



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

4245

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA - FACULTAD DE INGENIERIA -  
INTENDENCIA DE COLONIA**

**Estudio de la playa del Balneario Zagarzazu**

En la ciudad de Montevideo, el día quince de marzo del año dos mil diecinueve; entre: **POR UNA PARTE:** la Intendencia de Colonia (en adelante IC), representada por el Dr. Carlos Moreira Reisch, en su calidad de Intendente, constituyendo domicilio en Av. Gral. Flores 467 y **POR OTRA PARTE:** la Universidad de la República – Facultad de Ingeniería (en adelante UDELAR), representada en este acto por Rodrigo Arim Ihlenfeld en su calidad de Rector y la Ing. María Simon en su calidad de Decana, constituyendo domicilio en la Avda. 18 de Julio 1824 de Montevideo, suscriben el siguiente convenio para el asesoramiento sobre la realización de estudios para diagnosticar y proponer alternativas de solución al problema de erosión del arco de playa del balneario Zagarzazu, departamento de Colonia.

**1. Objeto**

El balneario Zagarzazu está ubicado en el departamento de Colonia, sobre el margen izquierdo del estuario del Río de la Plata, a unos 8 km al SSE de la desembocadura del río Uruguay. Este balneario cuenta con una playa de arena de unos 800 m de longitud, en la cual se ha observado un proceso erosivo. Actualmente la erosión de esta playa es tal que compromete la caminería del balneario ubicada en el tramo Este de la playa.

La IC se encuentra analizando la viabilidad de tomar medidas para mitigar este proceso erosivo y asegurar la seguridad de la caminería local. Para ello ha solicitado al Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (en adelante IMFIA) de la Facultad de Ingeniería (en adelante FING) que realice una serie de estudios de su especialidad que aporten información para dicho análisis. Por este motivo la IC y la FING suscriben este convenio, cuyos objetivos, metodología y resultados esperados se describen a continuación.

**2. Objetivos específicos**

- Establecer las medidas de protección urgentes necesarias para evitar la afectación de la caminería local por efecto de la erosión de la playa.
- Diagnosticar las causas que subyacen al proceso erosivo observado en el arco de playa del balneario Zagarzazu.
- Proponer alternativas de acción para mitigar el proceso erosivo de la playa y para evitar que el proceso erosivo comprometa la caminería del tramo Este de la playa.
- Definir a nivel de prediseño la alternativa seleccionada por la IC.



### **3. Metodología**

Para alcanzar estos objetivos se realizarán las actividades que se describen a continuación.

#### **3.1. Análisis de medidas urgentes para evitar afectación a la caminería local**

En primera instancia se avanzará en las tareas 3.2, 3.3, 3.4 y 3.6, descritas más abajo, a fin de disponer de la información mínima necesaria para realizar una evaluación preliminar de cuál es la amenaza que actualmente presenta la erosión costera a la caminería local. En función de esta evaluación se propondrán alternativas de intervención, de tipo enrocado, geotextiles, alimentación con arena o combinaciones de las anteriores, tendientes a minimizar el riesgo de afectación de la caminería.

#### **3.2. Recopilación de información y antecedentes**

Recopilación y sistematización de la información existente sobre las distintas variables físicas que afectan la evolución de la playa (información batimétrica, viento, caudales, nivel de agua, corrientes, granulometría, etc.).

Recopilación y sistematización de la información existente y estudios previos respecto a la evolución de la playa, retroceso de la playa, transporte de sedimentos, comportamiento de las obras construidas sobre la playa, etc.

Recopilación de fotos aéreas e imágenes satelitales del tramo de costa.

Al comienzo del estudio el IMFIA realizará una campaña para medir perfiles de playa y recolectar muestras de sedimentos, las cuales se utilizarán para obtener curvas granulométricas. Los perfiles de playa se medirán con GPS y el trabajo comprenderá el perfil emergido y aquella parte del perfil sumergido alcanzable sin embarcaciones.

#### **3.3. Análisis de estabilidad a mediano-largo plazo**

A partir de fotos aérea, imágenes satelitales y relevamientos topo-batimétricos disponibles, oportunamente georeferenciados, se estimará la tendencia evolutiva de la posición de la línea de costa observada en las últimas décadas en un tramo de costa de unos 10 km aproximadamente, centrado en Zagarzazu.

La posición en planta del arco de playa se comparará con las formas en planta de equilibrio disponibles en la bibliografía, para lo cual se recurrirá a la información de oleaje generada en el punto siguiente.

La información de perfiles de playa disponible se comparará con las formas de perfil de equilibrio disponibles en la bibliografía.



### **3.4. Generación y análisis de series históricas de variables climáticas relevantes**

Se generarán datos históricos de oleaje y nivel de mar en la zona de Zagarzazu, utilizando para ello las bases de datos previamente generadas en estudios previos y los modelos numéricos que sean necesarios para transformar las distintas variables a los puntos de interés.

Se utilizarán los datos de nivel de mar medidos en estaciones próximas, junto con los generados numéricamente por el IMFIA en el marco de proyectos previos (correspondientes al período 1985-2016), así como datos de viento provenientes de reanálisis global, utilizados en la generación numérica de niveles.

El oleaje será estimado mediante una implementación local del modelo SWAN, teniendo en cuenta las condiciones de nivel de mar correspondientes a cada estado de mar, así como las condiciones de contorno de oleaje proveniente desde el sur. Estas condiciones de oleaje se tomarán de los reanálisis de oleaje realizados por el IMFIA (período 1985-2016).

A partir de esto se obtendrá una serie de 31 años de datos de oleaje y nivel en distintos puntos ubicados frente a la playa de Zagarzazu. Esta serie será utilizada para analizar el régimen medio y extremal, tanto marginal como conjunto, del oleaje y el nivel de mar.

### **3.5. Modelación en planta a mediano-largo plazo (años-décadas)**

Se implementará un modelo unidimensional de evolución de la línea de costa en planta (conocidos como modelos de una línea). Este modelo estima la evolución en planta de la línea de costa en un período de años a décadas a partir de los datos de oleaje, los cuales se utilizan para estimar el transporte litoral de sedimentos.

El modelo será calibrado a partir de los resultados obtenidos en la actividad 3.3 y será forzado con los datos de oleaje obtenidos en la actividad 3.4. Una vez calibrado, el modelo se utilizará para modelar la evolución esperable de la línea de costa en horizontes de 10, 25 y 50 años, asumiendo que no se realizan intervenciones en la playa y que se mantienen las mismas condiciones climáticas actuales.

### **3.6. Modelación en planta y perfil a corto plazo (evento de tormenta)**

Se implementará un modelo hidro-sedimentológico bidimensional 2DH (en planta) para modelar las condiciones de corriente generada por oleaje y los flujos de sedimentos en condiciones de temporal, las cuales serán caracterizadas a partir de los resultados obtenidos en la actividad 3.3. Los resultados obtenidos con este modelo servirán para comprender mejor los procesos de transporte de sedimentos que ocurren durante en la playa durante eventos de oleaje y nivel de mar extremos.



Se implementará un modelo de evolución morfológica bidimensional 2DV (perfil de playa) para modelar la respuesta de distintos perfiles de playa (medidos) ante eventos de temporal. Esto permitirá estimar el máximo retroceso esperable en los distintos tramos de playa ante distintos eventos extremos de oleaje y nivel de mar.

### **3.7. Diagnóstico y potenciales acciones**

Se analizará el conjunto de los resultados obtenidos de las actividades 3.2 a 3.6 para diagnosticar las causas que subyacen al proceso erosivo observado en la playa de Zagarzazú. En función de este diagnóstico se propondrán distintas líneas de acción para intervención y/o gestión de la playa de cara a mitigar el proceso erosivo y proteger la caminería local.

Se redactará el Primer Informe, según se describe en la sección 4, el cual será entregado a la IC. Se organizará un taller de trabajo para discutir los resultados obtenidos con los técnicos de la IC.

### **3.8. Pre-diseño de línea de acción seleccionada**

La IC seleccionará una de las líneas de acción propuestas en el Segundo Informe, la cual será desarrollada a nivel de prediseño, incluyendo:

- Secciones tipo y ubicación en planta para el caso de obras civiles, tanto duras (e.g. enrocados) como blandas (e.g. rellenos de arena).
- Análisis de respuesta morfológica de la playa tanto a corto plazo (i.e. durante eventos de tormenta puntuales) como a mediano-largo plazo (i.e. en horizontes de varios años).

Para la definición de la localización en planta y el perfil de las potenciales intervenciones, así como para el análisis de la respuesta morfológica de la playa ante las mismas, se utilizarán los modelos implementados en las actividades 3.5 y 3.6.

En caso de que la acción propuesta incluya elementos estructurales, el pre-dimensionado de los mismos, así como la definición de las secciones tipo, estará basado exclusivamente en las formulaciones y recomendaciones incluidas en manuales y publicaciones de uso internacional.

## **4. Entregables y duración del estudio**

El IMFIA entregará tres informes, a saber:

- Primer Informe. Contendrá los resultados obtenidos en la actividad 3.1.
- Segundo Informe. Contendrá los resultados obtenidos en las actividades 3.2 a 3.7.
- Tercer Informe. Contendrá los resultados de la actividad 3.8.



La duración del estudio será de ocho meses, contados a partir de la realización del primer pago por parte de la IC. La IC dispondrá de un plazo máximo de 60 días para expedirse respecto a cuál es la línea de acción seleccionada para la realización de la tarea 3.7; el período de tiempo comprendido entre la entrega del Segundo Informe y el momento en que la IC informa al IMFIA respecto a la línea de acción seleccionada no será contabilizado en los plazos del estudio (i.e. el IMFIA dispondrá de dos meses para la entrega del Tercer Informe contados a partir del momento que la IC comunique la línea de acción seleccionada).

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Primer Informe		X						
Segundo Informe						X		
Tercer Informe								X

#### 5. Costo y forma de pago

El monto total del presente convenio será de USD 45.000 (cuarenta y cinco mil dólares americanos) que la IC pagará a la FING.

Los pagos se distribuirán de la siguiente manera:

- Al inicio del convenio la IC depositará en la cuenta que indique la FING la suma de USD 15.000 (quince mil dólares americanos).
- Contra entrega del Primer Informe la IC depositará en la cuenta que indique la FING la suma de USD 10.000 (diez mil dólares americanos).
- Contra entrega del Segundo Informe la IC depositará en la cuenta que indique la FING la suma de USD 10.000 (diez mil dólares americanos).
- Contra entrega del Tercer Informe la IC depositará en la cuenta que indique la FING la suma de USD 10.000 (diez mil dólares americanos).

#### 6. Propiedad intelectual

Para el caso de que en cualquiera de las fases a que refiere este convenio se produjera un resultado que pueda ser objeto de propiedad intelectual, la titularidad de la misma corresponderá a ambas partes en régimen de condominio. El régimen de condominio implica que ninguna de las partes contratantes puede utilizar dichos resultados sin el consentimiento de la otra. Oportunamente se acordará la participación que cada una de las partes tendrá en los gastos devengados por el trámite de protección así como en los resultados económicos que se obtengan de la explotación de los derechos de propiedad intelectual. Asimismo, la Universidad de la República se regirá por lo dispuesto por la Ordenanza de los Derechos de la Propiedad Intelectual aprobada por el Consejo Directivo Central con fecha 8 de marzo de 1994 y sus



**UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY**

modificativas. Los autores tendrán derecho a que su nombre figure en el título de propiedad que se obtenga y en toda otra ocasión en que se haga alusión al resultado protegido.

En señal de conformidad se firman dos ejemplares originales del mismo tenor en el lugar y fecha arriba indicados.



**Rodrigo Arim Ihlenfeld**  
Rector  
Udelar



**Dr. Carlos Moreira Reisch**  
Intendente  
Intendencia de Colonia



**María Simon**  
Decana  
Facultad de Ingeniería