. imagínate con vientos que el 1% del tiempo están soplando vientos en el orden de una magnitud de más de 80 km/h. Es muy importante la cantidad de arena involucrada en esos procesos y esos eran los principales aportes que recibía el sistema en esa época. Ahora actualmente está totalmente urbanizado, totalmente forestado y bueno, salvo en algunos lugares puntuales, esa recirculación ha sido parada. La consecuencia es un retroceso generalizado de todos aquellos sistemas que dependían de estos flujos que no son toda la costa uruguayana, por supuesto, pero digamos. en Rocha eran muy importantes sin lugar a dudas.

M. Losada - Entonces ahora deberíamos esperar un retroceso de la línea de costa.

D. Panario - Y es lo que está ocurriendo y desde hace mucho tiempo. Es decir, por ejemplo, la zona de Cabo Polonio yo la visito con distintos intereses pero siempre mirándola por desviación profesional, digamos, desde el punto de vista de su funcionamiento. La playa de la Ensenada yo la visito desde el 70, y está en retroceso desde el 70.

M. Losada - Luego Milton Jackson hablaba de...

D. Panario - Él hablaba de la costa de Maldonado que está en acreción.

M. Losada - Pero yo le pregunté sobre todo el tramo de costa Este; yo le pregunté cómo visualizaba el tramo de costa Este, si estaba en equilibrio o no. Él me respondió que sí, que está en equilibrio.

M. Jackson - Mayormente; salvo en algún extremo de arco donde se da alguna acción antrópica muy exagerada, yo no veo grandes fenómenos de erosión en la costa de Maldonado, y veo sí un fenómeno de erosión en la costa de Rocha. Pero dadas las circunstancias de la costa de Rocha, veo también acciones humanas muy activas, entonces no sé a qué atribuir, si dar eso por fenómeno general o si como yo supongo, es más bien un fenómeno antrópico.

D. Panario - Bueno, eso es lo que yo acabo de decir, coincido plenamente contigo. Es decir, pero ambos coincidimos en que la costa de Rocha está sometida a un proceso de erosión que viene en algunos casos de décadas. Como yo les decía que en la década del 40 en la zona de Aguas Dulces las casas estaban construidas sobre el cordón dunar. Para mí fue una enorme sorpresa porque yo nací en la década del 40, cuando la vi, ya estaban las casas en la playa, entonces yo pensé que habían sido construidas en la playa. Pues no, fueron construidas sobre el cordón dunar que cuando yo las vi, siendo muy joven aún, ya estaban en la playa.

M. Jackson - ¿Puedo agregar una cosa? Si Ud. va a La Paloma, a la zona donde están hoy dos establecimientos, verá Ud. el tómbolo y tenga en cuenta que al tómbolo se llegaba por una línea férrea que tenía bloques que habían sido calculados como bloques de 1,10 x 1,10 m, porque la ola que pasaba por arriba del tómbolo exigía ese volumen y tenga en cuenta Ud. que los alemanes cuando hicieron el dibujo de la costa, el diseño de la costa, pusieron un muelle que está detrás del parque de ASTRA, que está bajo una duna de 5 m de alto y tenía 2,80 m de profundidad para atraco. Entonces lo que ha habido allí o lo que me imagino que puede haber ocurrido, es un corrimiento del tómbolo hasta ahí, que ha corrido su eje creciendo sobre La Aguada en lugar de trampa de arena y excavando en el arco de la playa, en las dunas. Es decir, creo que son las acciones humanas lo que allí están destruyendo tanto, que si hay alguna cuestión natural es sólo entre comillas.

D. Panario - Sí, yo coincido plenamente.

M. Losada - Yo lo que veo es que sí están diciendo cosas parecidas pero que no dicen lo mismo. No es que yo trate de enfrentarme a los dos, simplemente lo que trato es de sacar la máxima luz para entender cómo está funcionando el tramo de costa. A mí, las acciones locales, como muy puntuales, creo que no son significativas a la hora de analizar el tramo de costa. Entonces la pregunta es siempre la misma ¿el tramo global de costa está en equilibrio o no?, globalmente hablando. Considerando el tramo entre Polonio y Punta del Este estos tres arcos que tenemos, están en equilibrio ¿o no lo están? y cuando digo en equilibrio, es decir el saldo neto de sedimentos anual es cero, no porque sea cero el transporte sino por lo que entra y lo que sale.

D. Panario - Lo que pasa es que yo creo que está mal planteada tu pregunta, por lo siguiente: porque en algunos casos estamos frente a efectos muy puntuales. La costa no es

homogénea ¿verdad? Como yo decía, la costa de Rocha por ejemplo, los aportes de las vías de drenaje son prácticamente nulas porque desembocan en las lagunas y ahí se quedan los sedimentos. Donde hay subestuarios la arena es aportada a esos subestuarios o estuarios y de ahí viene, ese es el caso de Valizas, pero en muy pocos casos en la costa de Rocha. Y en la costa de Canelones por ejemplo, yéndonos más hacia el oeste, esa situación es generalizada, ahí hay subestuarios, porque estamos dentro del estuario, con aporte de arena hacia adentro de esas vías de drenaje y su reaporte al mar por esos puntos. En algunos lugares la urbanización ha sido muy intensa y en otros no.

En algunos casos encontramos fenómenos estrictamente puntuales, hay un desagüe o alguien ha estado sacando arena, o no se qué, o alguien hizo una rambla en un lugar inadecuado, o el mar en una de sus fluctuaciones naturales llegó hasta una casa. Alguien puso una defensa y ahí generó un cambio cualitativo en el comportamiento del sistema y se fue al diablo por efecto de esa defensa, por pequeña que sea; y en otros casos estamos frente a fenómenos que son de carácter global, digamos. Es decir, cuando un nodo cibernético como es la zona de cabo Polonio, es afectado, kilómetros de playa sufren erosión generalizada, pero ¡ojo!, no podemos generalizar y decir que están siendo sometidas a erosión por fenómenos que son globales de intervención de la costa. Yo no creo en eso. Yo creo que cada caso es un caso; algunos tienen más magnitud por el área de influencia y otros tienen muy poca incidencia por las características locales particulares. Las generalizaciones son muy difíciles en esta área.

M. Losada - No, yo creo que las generalizaciones son necesarias. Vuelvo a hacer la pregunta. Yo me pongo vía satélite y miro aquella figura y pregunto, ¿está en equilibrio ese tramo de costa? ¿Sí o no? Independientemente de lo que acontezca en algún tramo local donde haya algún problema, pero esa imagen satelital aérea significa algo.

D. Panario - Pero atiéndeme, mira lo que yo te estoy diciendo, en la fotografía aérea. Pero este es un arco de playa - éste es el Polonio - hasta acá y esto es un arco de playa hasta acá, entonces todo esto está bajo erosión, ¿te sirve? Pero digamos, el problema fundamental es el de acá, de acá y de acá. Tres puntos todos interconectados.

M. Losada - ¿Todo globalmente está bajo erosión? Entonces hay déficit de arena. No está entrando arena suficiente.

D. Panario - Todo. Exactamente.

M. Losada - Entonces la hipótesis del Dr. Jackson es que la arena viene del fondo, desde el mar.

D. Panario - Pero exactamente en este tramo de que estoy hablando. No estoy hablando por la zona de la costa que Jackson conoce muy bien y que yo considero como algo que no he estudiado, pero la observación es que efectivamente está acreciendo en muchos lugares. Entonces no se puede hablar por todo. Yo puedo hablar por este tramo que lo conozco muy bien; bueno, parte de este otro también en el cual está trabajando Daniel y esos están en erosión, y si seguimos acá para el norte, la Barra de Chuy y todo eso, también está bajo erosión, pero también sometidas a procesos de modificación por urbanización, extracción de arena; todo ese tipo de cosas es muy

intenso. Entonces tenemos efectos locales y efectos generales. Efectos de diferente magnitud sobre arcos de distinta dimensión. Eso es lo que puedo decir. Aquí globalmente estamos en retroceso, eso sin duda.

M. Losada - Pero en la zona de la laguna de Rocha, en el arco de la laguna de Rocha, ¿también estamos en retroceso?

D. Panario - ¿Acá? No sé...

D. de Alava - Yo diría que desde La Paloma hasta la barra de la laguna hay una erosión bastante fuerte.

M. Losada - Sin embargo la laguna se cierra; si se cierra aquí, se tiene sedimento suficiente.

D. de Alava - Yo el problema lo veo así, hay cosas en donde hay interferencias. Ha sido en la parte eólica de intercambio y el entruncamiento de esas cosas ya sea por forestación, por caminería. Eso llevó secuelas erosivas a un montón de playas. El caso, por ejemplo, en ese arco de playa, ahí se sacó arena para hacer las rutas durante años y recién se paró hace poco tiempo y las playas comienzan a recuperarse.

D. Panario - Que se cierre la barra no quiere decir que no se esté erosionando abajo.

M. Losada - ¿De qué fecha son las fotos que hay ahí?

J. Hernández - Son imágenes satelitales, una es del 75 y otra del 86.

B. Molina - Hay diferencias de franjas de dunas, las franjas de dunas cada vez son más chicas.

M. Losada - Las líneas de costa que se detectan se superponen, están alejadas o no están alejadas; es decir, ¿habéis hecho algún estudio comparativo de la posición de la línea de costa en sus diferentes fotografías aéreas?

D. Panario - No, eso es lo que estamos por hacer ahora.

M. Losada - Es que ese es el dato clave para poder decir si el tramo de costa está en equilibrio o no lo está.

D. Panario - En todo caso vamos a tener que ortogonalizar las fotos, llevarlas a la misma escala, digamos, con algunas pequeñas complicaciones, pero lo vamos a hacer.

M. Losada - Creo que es un paso fundamental.

D. Panario - Sin duda. Es lo que hicimos con los médanos pero ahora lo vamos a hacer con la playa. Estamos de acuerdo.

M. Losada - Es que hay un problema Daniel, es que como hay tantos aspectos puntuales, podemos dedicarnos años enteros a estudiar los aspectos puntuales y perder la visión global de lo que estamos analizando, que es cuál es el fundamento global de la línea de costa y al final cómo puede ser operativo o no, el tratamiento de las fotografías de lo que estamos hablando.

D. Panario - Hay una cosa. Digamos, hay elementos que son de diagnóstico muy claro. Es decir, cuando nosotros encontramos que la línea de costa está erosionando sedimentos cuaternarios, no tenemos ninguna duda de que estamos bajo un proceso erosivo porque sino esos sedimentos no estaban más allí.

M. Losada - Yo sí tengo dudas. Yo si comparo fotografías aéreas de tres secuencias...

D. Panario - Pero cómo vas a tener dudas de lo que estoy diciendo. Si yo te digo que material que fue depositado hace 5.000 años, claramente datado, se lo está llevando, quiere decir que antes no llegaba hasta ese lugar, porque si hubiera llegado, se lo hubiera llevado antes, no estaba más, estaríamos con sedimentos actuales. Pero como tenemos la barranca en retroceso permanente no tenemos ninguna duda de que estamos situados en condiciones de erosión, locales.

Si tú lo miras en toda la costa, por ahí lo encuentras en gran parte de la costa, en otras partes no, ¿verdad?, primera cosa. Yo te digo, en estos arcos eso está ocurriendo efectivamente, lo hemos visto, lo tenemos documentado, tenemos las pruebas, los cimientos de las casas que aparecen bajo el agua vez por medio. No tenemos muchas dudas. No hemos entrado en ese estudio sistemático con foto aérea que es lo que justamente, lo que estamos generando en esta colección de fotos del 43 que tenemos que ortogonalizar con mucha dificultad porque son oblicuas y todo lo demás, para tener una secuencia bastante prolongada pero esa es la próxima etapa. Pero mira. La sedimentología de la playa responde a un gradiente cuando las condiciones son normales. Ese gradiente que es global y único para las costas nuestras en relación a la distancia, depende de la orientación del espiral en relación a la incidencia de los trenes de olas.

Cuando nos encontramos en una playa en erosión, el gradiente se va al diablo, los resultados son cualquier cosa. Cuando hemos analizado que se restablece el equilibrio, se restablece el gradiente, pero con una precisión y una correlación matemática que espanta de lo alta que es.

Entonces digamos, a veces, alcanza con algunas mediciones granulométricas analizadas para tener un índice, un índice rápido digamos, de que el mar se está llevando y que además se están descubriendo materiales que pertenecen a depósitos de distintas condiciones de energía. Diagnósticos tenemos mil, por eso te digo, estamos sabiendo que eso está ocurriendo. Sabemos que en la costa de Rocha está ocurriendo en todos lados, pero, tenemos la misma visión que Jackson que cuando apenas se entra a manejar algún sector, se empieza a producir una recuperación. En el caso de Costa Azul (Canelones) la tenemos medida con la topografía realizada y lo único que logramos hacer es prohibir la extracción de arena, ni siquiera conseguimos que los desagües pluviales de una zona pavimentada salieran por arriba, por la punta de piedra, donde no producirían

daño, con lo cual hubiéramos conseguido una recuperación mucho más rápida. Es decir, a veces pequeñas intervenciones producen una recuperación, lo cual quiere decir que si bien hay déficit, estamos todavía en una situación de reversibilidad en gran parte de los casos analizados.

M. Losada - Tú sabes, es que ese doble juego, ese doble lenguaje, perdona que lo exprese así, de que sí pero no, de que no pero que sí, es el que a mí no me gusta. No me gusta porque si por sobre todo hay que proponer actuaciones, no sirve. Entonces, yo estoy de acuerdo en que hay sitios locales de erosión pero necesitamos imprescindiblemente saber si globalmente el tramo de costa desde Polonio, o desde Brasil hasta Punta del Este tiene un equilibrio general a lo largo de los años, si lo mantiene o no, primera cosa.

Segunda cosa, necesitamos saber de dónde viene el material. Tú dices que a la playa llega, fundamentalmente, por aportes dunares; en cambio, Milton dice que es aportado por parte del mar. Son dos fuentes tan diferentes de suministro de sedimentos que si a ti te da por esta última y lo han pastificado, no vuelve a entrar más y por tanto tendríamos que notar una erosión masiva de toda la línea de costa. Con la hipótesis de Milton no es estrictamente necesario porque continuamente tenemos oleaje y por tanto tenemos aportación de sedimentos.

Tercera cosa, si tú dices que cada vez que quitáis la mano del hombre, la playa se recupera, quiere decir que la playa tiene una tendencia de equilibrio global porque si no el sedimento no se depositaría. Por tanto, la tendencia general de que el sistema está en equilibrio es más razonable que la tendencia general a decir que el sistema está en profunda erosión, como tú lo has manifestado.

Entonces no creo que sea correcto hacer un planteamiento de, a base de sumar muchos puntos locales, dar la visión global, porque la visión global y luego la de los puntos locales nos da más información que la de poco a poco para llegar a lo global.

D. Panario - No estoy de acuerdo contigo. Te explico por qué no estoy de acuerdo contigo, nos podemos entender perfectamente. En algunos casos la forestación es clave, porque la dirección del viento hace que el aporte sea desde esos lugares, entonces en esos lugares, el tema, - ese es el caso de Valizas que aporta enormes cantidades de arena, que la hemos calculado y todo lo demás - en ese caso la forestación es fundamental.

En otros lugares en que la inclinación que varía del ángulo de costa, la dirección predominante del viento no era para aportar sedimentos a ninguna vía de drenaje sino que formaba un frente transgresivo que iba hacia el continente, que lo foresten o no lo foresten, da lo mismo.

M. Losada - ¿Hay otra fuente de suministro de material?

D. Panario - Exactamente. Bueno, todas no las tenemos determinadas. Es posible que tenga razón Milton que además haya fuentes subacuáticas, pero casi seguramente, por supuesto, sólo que yo... te puedo hablar hasta dónde llegué.

M. Losada - Correcto. Pero entonces lo que necesitamos es juntar todas las fuentes de suministro de sedimentos, evaluarlas globalmente y establecer finalmente si hay un equilibrio o no.

D. Panario - Exacto. Por eso yo te decía de las dificultades que encontrábamos para establecer unidades fisiográficas, que pudiéramos decir bueno, éstas son autónomas, entonces vamos a estudiar todo el transporte en ellas. Lo estamos tratando de hacer, pero es que nos faltan *datos empíricos de la parte, de lo que pasa con el mar. La hipótesis de Milton Jackson es una hipótesis razonable, sólo que no la puse a prueba todavía.*

M. Losada - En la hipótesis de Jackson, cuando él dice: yo quito el elemento humano que está dañando la costa y la playa se me recupera. él se justifica, porque le llega el sedimento de abajo.

D. Panario - Bueno, el mismo caso que en Costa Azul (Canelones). Suspendí la sacada de sedimentos de la costa y la playa se recuperó. En ese caso era así. Y además el avance eólico no tenía ninguna importancia, ni lo medí, porque atrás había una barranca que protegía las dunas de los vientos que podían traerlas de vuelta para el mar. Así que esa duna no iba a volver nunca y efectivamente, digamos se va trepando la barranca y entra por continente adentro una cierta cantidad y no vuelve al sistema. Ahí, la parte de avance hidrolítico era totalmente negligible y con cesar la extracción, se recuperó el sistema, porque está muy al borde.

En la playa de al lado, donde se hicieron espigones, la que yo les estaba diciendo, y se sigue erosionando, no dio resultado, porque posiblemente cuando se termine de recargar esta, que todavía no se ha terminado de recargar porque viene todos los años aumentando su altura, es que va a empezar a recargarse la otra, es lo que nosotros esperamos. Entonces para mí hay casos y casos, es lo que pretendo decirte. No hay una solución general para toda la costa.

D. De Alava - Quería agregar algo porque hoy me preguntaste y quedó trunco, no sé qué pasó. Bueno, yo quería un poco explicar eso. Hay cosas que nos dicen que hay una erosión muy fuerte. Evidentemente que si nos alejamos - por ejemplo, el caso de ese tramo que hablamos, de las lagunas - nos alejamos de donde está habiendo más interacción degradativa a nivel de las acciones humanas, obviamente que vas a ver otras cosas en la playa, vas a ver un gradiente de cómo se empieza a recuperar el cordón dunar.

Ahora una cosa que quería decir. Yo pienso que hay que tener cuidado acá con la comparación y seguimiento de las fotos de los vuelos que hay, porque no necesariamente están todas sacadas en la misma época y a veces se pueden correr riesgos muy grandes de interpretación. Les pongo un ejemplo. Si yo por ejemplo este año hubiera sacado una foto en diciembre, hubiera visto una playa en Rocha globalmente como tú dices, bastante distinta a la que pueden ver hoy.

Y sin embargo de repente está dentro de un mismo pulso; es la idea que yo manejo, como que hay distintos pulsos a través de los años, de acreción y erosión. A veces es difícil interpretarlo y llegar a diferenciar dónde empieza uno y dónde acaba otro, a pesar de que uno lo viene siguiendo.

D. Panario - Tienes razón. Cuando un curso llega hasta una defensa que alguien instaló cambia la dinámica y entramos en otro proceso a partir de ese momento.

J. Hernández - Han pedido la palabra Walter y también Milton.

W. Norbis - Yo no soy experto como estos señores que tenemos aquí presente, pero yo para tratar de entender muchos de los fenómenos que yo sí me especializo y trato de explicar, tuve que analizar muchísimo el aspecto ambiental de la costa, los vientos... Entonces a mí me llama la atención que predominen los vientos del SW y del NE, y por lo que la pregunta que me surge ahora ¿en la costa atlántica uruguaya, esa rosa de los vientos solamente es frecuencia por sectores de viento, es decir, ahí no está metido el vector de velocidad?

D. Panario - En una de las que mostré sí.

W. Norbis - Por lo menos es la que vi. Porque hay un problema de virazón que es muy importante y que puede enmascarar. Es un fenómeno diario de acá de la costa de Rocha, de la costa de Maldonado; es trascendente, si uno sólo analiza la variación en la dirección del viento o tiene ese tipo de fenómeno clarísimo que se da, hay que tener en cuenta indefectiblemente la velocidad del viento. Eso es una cosa. Lo otro, y tal vez la frecuencia de los temporales sin quitarle trascendencia porque indudablemente es muy trascendente, tiene que ver con aquello de la predominancia del mar de fondo con el mar de viento en la costa uruguaya. Con lo que implica el arrastre de sedimentos hacia la costa y el tipo de ola que genera. O sea, son las dos cosas que no se discutieron en todo esto, es decir qué incidencia tenían las características del tipo de mar, asociado concretamente al pasaje del frente, y sin tener en cuenta el fenómeno local que es la rotación del viento, que es diario, que se conoce como la virazón. Porque eso está enmascarando un montón de información.

D. Panario - Pero en esta rosa de los vientos que ves acá, dice de los vientos moderados, fuertes y muy fuertes. Traje ésta pero hemos generado, para todas las velocidades de viento, cuáles son las rosas, y recién se separan notoriamente cuando entramos a nivel de los muy fuertes, de más de 80 km/h. Entonces ahí sí, cuando viene el SW se planta; por lo tanto, desde moderados en adelante, tiene esta forma.

W. Norbis - Pienso que no vi esa.

D. Panario - Pero lo dije además.

W. Norbis - No, eso no me acuerdo, pero me llamó la atención. Y el otro es el tema de las características de mar relacionado con esto del temporal.

D. Panario - Yo simplemente vuelvo a aclarar, dedicamos mucho tiempo al transporte eólico entre otras cosas por los medios con que contábamos para la aproximación. Ahora, a partir de una información que hemos tenido nos estamos preparando recién para los próximos años, con los ritmos posibles a nivel de la Universidad y encarar el tema; atendiendo a estas observaciones que tú nos haces, por supuesto, pero con las salvedades que yo te hago.

M. Jackson - Yo tengo que analizar algunas de las afirmaciones que hice y que se me atribuyen. Primero, yo considero que el gran aportador son las arenas de fondo, pero al mismo tiempo mencioné que entre la batimetría -9 y -13 está prácticamente contenida toda la arena del

sistema. Así que podemos hablar de un pequeño zócalo de arena disponible que se recicla de una forma más o menos constante y que aparentemente ha estado mucho tiempo en el sitio con nivel de paso y de acuerdo a la teoría eso significa cambios en pendiente de todo el sistema.

Segunda cosa, lo que me preocupa más porque es más realista es la continuidad de la observación sobre la situación. Las variaciones que he podido registrar obedecen a eventos hidrometeorológicos excesivos, digamos, pero que en general, el aire general de los perfiles que yo voy logrando no significa otra cosa que una costa en equilibrio. Y hasta ahí me arriesgo y ahí me callo.

M. Losada - Milton, si yo insisto tanto es porque a mí esa versión me gusta. Es la que más creo en este momento y discrepo más con la de Daniel, por eso yo he insistido tanto en que me dijese lo que usted ha dicho, porque yo lo veo en esa fotografía aérea. Esa fotografía aérea es de libro, esa fotografía aérea lo está indicando.

M. Jackson - Yo no la veo muy diferente, hay cosas que dice Daniel que yo no estoy muy de acuerdo pero...

M. Losada - Por eso, es que esa imagen satelital es de libro, ella está indicando cuál es la resultante media anual del oleaje por cada sector y está indicando los puntos donde se están apoyando los arcos. Estos están llenos, saturados de arena, no pueden contener más arena, por lo tanto me está diciendo que ese tramo de costa está a pleno llenado, y eso me confirma también al momento que se abre Garzón, se cierra inmediatamente solo, que hay sedimentos suficientes.

M. Jackson - Hay arena a bocha.

M. Losada - Exactamente, por tanto aquí el problema erosivo no es; o sea, al revés, el problema es cómo gestionar las arenas en exceso que hay.

D. Panario - Atiéndeme, ¿porqué no le dices eso a la gente que perdió sus casas?

M. Jackson - El problema erosivo es con respecto a los fraccionamientos de los agrimensores, vamos a entendernos. El problema erosivo tiene que ver con las exigencias societarias humanas que le hemos metido linealmente a la costa encima. Si yo compro una casa en medio de la playa, claro que me la va a llevar la ola.

M. Losada - Dentro de la zona de fluctuación de esa playa en los círculos normales en una playa, se la lleva. El hecho de que exista un retroceso, se caiga una casa, no quiere decir que la playa esté en erosión.

M. Jackson - Es verdad.

M. Losada - Ese tramo simplemente está sufriendo sus ciclos anuales, y eso se lo puedo decir y lo puedo explicar al paisano. Esto es como cuando llueve; está lloviendo, pues mire, se ha venido el temporal y usted como se ha metido dentro del charco de agua, pues se ha mojado.

Es que a mí la versión de que el sistema está en regresión, no me gusta, porque veo muchos datos de pensamiento contrario a eso.

D. Panario - Pero, parece que estamos en un diálogo de sordos. Yo estoy diciendo que el sistema está en regresión en algunos sectores que han sido afectados muy fuertemente por algunas acciones y que como es una zona muy amplia la relacionada con ese sector, abarca una buena parte del departamento de Rocha. Y eso, digamos, cuando la playa de la Ensenada del cabo Polonio, con sedimentos que datan de hace 5.000 años, está en retroceso desde el 70, una barranca que se viene para atrás, para atrás, para atrás sistemáticamente, es que yo no tengo duda de que ahí hay un déficit provocado por el funcionamiento general del sistema por muchos kilómetros y que avanza con distinto ritmo según ciclos periódicos.

Ahora, en otros casos efectivamente estaban, digamos, se hicieron edificaciones dentro de las fluctuaciones esas de que yo te hablaba, de que yo espero de que son dependientes de ciertos ciclos climáticos, como hipótesis de trabajo, pero cuando llega a una defensa, digamos alguien hizo una casa, estableció una defensa, la fortificó, bueno, hay un cambio de proceso. Entonces, ya el ciclo no se vuelve a producir, más bien tiene tendencia a automantenerse por la defensa y después agarra la defensa siguiente y digamos, se mantiene por una acción muy severa producida por efecto de toda una barrera de defensas que se va estableciendo cuando se producen desastres.

Lo que yo te quiero decir, yo no quería hablar de efectos generalizados porque creo que el sistema está muy al borde, muy próximo al equilibrio pero que hay acciones que son puntuales pero que de repente abarcan 20 km de costa, entonces es mucho. Pero yo no discrepo con la posición de él y en todo caso tampoco con la tuya en cuanto a que está prácticamente en equilibrio, sólo que hay acciones desequilibrantes en algunos puntos.

Milton dice que ahora está acreciendo la playa, pero yo recuerdo antes de que se tomaran esas acciones puntuales, cómo estaba retrocediendo también, o sea, estamos muy en el límite. Como en el caso de Costa Azul (Canelones) lo tengo documentado, con el perfil medido año por año, y efectivamente estaba muy ahí.

La propuesta de los ingenieros en ese momento era hacer espigones en Costa Azul (Canelones); si los hubieran hecho, Costa Azul no se hubiera recuperado. Logramos antes de que se pusieran los espigones, que se empezara la recuperación del sistema sólo con impedir la sacada de arena.

Y no es una situación generalizada donde se produjo un déficit generalizado en toda la costa y quedó toda la costa en erosión. Yo no dije eso. Dije, hay una cantidad de acciones puntuales que están en gran parte de la costa, que son distintas pero que producen erosión digamos. Ve a ver en Aguas Dulces cayeron en el orden de seis, siete filas de casas. Estaban dentro de las fluctuaciones normales del mar, sin duda, pero no de las fluctuaciones en este período; en el período más largo hubiera llegado igual tal vez. Lo que pasa es que al llegar a la primer casa, después llega a la segunda, a la tercera, a la cuarta, que se produce el efecto dominó.

J. Hernández - Montaña había pedido la palabra.

J. Montaña - Lo que quería decir es que en todo esto no se ha tenido en cuenta la disposición de la costa frente a los diferentes vientos dominantes. Teniendo en cuenta que estamos en la margen norte del Río de la Plata, teniendo en cuenta también que el viento más importante es el del SW, de tal forma que los trenes de olas que llegan a nuestra costa, van a llevar prácticamente toda la arena hacia afuera.

Por otro lado, si tenemos en cuenta el tren de ola generado por el viento del Este, estamos teniendo una erosión puntual en determinados puntos y una acreción puntual de la costa. Uno de los sitios que más hablan son estos arcos de playa que están frente al oleaje proveniente del E y del SE. Además tenemos el viento del SW que produce oleaje en este sentido perdiendo arena hacia afuera del Río de la Plata y tenemos enorme cantidad de agua con sedimentos en suspensión, abriéndose aquí; a partir de todas las puntas se ven las aguas con abundante sedimento en suspensión yendo hacia afuera; y en estos lugares el oleaje producido por el viento del E y del SE se están erosionando y acrecionando detrás de las puntas. Acrecionan aquí y erosionan aquí. El viento del SW erosiona aquí y acreciona hacia afuera y elimina la arena.

Por otro lado, gran parte de la arena transportada que llega a la playa por el viento del SW se va continente adentro. Una parte de esas se recicla y esa vuelve a las playas por cursos de agua, pero la mayoría va cayendo dentro de las lagunas, las cuales van quedando cada vez más someras. Las flechas de las lagunas se han ido generando por la deriva y sobre todo, la flecha de laguna Garzón que produce el Brazo Largo.

Entonces yo creo que hay que tener en cuenta fundamentalmente la disposición de nuestra costa frente a los vientos dominantes, dado que lo que nosotros vemos es una erosión histórica y acreciones puntuales e instantáneas que van a cambiar de acuerdo a los cambios de clima que existan.

D. Panario - Yo tengo que agregar que coincidimos cien por ciento. El hecho de que se cierre una barra implica que hay arena suficiente pero no implica que esa zona no esté eventualmente en retroceso y la barra va retrocediendo y se sigue cerrando. En los hechos tenemos varios ejemplos de eso, pero yo te diría, una playa en erosión, igual genera durante un período prolongado del año una berma, esa berma después se va al diablo; en otro período después la vuelve a generar. No es un proceso continuo, sino que digamos es un proceso con fluctuaciones que en muchos lugares implica que en cada nueva fluctuación va un poco más atrás.

Ahora, en verano más o menos se han recuperado todas las playas, se han cerrado más o menos todas las barras, etc. Es que en algunos casos, en algunas barras y en algunas playas, el proceso en invierno va a llevar todo el frente un poquito más atrás. Pero la barra se cierra igual. Lo que yo digo no implica que no se cierre la barra y que tenga erosión ¿verdad? Es decir, las erosiones causales no son tan determinantes.

O. De Feo - No soy un experto en la materia pero trabajo en recursos bentónicos, en recursos sésiles, en recursos sedentarios y yo pienso igual que el profesor Panario en el sentido que una globalización, hablar de que el sistema está intervenido, está sujeto a erosión, hablar en forma global es muy peligroso.

A mí me dicen: "generalice, los recursos bentónicos de todo el país, ¿están sobreexplotados o no?" Digo, "no, porque hay un problema de escala de por medio, hay un fenómeno de escala espacial que se está tratando trabajando a micro, meso y macroescala". Entonces los procesos y los patrones que explican esos procesos son diferentes según la escala que estemos mirando.

A mí me preguntan: "¿el canal Andreoni está perturbando toda la situación de la playa de La Coronilla - Barra de Chuy" Y yo le voy a responder: "mire hay un proceso en acción cercano al canal Andreoni hasta determinados kilómetros, después no". ¿Qué zona, qué procesos, cuáles son los factores predominantes? Son diferentes según la escala en que estemos mirando. Él está mirando en una escala menor en algunos procesos y ve resultados diferentes, que a mi gusto, implican que para este tipo de sistemas estáticos en este sentido que no son especies móviles como los recursos que yo manejo, necesariamente impliquen una visión en mosaico del sistema costero. Y si a eso le agregamos que hay situaciones disímiles de ordenación costera, donde hay un manejo medianamente exitoso y hay un desmanejo en otras zonas, con más razón ello implica que se miren las cosas en forma discretizada.

M. Losada - Lo que estás diciendo no tiene nada en contra de lo que yo estoy preguntando a Daniel y a Milton. Simplemente lo que yo estoy tratando de ver es tratar de evitar que cosas muy puntuales nos cieguen y no nos dejen ver lo que realmente está ocurriendo. Los asuntos puntuales son buenísimos porque muchas veces te dan la información necesaria para entender cómo se desencadena el proceso.

Pero yo ahí tengo unas fotografías que son de libros, que me están diciendo la orientación general y resultante general del oleaje. Montaña nos ha descrito perfectamente cómo vienen los oleajes de todas las direcciones y cómo transportan los sedimentos. Pero el saldo de cada lugar en los últimos cincuenta años, con esa figura, yo lo dibujo; la resultante media anual del oleaje es la perpendicular a cada uno de los arcos, y no necesito entender que en invierno me vienen olas del SW y en verano del NE, que me cambien para aquí, que me cambien para allá, porque globalmente la figura me lo está diciendo.

A partir de ahí, me pongo a hacer el análisis que hace él. Ahora voy a ver por qué me crece la barra en un sentido o me crece en el otro; en algunos años, por qué la barra aquí se me puede retroceder y aquí se me está adelantando, pero se tiene una visión inicial, sé que tengo unos dos puntos duros llenos hasta la cabeza y que la resultante media anual es esta, y a partir de ahí empiezo a mirar el análisis discreto. Pero no quiero empezar a mirar, si la barra Garzón el año pasado fue para atrás, el año pasado vino para adelante, el otro hizo no sé qué, porque lo único que hace es que al final me confunde, porque es una excesiva información.

Por eso cuando Montaña ha descrito lo que estaba pasando, digo perfecto, pero la resultante media anual ya sé cuál es. Ahora puedo analizar los casos que nos han descrito. Podemos analizar si las dunas aportan más o aportan menos. Podemos analizar si un punto duro localmente va más o menos, porque sabemos la tendencia general del sistema hacia dónde va. Como los dos expositores tenían algunas cosas que no eran comunes, yo lo que he tratado es exponer eso para llegar a un punto que es el único común: cuál es el resultado general de todo el proceso y si en ese estamos de acuerdo, luego podemos analizar con mucho cuidado las oscilaciones pero cuando cada uno

empecemos con nuestras propias acreditaciones: Daniel cuenta su problema, el otro cuenta su problema, yo cuento mi problema, al final todos acabamos como jaula de leones porque todos tenemos razón en lo que queremos decir. Pero el problema es el tema global para luego analizar el problema local.

O. De Feo - Es una visión de escala.

M. Losada - Exactamente. Entonces en esas exposiciones nos han dado dos componentes de pequeña escala y de gran escala, y en la gran escala había cierta contradicción, es lo que yo trato de poner en manifiesto.

G. Nagy - De todo lo que escuché desde que empezó Milton, siguiendo Daniel, las intervenciones de él, de Walter, de Omar, creo que hay mucha coincidencia en cuanto a que hay una situación de un desmanejo. Si uno hace análisis a determinados términos que se han empleado, la pregunta es, que quizás se la podría haber hecho a Panario ¿Y si no hubiera habido esas malas acciones del hombre, cuál sería la situación? Yo creo que la respuesta sería la del equilibrio. Lo que pasa es que capaz que uno también tiene miedo de ir demasiado hacia el equilibrio porque si aquí en este perfil yo digo que estamos en equilibrio, lo más probable es que no hagamos nada.

D. Panario - Pero en eso estamos de acuerdo todos. Que la tendencia, sin gestión equivocada, es de equilibrio, estamos todos de acuerdo. Inclusive en muchos casos acrecientes, eso también.

M. Losada - Nos queda una pregunta que es muy importante. ¿De dónde sale el sedimento?

G. Nagy - Esa es la gran pregunta.

M. Losada - Ese es el siguiente paso, ¿de dónde sale el sedimento?

J. Montaña - Hay análisis de las arenas que están indicando que gran parte de estas arenas provienen de la Patagonia por las corrientes desde el Atlántico hacia el Norte; tienen abundantes líticos y fundamentalmente arenas mecánicas a escala fósil, son todos elementos que vienen de los volcanes patagónicos de la cadena andina, y de grandes cantidades de sedimentos.

M. Losada - Esa hipótesis desde un principio yo creo que no es buena.

J. Montaña - Por un lado eso y por otro lado, la gran cantidad de arena que aporta el sistema río Paraná, río Uruguay.

M. Losada - Entonces ¿por qué las arenas son gruesas, poco redondeadas? Quiere decir que no se han movido, son locales.

D. Panario - Por supuesto.

M. Losada - En buena parte del sistema son locales.

D. Panario - Pero el Paraná y el Uruguay no llegan hasta aquí trayendo actualmente materiales. Estamos todos locos.

J. Montaña - La arena gruesa que queda ahí es un remanente de la acción eólica porque el viento no puede llevarse la arena gruesa, se lleva toda la arena fina hacia el interior, pasa al interior del continente toda la arena fina, muy fina y arena media y va quedando arena gruesa, arena muy gruesa y gravilla.

M. Losada - ¿Quién trae la arena en su conjunto a la orilla de la playa? Porque lo que me están explicando es que el viento saca la parte fina hacia el continente. De acuerdo. Pero, ¿quién trae la arena en su conjunto al borde de playa para constituir la forma del litoral? Y esa arena es gruesa en su mayor parte. Lo que yo vi ayer era bastante gruesa, poco redondeada, es decir poco de afuera, hasta muy local, por tanto el transporte es muy local; y poco madura, lo que quiere decir que es una arena local, que el mayor aporte de arena es de arena local.

J. Montaña - Puede venir del granito Garzón, que está prácticamente al norte de la laguna Garzón; es uno de los más antiguos de la costa.

M. Losada - Es que eso nos cambia mucho la impresión que las arenas puedan venir de los ríos Paraná, Uruguay; sino que la mayor parte del sedimento es un sedimento de origen local.

M. Jackson - Cada arco es una provincia sedimentológica.

M. Losada - Estoy de acuerdo con eso. Eso me encaja con el sedimento que veo.

A. Díaz - Yo voy a hacer un comentario mío de cierre, que es a favor de la discusión científica. Hay que reconocer que hacía mucho que no se discutía esto y que todos tenemos muchas ganas de decir muchas cosas y eso me alegra porque quiere decir que la instancia, desde el punto de vista técnico- científico es extraordinariamente provechosa. Así que les agradezco a todos.