



**CONVENIO ESPECÍFICO
ENTRE
LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
Y**

LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE PUERTOS

Estudio de la Profundidad Náutica en el Puerto de Montevideo

En la ciudad de Montevideo, el seis de junio de dos mil doce, comparecen **POR UNA PARTE:** La Administración Nacional de Puertos (en adelante ANP) representada por el Presidente de su Directorio Ing. Alberto Díaz, asistido por la Secretaria General (I) Dra. Liliana Peirano con domicilio en Rambla 25 de Agosto de 1825 número 160 de esta ciudad **y POR OTRA PARTE:** La Universidad de la República – Facultad de Ingeniería representada por su Rector Dr. Rodrigo Arocena, y el Decano de la Facultad de Ingeniería Ing. Héctor Cancela, con domicilio en la calle 18 de Julio 1968 de esta ciudad.

1. Objetivo general

El objeto de esta actividad específica, es que la Universidad de la República a través del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (en adelante el IMFIA) de la Facultad de Ingeniería, asesore a la Administración Nacional de Puertos (en adelante ANP) sobre la determinación de la profundidad náutica en los canales de acceso y la zona de maniobra del Puerto de Montevideo. Este estudio debe considerarse como un insumo previo al desarrollo de nuevas rutinas para la determinación rutinaria de la profundidad náutica en las inmediaciones del Puerto de Montevideo.

2. Objetivos particulares

1 – Asesorar a la ANP sobre la determinación de la profundidad náutica en los canales de acceso y la zona de maniobra del Puerto de Montevideo a partir de la interpretación de los retornos de la ecosonda de doble frecuencia y de perfiles de densidad obtenidos con un instrumento basado en la tecnología de diapasón. El sistema de diapasón es fabricado por la firma Stema de Holanda y se denomina RheoTune; analizando la vibración del diapasón inmerso en el barro es posible estimar las propiedades del mismo (densidad, viscosidad y resistencia a fluir).

2 – Determinar la variabilidad espacial de las características del barro de la zona, su estado de consolidación y el espesor de la capa de barro fluido, haciendo una estimación de la ubicación de la transición reológica respecto a los retornos acústicos de baja y alta frecuencia en las zonas relevadas.

3. Representantes de las partes

A los efectos del seguimiento del presente Convenio, la ANP designará una contraparte técnica integrada por un titular y un alterno. Asimismo el IMFIA designará un responsable técnico del estudio y un alterno.

4. Metodología y resultados esperados

4.1. Mediciones de campo

El IMFIA participará de los trabajos de medición en el Puerto de Montevideo, en la zona de maniobra y atraque, y a lo largo del canal de acceso. Tanto la coordinación de los trabajos, como la disposición de los equipos (embarcación, sonar, RheoTune, etc.) estarán a cargo de la ANP. Durante estos trabajos la ANP realizará perfilajes acústicos con una sonda de doble frecuencia. La operación del RheoTune y la extracción de muestras de sedimento de fondo y de agua estarán a cargo del personal del IMFIA.

Las mediciones de perfiles y la extracción de muestras se realizarán en 14 puntos a acordar con la ANP. La ANP asegurará, al personal del IMFIA, el acceso a las muestras de sedimento, a las mediciones realizadas con la ecosonda de doble frecuencia y a los datos mareográficos necesarios.

4.2. Calibración del diapasón

El RheoTune estima las propiedades del barro por contacto directo con el mismo y debe ser calibrado utilizando muestras de barro del lugar donde se realizan las mediciones. Para la calibración se utilizarán las muestras de agua y sedimentos extraídas durante las mediciones de campo.

4.3. Caracterización de los sedimentos

Los sedimentos serán caracterizados a partir de los ensayos usuales de mecánica de suelos, además de estudios de reometría y en columnas de sedimentación. Esto permitirá la estimación de su variabilidad espacial, así como de sus principales características. En particular la determinación de la densidad de barro para cual se desarrollan resistencias a fluir capaces de dificultar la navegación, prestandose especial atención al estudio de la variación de la reología del barro en el tiempo para una densidad dada.

Los ensayos para caracterizar los sedimentos y su comportamiento incluirán:

- Inspección visual
- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Contenido orgánico
- Densidad
- Tensión de fluencia
- Consolidación
- Salinidad

4.4. Combinación de mediciones

Una vez realizada la calibración del diapasón, ésta se utilizará para procesar los perfiles de frecuencia-amplitud obtenidos con el RheoTune durante las campañas de medición y obtener perfiles de densidad, viscosidad y tensión de fluencia del barro, en base a la caracterización realizada de las muestras de sedimento.

Estos perfiles, junto a los perfiles de la ecosonda de doble frecuencia serán procesados utilizando los datos de los mareógrafos de la zona, para referirlos al cero del Puerto de Montevideo y permitir su análisis comparativo y referenciar las profundidades medidas con los distintos instrumentos respecto a mediciones anteriores y futuras de batimetría.

A partir de los perfiles obtenidos con el diapasón se estimará la profundidad náutica en cada punto. Se buscará correlacionar los retornos acústicos a las dos frecuencias con los perfiles de densidad obtenidos con el diapasón, y asociar el retorno acústico a cambios en el perfil de densidad.

Se estimarán las sub y sobrestimaciones de la profundidad náutica que pueden producirse si esta se define solamente a partir de los retornos de la ecosonda y posibles mejoras si esta se combina con perfiles puntuales con el diapasón.

4.5 *Productos a entregar*

Como producto de este asesoramiento se entregará a la ANP un informe final conteniendo:

- Caracterización de los sedimentos extraídos.
- Estimación del tiempo de consolidación del barro en la zona.
- Estimación del rango de variación de las propiedades reológicas del barro para distintas densidades.
- Valor de densidad que puede ser utilizado para estimar la profundidad náutica.
- Archivos de calibración del RheoTune.
- Perfiles verticales de densidad, viscosidad y tensión de fluencia, obtenidos a partir del diapasón.
- Perfiles combinados con el retorno de la ecosonda de doble frecuencia.
- Recomendaciones para la determinación de la profundidad náutica.

Es importante notar que dada la dinámica del transporte y deposición de los barros, la información a entregar será estrictamente válida para el momento en que se realizaron las mediciones de campo. Sin embargo estos resultados permitirán un primer acercamiento a la relación entre los retornos acústicos y el estado del barro en el lecho, permitiendo vislumbrar posibles revisiones en la metodología utilizada actualmente para la definición de la profundidad náutica en el Puerto de Montevideo.

5. **Duración**

La duración de los trabajos previstos será de 6 meses a partir de la realización del primer pago por la ANP, como se define en el siguiente punto. Al final de este período el IMFIA entregará un informe conteniendo los resultados y recomendaciones del estudio.

6. **Costo y forma de pago**

El costo total de las tareas de asesoramiento será de \$ 1.200.000,- (un millón doscientos mil pesos) que la ANP pagará a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Al inicio del asesoramiento la ANP depositará en la cuenta que indique la Facultad de Ingeniería la suma correspondiente a un 60% del costo total referido en el párrafo anterior. El 40% restante del costo total del asesoramiento será depositado por la ANP en la misma cuenta contra la entrega del informe final.

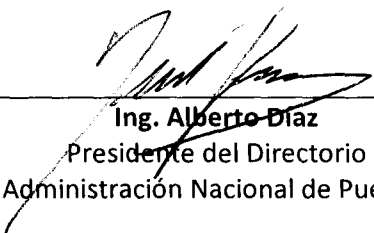
8. **Rescisión**

La rescisión de este Convenio podrá ser dispuesta por las autoridades de los organismos firmantes conjunta o unilateralmente, sin perjuicio de la finalización de los proyectos en ejecución, salvo disposición en contrario contenida en los documentos específicos. Asimismo, será motivo de rescisión automática el incumplimiento de las obligaciones de las partes.

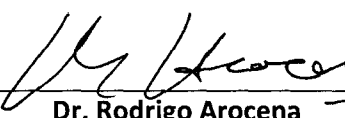
9. **Domicilios especiales y comunicaciones**

Las partes constituyen domicilios especiales a todos los efectos del presente, los denunciados en la comparecencia y acuerdan que sea el telegrama colacionado y/o la carta con acuse de recibo el medio hábil de comunicación entre ellas.

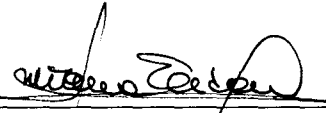
Para constancia y como prueba de conformidad, las partes firman 2 (dos) ejemplares del mismo tenor en el lugar y fecha arriba indicados.




Ing. Alberto Díaz
Presidente del Directorio
Administración Nacional de Puertos



Dr. Rodrigo Arocena
Rector
Universidad de la República



Dra. Liliana Peirano
Secretaría General (I)
Administración Nacional de Puertos



Ing. Héctor Cancela
Decano
Facultad de Ingeniería