



DE MARZO DE 2019 SOBRE LA BATERÍA DE JESÚS O DEL MEDIO, BAHÍA DE MALDONADO.

Maldonado, 04 de Mayo de 2019.

Rocha Ruta 9 y ruta 15 Tel.: 44727001 secretaria@cure.edu.uy

Maldonado Tacuarembó entre Av. Artigas y Aparicio Saravia. Tel.: 42255326/ 4223 6595/ 42246723 secretaria-maldonado@cure.edu.uy





PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE ESTE INFORME, DE FORMA HONORARIA:

Prof. Dr. Rodrigo de Oliveira Torres

Programa de Arqueología Marítima y Subacuática (PROMARS-CIPAC-CURE)

Laboratorio de Análisis Fotogramétrica (LAF-CURE)

PDU Centro de Investigaciones del Patrimonio Costero (CIPAC-CURE)

Prof. Lic. Marcela Caporale

Centro Interdisciplinario de Manejo Costero Integrado del Cono Sur (CIMCISur-CURE)

Dra. Samila Pereira Ferreira

Laboratorio de Conservación de Bienes Culturales (LAC-CIPAC-CURE)

PDU Centro de Investigaciones del Patrimonio Costero (CIPAC-CURE)

PARA CITAR ESTE INFORME:

TORRES, R.; CAPORALE, M; FERREIRA, S. (2019) Informe sobre los Impactos de la Tormenta de 24 a 29 de Marzo de 2019 sobre la Batería de Jesús o del Medio, Bahía De Maldonado. Centro Universitario Regional del Este, Maldonado, Uruguay.





INFORME SOBRE LOS IMPACTOS DE LA TORMENTA DE 24 PARA 25 DE MARZO DE 2019 SOBRE LA BATERÍA DE JESÚS O DEL MEDIO, BAHÍA DE MALDONADO.

1. PROBLEMA

Situación vulnerable de la estructura de la Batería, ante a los eventos erosivos de tormenta en la Bahía de Maldonado. Medidas de protección provisionales.

2. ANTECEDENTES

<u>1984:</u> Designación de la batería de Jesús o del Medio como Monumento Histórico Nacional (Resolución 1238/1984 n. 8).

<u>1991</u>: Antecedentes de investigaciones arqueológicas en el marco del "Programa de Recuperación y Puesta en Valor de los Bienes Histórico-Culturales de la Bahía de Maldonado (1991-2000)" (MEC – Comisión del Patrimonio Histórico, Artístico y Cultural de la Nación – CNA).

<u>1999</u>: Primer proyecto de "Rescate de la Batería de Jesús, Dept^o de Maldonado" (Comisión Nacional de Arqueología – MEC - Intendencia de Maldonado). Etapa de Diagnóstico.

<u>2007 y 2008</u>: Informes del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniaría Ambiental sobre la "Caracterización General de la Costa del Departamento de Maldonado" y "Afectaciones sobre la Costa del Puerto Proyectado en Punta Chileno", en el marco del convenio "Estudio de Problemas Costeros", firmado entre la Intendencia de Maldonado y la Facultad de Ingeniaría de la UdelaR.

<u>2008</u>: "Anteproyecto Traslado de la Batería de Jesús" de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FHCE-UdelaR).

<u>2015</u>: Informe del Departamento de Arqueología de la CPCN con "Relevamiento de sitios arqueológicos en la Bahía de Maldonado en el marco del Inventario Nacional de sitios Arqueológico. Baterías de la Costa de Maldonado" (Exp.: 2015-11-0008-0234).

www.cure.edu.uy

CURE Centro Universitario Regional del Este



<u>2017</u>: Nuevo informe del Departamento de Arqueología de la CPCN ampliando y sugiriendo medidas para la recuperación y puesta en valor de la batería, con antecedentes en el "Programa de Recuperación y Puesta en Valor..." (1991) y en el "Anteproyecto de Traslado..." (2008) FHCE-UdelaR.

<u>2017</u>: Propuesta de Convenio MEC/CPCN - IDM, con fondos de la CPCN para proyecto de remoción, conservación y puesta en valor del monumento, el cual resultó infructífero.

Mayo de 2018: IDM decide la instalación de geotubos en la batería del Medio, como medida de protección costera para el monumento histórico, en el marco del "Plan Integral de Recuperación de Costas" (IDM) (Anexo 1).

Octubre de 2018: colocación de los geotubos en la batería del Medio, sin Estudio de Afectación Arqueológica pedido por DINAMA.

Marzo de 2019: La tormenta que impactó las costas del departamento entre los días 24 y 29 exponen severamente la batería del Medio. Investigadores del CIPAC y del MCIsur (CURE) informan de esta situación a las autoridades departamentales (Dirección de Cultura y Dirección de Medio Ambiente) y nacionales (Departamento de Arqueología CPCN).

<u>3 de Abril de 2019</u>: Reunión en la sede de la IDM, con representantes de la Dirección de Medio Ambiente, Dirección de Cultura e investigadores del CURE Maldonado, a los efectos de evaluar la situación del monumento histórico.

<u>4 de Abril de 2019</u>: Oficio n. 907/19 de la Dirección de Cultura de la IDM solicita al Director Local CURE Maldonado colaboración a los efectos de tomar las medidas provisionales de protección del bien histórico (Exp. CURE: 301140-000048-19).

3. TORMENTA DEL 24 A 29 DE MARZO DE 2019. CONDICIONES SINÓPTICAS

En el 24/03, a las 14:00h, el Instituto Uruguayo de meteorología emitió Alerta Meteorológica nivel amarillo para la Región Este, con probabilidad superior a 75% de vientos fuertes y persistentes, debido a la profundización de una depresión atmosférica sobre el sur del territorio, generando vientos sostenidos de entre 40 a 60 km/h, con rachas superiores (INUMET - Alerta Meteorológica 24/03/2019) (Figura 1).



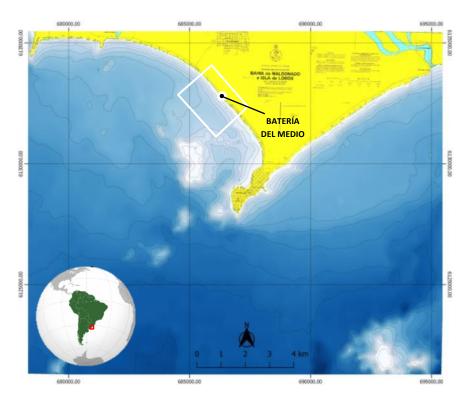


Figura 1: Area de estudio.

De hecho, la reanálisis de las condiciones sinópticas con base en el modelo COLA/IGES¹, demuestra que a las 21h² del 23/03 la depresión (1005 mbar) se encontraba sobre el océano al largo de la región NE argentina, con vientos del N sobre la región de estudio (Anexo 2). A las 15h del 24/04, la depresión se había profundizado con características de ciclón extra-tropical (990 mbar), y se encontraba en el océano al largo del Río de la Plata (44°S - 57°W), con vientos del SW atingiendo la región de estudio (Figura 2). Al largo de los días 25 y 26/04, mientras la depresión ciclónica se movía hacia el ENE y posteriormente SSE en cuanta se afataba del continente, una nueva masa de aire frío anticiclónica avanzaba por sobre la región sur del continente, formando una pista de intensos vientos (~70 km/h) incidentes en el área de estudio por el SSE (Figuras 3 y 4).

¹ Base de datos de reanálise: National Centers for Environmental Prediction - NCEP e National Center for Atmospheric Research - NCAR (http://www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis/reanalysis.shtml)) (Kalnay et al. 1996). Modelo GrADS COLA/IGES.

² En el texto se utiliza hora local del Uruguay, mientras el modelo utiliza hora GMT. Para hora local disminuir 3h.



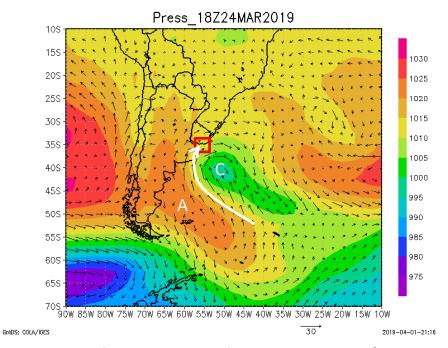


Figura 2: Condiciones de presión y viento en el Atlántico sudoeste en el 24/03 a las 15h (hora local). Intensificación de la depresión atmosférica. C – vórtice ciclónico, A – vórtice anticiclónico, flecha blanca indica la pista de viento. Área de estudio marcada en rojo.

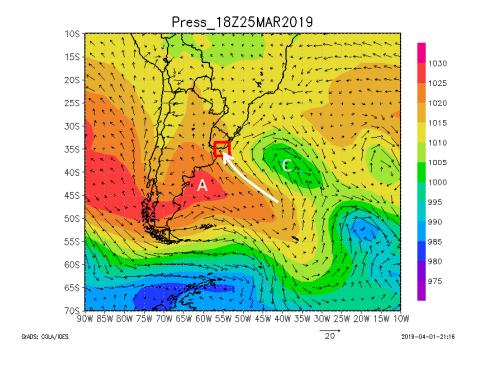


Figura 3: Condiciones de presión y viento en el Atlántico sudoeste en el 25/03 a las 15h (hora local). Avance del anticiclón e desplazamiento de la depresión atmosférica. C – vórtice ciclónico, A – vórtice anticiclónico, flecha blanca indica la pista de viento. Área de estudio marcada en rojo.





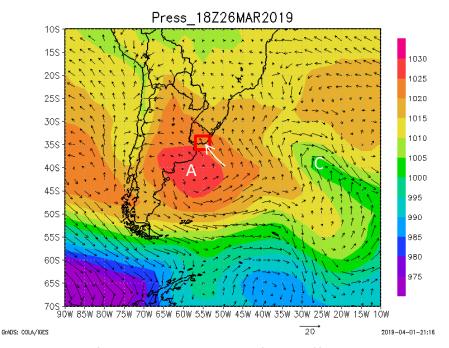


Figura 4: Desplazamiento y enflaquecimiento de la depresión atmosférica hacia el SE y dominancia de la masa de aire anticiclónica con vientos del SE atingiendo el área de estudio (26/04 15h). C – vórtice ciclónico, A – vórtice anticiclónico, flecha blanca indica dirección del viento sobre el área de estudio.

Con el avance de la masa de aire frío anticiclónica por sobre el borde oriental del continente entre los días 27, 28 y 29/03, los vientos intensos del SE a los pocos ganaron la componente de E y ENE, en la medida en que se intensifica la dominancia del centro de alta presión sobre el área de estudio.

La evolución del sistema sinóptico observado entre os días 24 y 29 de marzo de 2019 es típico y está bien caracterizado en la literatura para el Río de la Plata desde al menos mediados de la década de 1950 (Santoro, 2011). En esencia, la formación de una depresión atmosférica sobre el borde oriental del continente entre latitudes de 40° a 45°S, se intensifica en la medida que avanza en trayectoria SW-NE hacia el océano en frente al Río de la Plata, asumiendo características de ciclón extra-tropical. Cuando acompañado por el desprendimiento de masas de aire frío desde el anticiclón semipermanente del Pacífico, avanzando desde el sur, hay la formación de significativos gradientes de presión atmosférica, responsables por la formación de pistas de vientos intensos del cuadrante sur. Esta condición sinóptica es comúnmente responsable por la formación de las intensas sudestadas (vientos de SE) y de los pamperos (vientos de SW) que atingen la región de estudio, y pueden ser previstas por los modelos numéricos con 5 a 3 días de antelación. Otros factores, sin embargo, pueden influenciar la evolución de las condiciones sinópticas





en el Atlántico sudoeste, como las condiciones de temperatura superficial del mar (TSM) y de las masas de agua al largo en la Convergencia Brasil-Malvinas.

Con base en el examen de las condiciones sinópticas de la tormenta, verificamos que la región de estudio estuve afectada por vientos intensos del cuadrante S (SW, S y SE), con velocidades entre los 40 y 70 km/h por cerca de 48h. Con efecto, la formación y persistencia de extensas pista de viento del cuadrante S incidente sobre la región, generan el arrastre de agua hacia la costa, con la consecuente elevación del nivel del mar y la formación de olas de tormenta. De estas condiciones resulta la movilización de grande cantidad de sedimento en las playas referidas, cuyos efectos locales dependerán de las características batimétricas, morfológicas y de intervención antrópica verificados en el ambiente afectado. Este evento de interacción océano-atmosfera, conocido como *marea meteorológica*, es largamente descrito en la literatura especializada para el Atlántico suroeste (Gan y Rao, 1991; Simmonds & Keay 2000b; Simmonds & Keay 2000a; Lim & Simmonds 2007; Pezza et al. 2008; Machado et al. 2010; Santoro, 2011; Machado & Calliari, 2016).

4. EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD LA BATERÍA POS TORMENTA

La exposición de la Batería fue primeramente verificada en el día 30/03/2019, por medio de visita realizada por la arqueóloga del CURE Lic. Marcela Caporale (CMCIsur-CURE). En el día 02/04/2019 docentes del CIPAC pudieron ir a la batería para la realización de mapeo digital tridimensional fotogramétrico (Figura 5).



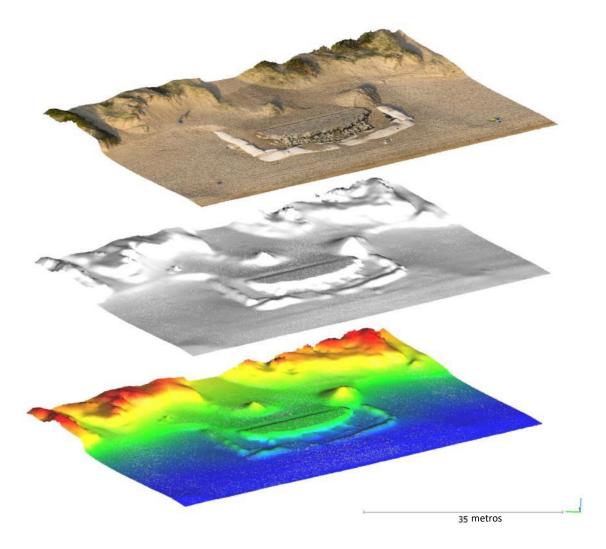


Figura 5: Mapeo digital fotogramétrico del 02 de abril de 2019.

Los resultados del mapeo fotogramétrico discutidos en este apartado fueron producidos con base en relevamientos aéreos realizados por el equipo del CIPAC en 16/11/2017, 02/04/2019, 10/04/2019, 12/04/2019, 16/07/2019, con el empleo de un drón Mavic 2 PRO. Las imágenes fueron guardadas en formato .DNG y procesadas en el programa Agisoft PhotoScan (v. 1.4.0.5650). Las análisis fueron realizadas en los programas CloudCompare (v. 2.10.1) y QGIS (v. 3.6.1).

En el mismo se observa lo que se entiende podrías ser las escarpas erosivas dejadas por la subida del mar durante la referida tormenta, notándose que el nivel del agua había subido aproximadamente 3 metros por efecto de la marea meteorológica, en relación al nivel encontrado en el día 02/04 (Figura 6).





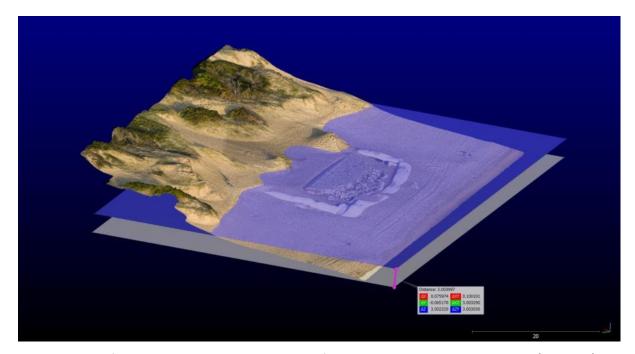


Figura 6: Variación del nivel del agua entre el nivel máximo alcanzado durante la tormenta (plan azul) y el nivel observado en el día 02 de abril (plan gris).

Durante la tormenta, gran cantidad de sedimento fue movilizado en función de la acción de las olas incidentes, que tienden a retirar arena del pos-playa en el entorno de la batería, depositándola en la zona de ante-playa interna, formando bancos arenosos longitudinales en la porción subacuática de la playa (Figura 7). La comparación del mapeo fotogramétrico realizado en 16/11/2017³ con el de 02/04/2019 indica una variación vertical en el paquete sedimentar de cerca de 0,75 m en el flanco NW de la batería, y de cerca de 0,40 m en su flanco SE (Figuras 8 y 9).

³ Relevamiento aéreo y modelación fotogramétrica realizados en colaboración entre investigadores del Centro de Investigaciones del Patrimonio Costero y técnicas del Departamento de Arqueología de la Comisión del Patrimonio Cultural de la Nación en el marco Inventario Nacional de Sitios Arqueológicos (Departamento de Arqueología - CPCN).







Figura 7: Vista aérea de la Playa Mansa hacia la península, una semana después de la tormenta de los días 24 a 25 de marzo.

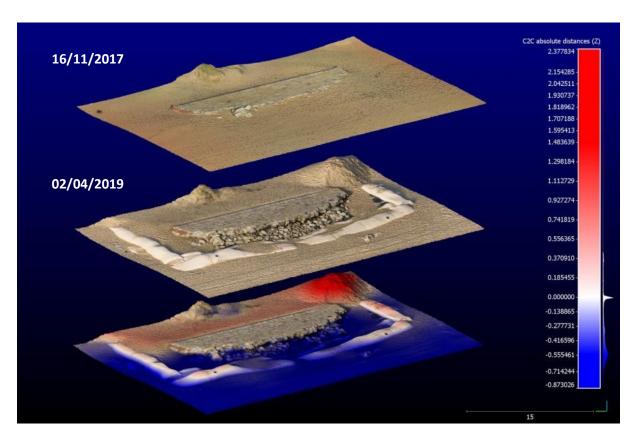


Figura 8: Variaciones en la capa sedimentar entre los días 16/11/2017 y 02/04/2019. Rojo para variaciones positivas y azul para negativas. En la derecha, escala de variaciones (metros).





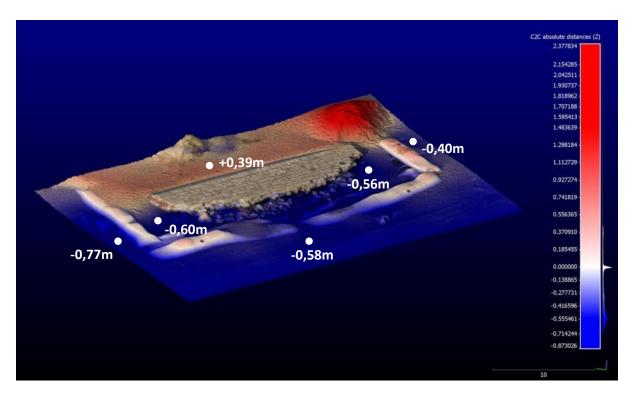


Figura 9: Variaciones verticales en la capa sedimentar entre los días 16/11/2017 y 02/04/2019. Rojo para variaciones positivas y azul para negativas. En la derecha, escala de variaciones verticales en metros.

Nuevos relevamientos fotogramétricos realizados en los días 10 y 12 de abril están permitiendo observar la recuperación de la capa de sedimentos pos tormenta y la influencia de los geotubos en el entorno da batería. En la figura 10 se ven los resultados de los relevamientos de 02/04 y 12/04, y abajo el modelo de 12/04 con las variaciones en la capa sedimentar verificadas entre las dos fechas. Las variaciones están identificadas por colores, siendo las variaciones positivas en rojo (ganancia de sedimento) y las negativas en azul (pérdida de sedimento). Se nota que en este período hubo un pequeño aumento de sedimento en el perfil de la playa a la altura de la batería (faja rosa), que se entiende predominantemente de origen eólica, pero sigue en pérdida la zona de barrido del mar (faja azul) (Figura 11).





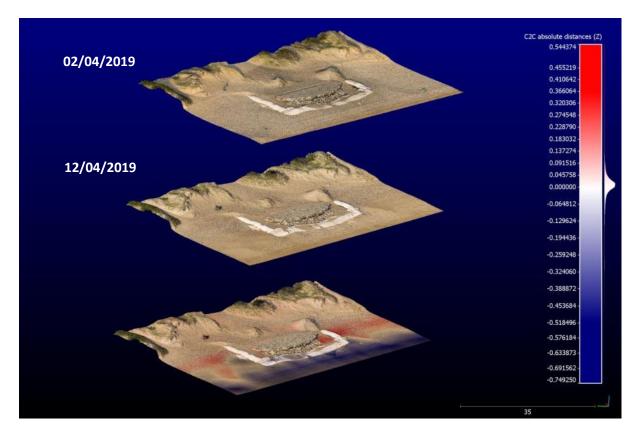


Figura 10: Variaciones verticales en la capa sedimentar entre los días 02 y 12/04. Rojo para variaciones positivas y azul para negativas. En la derecha, escala de variaciones en metros.





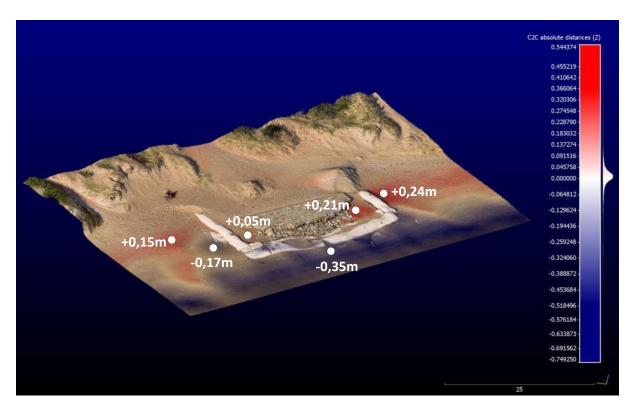


Figura 11: Variaciones verticales en la capa sedimentar entre los días 02/04 y 12/04/2019. Rojo para variaciones positivas y azul para negativas. En la derecha, escala de variaciones verticales en metros.

A continuación, presentamos un relevamiento fotográfico del estado actual de la batería, con la identificación de las zonas más vulnerables, y que necesitan la atención de medidas urgentes (Figura 12).







Figura 12: Imagen de la batería con la indicación de las zonas críticas de vulnerabilidad.

ZONA A

En esta zona el piso de la batería se ha quedado en suspenso con la pérdida de arena pos tormenta. Se observa además, desde 2017, la fragmentación de los ladrillos rojos en el contorno de la esquina trasera. En la parte frontal de esta zona se ha notada la fragmentación de un grande bloque entre 2017 y 2019 (Figuras 13 y 14).









Figura 13: Situación actual de la batería, flanco NW.















Figura 14: Situación actual de la batería, flanco NW (ZONA A).





ZONA B

Esta zona incluye parte del tramo frontal del monumento. En esta zona se verificó el desmembramiento y fragmentación de bloques, movimientos, fisuras y socavación en su parte inferior (Figura 15).







Figura 15: Situación actual de la batería, flanco frontal (ZONA B).

ZONA C

En esta zona se verificó el desmembramiento de bloques, movimiento y desplazamiento de ladrillos, y socavación, dejando en suspenso parte de la estructura (Figura 16).









Figura 16: Situación actual de la batería, flanco SE (ZONA C).

5. DISCUSIÓN

En el informe producido por la Facultad de Ingeniaría (IMFIA-Fing-UdelaR) en el marco del convenio celebrado con la intendencia Departamental de Maldonado (UdelaR-





IDM), titulado "Caracterización general de la costa del departamento de Maldonado" de 2008, los autores presentaron una caracterización de la costas del departamento, con el objetivo de brindar elementos para una gestión sustentable de la zona costera. El estudio se concentra en el análisis de las variables físicas y las características geomorfológicas del litoral departamental, así como en proyecciones de mediano y largo plazo de la estabilidad de sus distintos subsistemas. Para esto los autores se basaron en la recopilación de amplia información antecedente y la generación de información técnica complementaria (Teixeira el at 2008: 7).

En el estudio, la bahía de Maldonado es describe como parte de un *tramo de transición* entre el ambiente geomorfológico atlántico y el más propiamente estuarino. Segundo a esta caracterización, el tramo que se extiende desde Punta Ballena a Punta del Este, incluyendo la Isla Gorriti, puede ser considerado como un arco de playa encajada y una unidad fisiográfica. Para el análisis de largo plazo de la estabilidad morfológica en planta del arco playal de la bahía de Maldonado, los autores utilizaron el método de la parábola de equilibrio, como indicador de la tendencia potencial de la costa. Tratase de un modelo de ajuste para la determinación de la curva de equilibrio estático de la costa, es decir, "[...] *la curva a la cual tendría la costa en caso de que el transporte sedimentar en el tramo fuera nulo* [...] *si se consideran las zonas fijas en la costa (cabos o puntas rocosas o extremos de escolleras o diques), y la dirección de la resultante de la energía de las olas, la forma de equilibrio estático de la playa responde a la ecuación de una parábola* [...]" (Teixeira et al, 2008: 64-65).

Los autores concluirán con base en la aplicación del método, que la bahía de Maldonado se encuentra cerca del equilibrio estático, o sea, en equilibrio entre los principales forzantes físicos que actúan sobre la costa, principalmente el oleaje y la forma que ha adquirido el arco playal, por lo tanto sin tendencias de retroceso o pérdida de playa al largo plazo, con el transporte neto de sedimentos en el arco estimado en cero o muy cercano a cero (Teixeira et al, 2007, 2008). Los autores observaron, sin embargo, que en el caso específico de la bahía de Maldonado la presencia de la isla Gorriti, de la punta del Este y, en menor medida de la punta del Chileno, dificultan el empleo del método de la parábola de equilibrio: "Si bien la mayor parte del tramo es controlado en su forma por la isla Gorriti y la difracción del oleaje en ella, la parte situada más al este queda protegida por la punta del





Este [...] al Oeste de la punta del Chileno, la presencia de ésta también condiciona en alguna medida la forma de ese último arco." (Teixeira et al 2008: 71).

En las simulaciones de ajuste de la parábola de equilibrio para el arco playal de la bahía, los autores utilizaron en primer lugar como punto de difracción del oleaje la punta NW de la isla Gorriti, y después la punta del Este, asumiendo que la resultante de la media anual de la energía incidente é proveniente del sur (S6°E) (Figura 17). Del ajuste de las parábolas de equilibrio, y levándose en cuenta a los puntos de difracción mencionados, los autores encuentran que las curvas de equilibrio estático coinciden en su mayor parte con el perfil teórico de la parábola de equilibrio estático, <u>salvo en algunos tramos, como la parte inicial de curva de la punta NW de la isla y la parte distal de la curva de punta de Este</u>.





Figura 17: Resultados de las simulaciones de curva de equilibrio, a la izquierda con el punto de difracción posicionado a NW de la isla Gorriti, y a la derecha, en la punta del Este (modificado de Teixeira et al 2007: 21-22).

Los autores justifican afirmando que la presencia de la isla Gorriti, de las puntas del Este y del Chileno dificultan el empleo del método (Teixeira et al 2007: XXX). De hecho, este tramo coincide con el entorno de localización de la batería del Medio y de aplicación del proyecto de contención por geotubos (Figura 18).



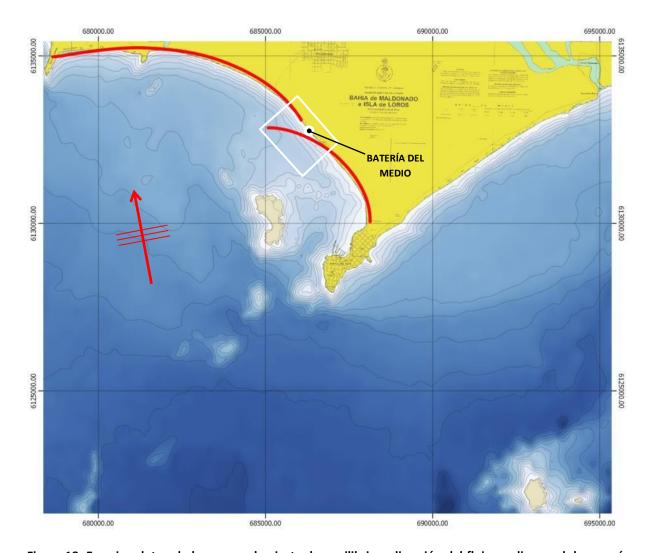


Figura 18: En rojo, ploteo de las curvas de ajuste de equilibrio y dirección del flujo medio anual de energía por oleaje incidente (modificado de Teixeira et al 2007: 11, 21-22). En detalle la ubicación de la batería, justamente en el punto de no convergencia entre curvas de equilibrio.

Apuntan los autores que además de las consideraciones de equilibrio de largo plazo, a lo mediano y corto plazo otros fenómenos costeros de orden ambiental y/o antrópica pueden afectar la estabilidad de sus playas, entre los cuales:

- a. Eventos marinos-atmosféricos de alta energía (mareas meteorológicas);
- b. Fenómenos climatológicos de meso escala y resultantes del cambio climático;
- c. Fuerte urbanización y presión inmobiliaria;
- d. Intervenciones antrópicas, en particular en la ruta costanera, afectando de forma substancial la línea de playa y su cordón dunar.





Es entendido que la capacidad de respuesta del sistema costero frente a situaciones de tormenta o condiciones de alta energía, es directamente proporcional a la calidad de su campo de dunas (Teixeira et al 2008: 91):

"Él cordón dunar es de vital importancia en la adaptación del perfil de playa frente a las tormentas. La duna funciona como fuente de sedimento para la formación de barras arenosas subacuáticas durante a los eventos de tormenta, trabajando para la recuperación del equilibrio del sistema por medio de la disipación de la energía del oleaje incidente, y por lo tanto la principal fuente de estabilidad de las playas en el corto y mediano plazo. Cualquier intervención que afecte esa función tiene inevitables consecuencias sobre la playa."

En base a observaciones visuales y de relevamiento realizados por el CIPAC desde 2017, ha indicaciones de que la localización de la batería del Medio coincide con una zona de transición entre estadios morfodinámicos en el arco playal estudiado. Este argumento está en línea con los argumentos generales planteados en Teixeira et al (2007: 14-15; 2008: 61), donde se observa que los tamaños granulométricos medios presentan tendencia creciente de Oeste hacia el Este en la costa del departamento, como reflejo de la energía incidente de oleaje más alta hacia el Este. Pero, sin embargo, en el arco playal de la bahía de Maldonado esta tendencia está invertida, ya que los sedimentos en el tramo de la playa al NW de las Delicias posé granulometría de más gruesa - reflejo de la exposición a condiciones de alta energía del cuadrante S en la rada de la boca Grande, en cuanto se disminuye la granulometría media de los sedimentos hacia el ESE de las Delícias, dado el cambio en la orientación de la línea de costa y a los efectos de la protección brindada por la isla Gorriti (Figura 19).

Además, tenemos en esta zona intermedia entre el canal de la boca Chica y la rada de la boca Grande un fondo de batimetría irregular, cuya influencia en la propagación del oleaje y, por supuesto, en la distribución de la energía del oleaje de fondo en los distintos tramos da costa, necesita ser mejor comprendida (ver Figura 14).

Rocha

Ruta 9 y ruta 15 Tel.: 44727001

secretaria@cure.edu.uy





12/04/2019_ESE



12/04/2019_NW



17/04/2019 ESE



17/04/2019_NW



20/04/2019_ESE



20/04/2019 NW



Figura 19: Vista aérea del arco playal de la bahía de Maldonado a partir de la batería en distintos momentos después de la tormenta de los días 24 y 25/03/2019.

Dadas las características de ambiente sedimentar altamente dinámico presentes en la bahía de Maldonado, es sumamente importante el empleo de técnicas observacionales y de monitoreo sistemático, capaces de brindar informaciones sobre estado del sistema costero en distintas escalas. Como sugiere el informe presentado por el IMFIA "Caracterización de la costa de Maldonado" (Teixeira et al. 2008): "La comprensión de la





morfodinámica costera en general y de la costa del departamento de Maldonado en particular, depende en grande medida de la capacidad de obtener datos en condiciones naturales. Es por esto que se sugiere un programa de monitoreo y seguimiento de algunos tramos de la costa de Maldonado. Complementariamente, el plan de monitoreo y seguimiento puede brindar información para el planeamiento, evaluación y gestión de la costa del departamento".

6. RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

- 1. La batería necesita, como medida inmediata, la colocación de suportes y la consolidación de las zonas más vulnerables, identificadas en las figuras de 13 a 16.
- 2. Dada la aproximación de los períodos de más alta energía en la costa, meses de otoño e invierno, sería importante autorizar y costear medidas de emergencia para la estabilización de las partes fragilizadas, expuestas o en suspenso de la batería. A se destacar los ladrillos laterales y las partes de la estructura que se quedaron en suspenso con la pérdida de sedimento, dada la posibilidad del desmembramiento de partes significativas del monumento;
- 3. Estas <u>medidas deben ser de urgencia</u>, coordinadas por equipo técnico calificado y de corte mínimamente interventivo, efectuadas solo <u>mientras se define el proyecto</u> <u>definitivo y su financiación hacia la adopción de medidas efectivas de preservación y puesta en valor del bien histórico</u>;
- 4. Entendemos que los informes IMFIA 2007 y 2008 deben ser considerados como importantes estudios de base para la comprensión de los procesos físicos impactantes en la dinámica costera del área denominada como tramo de transición, donde se incluye la Bahía de Maldonado, y que sus recomendaciones sean implementadas. Particularmente con respecto a la necesidad de monitoreo sistemático, como el mecanismo de gestión más importante de gestión sustentable de la zona costera.
- 6. Entendemos además que en el caso de la ejecución de un proyecto de recuperación y puesta en valor de la batería, los trabajos producidos durante intervenciones realizadas





por investigadores de la FHCE-UdelaR en el marco del "Proyecto de Investigación Arqueológica, Recuperación y Puesta en Valor de los Bienes Históricos de la Bahía de Maldonado" (1991-2008) deben ser considerados como importantes antecedentes con respecto a la documentación del bien, la investigación histórica e su interpretación arqueológica en el contexto del sistema de defesa colonial en la Bahía de Maldonado.

- 7. Se sugiere además que otros trabajos de investigación académica del CURE actuantes en la zona deben ser llevados en consideración en el caso de intervenciones futuras dirigidas al patrimonio cultural y su entorno natural de la Bahía de Maldonado. Particularmente lo programa "Arqueología Marítima en la Bahía de Maldonado" (Centro de Investigaciones del Patrimonio Costero-CURE, CPCN 2012-11-0008-0465), el proyecto de "Investigación y revalorización del patrimonio arqueológico prehistórico de la cuenca baja del arroyo Maldonado y borde costero, departamento de Maldonado" (Centro Interdisciplinario de Manejo Costero Integrado del Cono Sur-CURE-FHCE, CPCN 2014-11-0008-0058).
- 8. Entendemos que sería importante la participación de la comunidad académica, y el desarrollo de un programa académico de producción sistemática de conocimiento para el área;
- Un plan de monitoreo debe en la medida del posible, buscar basarse en un abordaje integrado, multi escalar, multi componencial y multi heurístico, con respecto a su metodología;
- 10. Se sugiere además, potenciar los trabajos de investigación, enseñanza y extensión por parte del CURE Maldonado en la zona de la Bahía de Maldonado, particularmente en las siguientes áreas:
 - . Estudio y conservación del patrimonio cultural marítimo, costero y subacuático;
 - . Arqueología y Antropología de ambientes acuáticos;
 - . Instrumentación, modelación numérica y experimentación;
 - . Geomorfología, morfodinámica costera y sedimentología;
 - . Monitoreo de variables meteorológicas;
 - . Régimen de olas, corrientes y circulación de aguas en la bahía;





- . Geofísica rasa y batimetría;
- . Ecología marino-costera;
- . Evolución paleo ambiental en el cuaternario;
- . Desarrollo de programas socio-educativos volcados a la preservación del patrimonio cultural y ambiental de la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- GAN, M. A. y RAO, V. B. (1991). Surface Cyclogenesis over South America. American Meteorological Society. Vol. 19. 1293-1302.
- INUMET Instituto Uruguayo de Meteorología. Dirección de Pronóstico del Tiempo. Centro Nacional de Análisis y Predicción. Alerta Meteorológica Vigente 24 a 25/03/2019 14:00h. Disponible en: https://www.inumet.gub.uy/tiempo/historico-alertasmeteorologicas (Último acceso en 25/04/2019).
- LIM, E. P. Y SIMMONDS, I., (2007) Southern Hemisphere Winter Extratropical Cyclone Characteristics and Vertical Organization Observed with the ERA-40 Data in 1979—2001. Journal of Climate, 20(11): 2675–2690. Disponible en: http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/JCLI4135.1 (Último acceso en: 19/03/2018).
- MACHADO, A. y CALLIARI, L. (2016) Synoptic systems generators of extreme wind in southern Brazil: atmospheric conditions and consequences in the coastal zone. Journal of coastal research, 75(SI): 1182-1186.
- PEZZA, A.B. et al. (2008) Southern Hemisphere Synoptic Behavior in Extreme Phases of SAM, ENSO, Sea Ice Extent, and Southern Australia Rainfall. Journal of Climate, 21(21): 5566–5584. Disponible en: http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/2008JCLI2128.1.
- SANTORO, P. (2011) Estudio de la marea meteorológica en el Río de la Plata. Tesis de Maestría. Programa de Posgrado en Ingeniería en Mecánica de los Fluidos Aplicada. Facultad de Ingeniería, Universidad de la Republica, Uruguay.
- SIMMONDS, I. y KEAY, K., (2000a). Mean Southern Hemisphere Extratropical Cyclone Behavior in the 40-Year NCEP–NCAR Reanalysis. Journal of Climate, 13(5), pp.873–885. Disponible en: http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0442%282000%29013%3C0873%3AMSHECB%3E2.0.CO%3B2 (Último acceso en 20/04/2019).



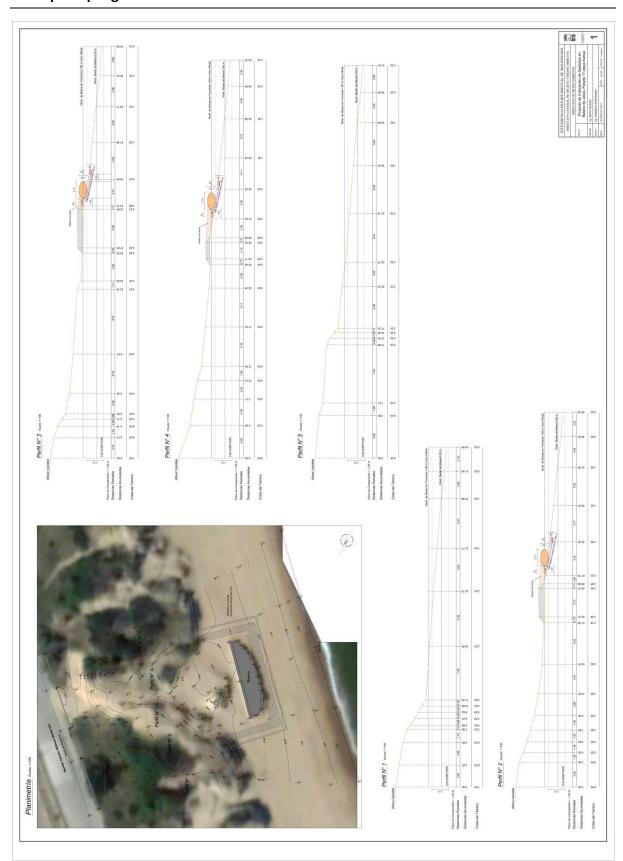


- SIMMONDS, I. y KEAY, K. (2000b). Variability of Southern Hemisphere Extratropical Cyclone Behavior. Journal of Climate, 13(3): 550–561. Disponible en: http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0442%282000%29013%3C0550%3AVOSHEC%3E2.0.CO%3B2 (Último acceso en: 20/04/2019).
- TEIXEIRA, L. et al. (2007) Afectaciones sobre la costa del puerto proyectado en Punta del Chileno. Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería, UdelaR.
- TEIXEIRA, L. et al. (2008) Caracterización general de la costa del Departamento de Maldonado Informe Final. Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería, UdelaR.





ANEXO 1: Plan de colocación de los geotubos en la Batería del Medio, de mayo de 2018. Acompaña pliego IDM 659944.







ANEXO 2: Salidas del modelo meteorológico con datos de reanálisis de vientos y movimiento de los centros de presión para el área de estudio entre los días 24 y 29 de marzo de 2019.

