

## Facultad de Ingeniería – Dirección Nacional de Hidrografía

### Actividad Específica: Generación de datos históricos de oleaje en la costa de Rocha a partir de modelación numérica en modo "hindcast"

En la ciudad de Montevideo, el día 19 de enero de 2015; entre: **POR UNA PARTE:** La Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (en adelante DNH), representada por el Ing. Jorge Camaño en su calidad de Director, constituyendo domicilio en la calle Rincón 575, Piso 2 y **POR OTRA PARTE:** La Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (en adelante FIng), representada en este acto por el Dr. Ing. Luis Teixeira en su calidad de Decano Interino, con sede en esta ciudad y domicilio en la calle Julio Herrera y Reissig 565, suscriben la siguiente adenda de las especificaciones particulares para el asesoramiento sobre generación de datos históricos de oleaje en la costa de Rocha a partir de modelación numérica en modo "hindcast", en el marco del Convenio Especifico celebrado entre el Ministerio de Transporte y Obras Públicas y la Universidad de la República (Facultad de Ingeniería) el 5 de octubre de 2012 y su prórroga correspondiente de fecha 3 de noviembre de 2014.

#### 1. Antecedentes

El Poder Ejecutivo ha decidido desarrollar un puerto de aguas profundas en El Palenque, costa oceánica de Rocha. Para ello ha creado la Comisión Interministerial del Puerto de Aguas Profundas (CIPAP). El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, con la supervisión de la mencionada comisión, se encuentra desarrollando los estudios básicos necesarios para la concreción de dicho proyecto.

Los estudios relacionados con el diseño y futura construcción del puerto incluyen la caracterización de la zona de emplazamiento. Por este motivo la DNH y la FIng suscribieron especificaciones particulares para el asesoramiento sobre mediciones de oleaje, corrientes y niveles en la costa de Rocha. Los resultados preliminares de estas mediciones indican que se requieren series históricas de oleaje que no están disponibles ni podrán ser generadas en el corto plazo.

#### 2. Objeto

El objeto de esta Actividad Especifica es el asesoramiento de la Facultad de Ingeniería a través de su Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (en adelante IMFIA) a la DNH sobre la generación de datos históricos de oleaje utilizando un modelo numérico en modo "hindcast". El modelo será calibrado con los datos de oleaje medidos en la zona y más adelante incorporará nuevas mediciones de oleaje y de vientos que se realicen en la zona.

#### 3. Objetivos específicos

- Calibrar un modelo numérico de predicción de oleaje para la zona de El Palenque (Departamento de Rocha) utilizando los datos de oleaje y viento recabados en el marco de la Actividad Especifica.
- Utilizar dicho modelo, operando en modo "hindcast" para generar una serie histórica de oleaje de al menos 30 años de duración.

- A partir de la serie modelada caracterizar el clima medio y extremal de oleaje en la zona.

#### **4. Metodología**

Se trabajará en tres etapas de forma de atender las necesidades inmediatas y de mediano plazo que demanda el proyecto portuario. Las dos primeras etapas se centran en la obtención, con niveles creciente de precisión, de las condiciones de oleaje medio, insumo para la definición del layout portuario. La tercera etapa se centra en el estudio de eventos extremos de oleaje y su distribución estadística.

##### *Primera etapa*

En la primera etapa se tomarán como base los resultados del modelo implementado por el IMFIA en el marco de la evaluación del potencial undimotriz del país. En lo que sigue se hará referencia al mismo como modelo base. El principal problema de tomar directamente los resultados del mismo radica en que la batimetría de la zona de estudio no se encuentra adecuadamente representada. Por lo tanto, se implementará un nuevo modelo que abarque la zona de estudio y que contemple la nueva información batimétrica disponible para la zona. Este modelo local tomará como condición de borde los espectros de oleaje obtenidos del modelo base en los siguientes puntos: (53.58W-34.58S), (53.91W-34.64S) y (54.05W-34.71S). Estos puntos son los más próximos a la zona de estudio que cuentan con espectros generados por el modelo base.

La calibración y validación del modelo local se realizará tomando como referencia los datos medidos por el ADCP fondeado recientemente en la zona. Dado que los resultados del modelo base abarcan el período 1980-2010, es necesario extenderlos al período correspondiente a la campaña del ADCP, y de esta forma proporcionar las condiciones de borde para dicho período. La calibración consistirá en el ajuste de los parámetros del modelo local involucrados en los procesos de interacción del oleaje con el fondo (disipación por fricción y rotura inducida por el fondo) procurando la mejor representación posible de las medidas del ADCP.

Con el modelo local calibrado y validado, se propagarán los espectros correspondientes al período 1980-2010, y se obtendrán series temporales de los principales parámetros del oleaje en el punto de fondeo del ADCP y otros puntos de interés que se definan. Estas series tendrán una extensión de 31 años (1980-2010) y un paso temporal de 3 horas.

Por lo tanto las tareas a desarrollar en esta primera etapa son:

- Recopilar y procesar la información necesaria para simular en el modelo base el período de la campaña de mediciones del ADCP.
- Simular con el modelo base el período correspondiente a la campaña de mediciones.
- Implementación del modelo local.
- Calibración y validación del modelo local con los datos del ADCP.
- Simulación del período 1980- 2010.
- Procesamiento y análisis de los resultados obtenidos.

### *Segunda etapa*

En esta segunda etapa se implementará un nuevo modelo que prescindirá de condiciones de borde, que haga foco en la zona de estudio y que permita actualizar la versión del modelo numérico y de los campos de viento utilizados como forzante en el modelo base.

A diferencia de la primera etapa, el nuevo modelo sustituirá al modelo base e incorporará al modelo local, como una nueva grilla de cálculo, funcionando en un esquema multi-grilla, en el cual el intercambio de información entre las grillas tendrá lugar en las dos direcciones ("Two way nesting"). Dado que la grilla más gruesa es global, es que no se requiere de condiciones de borde. Todo el oleaje se genera dentro del propio modelo.

Por su parte, hacer foco en la zona de estudio refiere a que el modelo contará con alta resolución en dicha zona, que se hará uso de toda la información local disponible (nuevos datos de oleaje, así como registros de nivel de mar, corrientes, y viento) y que además de la grilla local, las grillas de menor resolución (regional y global) también se calibrarán con el objetivo de mejorar los resultados en la zona de estudio. Esto último permite disponer, además de la interacción con el fondo, con el proceso de aporte de energía por parte del viento para la etapa de calibración.

Con el nuevo modelo implementado se realizará la simulación del período 1980-2014, actualizando y ampliando las series obtenidas en la primera etapa.

Por lo tanto en esta etapa las tareas a desarrollar son:

- Implementación del nuevo modelo
- Análisis de los campos de viento a utilizar
- Calibración y validación del nuevo modelo
- Simulación del período 1980 - 2010
- Procesamiento y análisis de los resultados

### *Tercera etapa*

En esta etapa se evaluarán los eventos extremos identificados en el período simulado y se realizarán correcciones a los resultados de altura de ola significativa en la zona de estudio. Dado que los datos del ADCP ya fueron utilizados en la calibración del modelo y que los mismos contienen unas pocas tormentas, se hace necesario recurrir a otra fuente de información. En este sentido se utilizarán datos satelitales altimétricos.

Las correcciones se realizarán mediante métodos estadísticos, en lo que se conoce como calibración de un reanálisis. Los cuales se aplicarán directamente a los resultados de altura de ola significativa, así como para realizar correcciones a los campos de viento forzantes. Como resultado de esta etapa se tendrá la distribución de máximos de oleaje y a partir de ella se podrán obtener los períodos de retorno asociados a los distintos oleajes.

## **5. Duración y entregables**

La duración de la presente Actividad Específica será de 10 meses a partir de la firma de la misma.

Al primer mes de iniciada la Actividad Específica, como se describe en la sección siguiente, el IMFIA entregará a la DNH un *Primer Informe* conteniendo:

- La descripción de las tareas realizadas.
- Series históricas (31 años) de oleaje simulado, a partir de la propagación local de las salidas disponibles del modelo base.
- Caracterización del clima medio de oleaje.
- Recomendaciones sobre posibles análisis y procesamientos adicionales de las series.

A los 5 meses el IMFIA entregará a la DNH un *Segundo Informe* conteniendo:

- La descripción de las tareas realizadas,
- Series históricas de oleaje simulado, a partir del nuevo modelo de oleaje, e incorporando todos los datos de oleaje y vientos que se hayan generado desde el inicio de esta Adenda.
- Caracterización del clima medio de oleaje.
- Recomendaciones sobre posibles análisis y procesamientos adicionales de las series.

A los 10 meses el IMFIA entregará a la DNH un *Informe Final* conteniendo:

- La descripción de la totalidad de las tareas realizadas,
- Estudio del clima extremal de oleaje en la zona a partir de los resultados de la modelación numérica, de los registros generados durante esta adenda y de la información satelital.
- Recomendaciones para continuar los trabajos.

## **6. Costo y forma de pago**

El monto total de la presente Actividad Específica será de 350.000UI (trescientas cincuenta mil Unidades Indexadas) que la DNH pagará a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Los pagos se distribuirán de la siguiente manera:

- Contra la entrega del *Primer Informe*, la DNH depositará en la cuenta que indique la Facultad de Ingeniería 100.000 UI (cien mil Unidades Indexadas).
- Contra la entrega del *Segundo Informe*, la DNH depositará en la cuenta que indique la Facultad de Ingeniería 125.000 UI (ciento veinticinco mil Unidades Indexadas).
- Contra la entrega del *Informe Final*, la DNH depositará en la cuenta que indique la Facultad de Ingeniería 125.000 UI (ciento veinticinco mil Unidades Indexadas).

## **7. Continuación de los trabajos**

Finalizada esta Actividad Específica se evaluará la *continuación y/o ampliación* de las tareas descritas, eventualmente extendiendo su duración. En tal caso las partes acordarán el costo y forma de pago correspondiente.

## 8. Confidencialidad

La DNH podrá utilizar los resultados de la presente Actividad Específica para éste y otros proyectos portuarios en la zona. La información que en el marco de la presente Actividad Específica se intercambien entre las partes será de carácter confidencial. Las partes se comprometen a no divulgarlas ni utilizarlas para otro fin sin el previo consentimiento de la otra parte.

## 9. Propiedad intelectual

Para el caso de que en cualquiera de las fases a que refiere esta Actividad Específica 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 registrará 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 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.



Dr. Ing. Luis Teixeira  
Decano Interino de la FING



Ing. Jorge Camaño  
Director de la DNH