

DISEÑO HIDRÁULICO MEDIANTE PROCEDIMIENTO PROBABILÍSTICO DEL DIQUE DE ABRIGO DE LA NUEVA TERMINAL GNL DEL PLATA, MONTEVIDEO (URUGUAY)

A. Tomás¹, S. Solari², S. Troiteiro³, N. Janer³, L. Ortego³, M. Correa⁴,
P. Camus¹, C. Vidal¹, J. L. Lara¹

1. Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria - Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España. antonio.tomas@unican.es

2. Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental, Universidad de la República de Uruguay, C/ Julio Herrera y Reissig, 565, CP 11300, Montevideo (Uruguay). ssolari@fing.edu.uy

3. SENER S.A., C/ Creu Casas i Sicart, 86-88, Parc de l'Alba, CP 08290, Cerdanyola del Vallès (Barcelona). laia.ortego@sener.es

4. Gas Sayago S.A., La Cumparsita 1373, 5º, CP 11200, Montevideo (Uruguay). mcorrea@gassayago.com.uy

INTRODUCCIÓN

Gas Sayago S.A está desarrollando una nueva terminal regasificadora con una capacidad de 263,000 m³ situada frente a Punta Sayago, en el estuario del Río de la Plata. Como parte del proyecto, se ha diseñado un dique exento, al abrigo del cual se garantiza la operatividad necesaria para el atraque de los buques gaseros. Dicho dique en talud se sitúa a unos 2 km de la costa, en una zona de profundidad uniforme de 6 m, tiene aprox. 1.5 km de longitud, el manto principal es de Acrópodos II y no tiene espaldón.

Las bases de diseño fijadas para el nuevo dique de abrigo siguen los requerimientos dispuestos en las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM 1.0-09), según las cuales la vida útil de la obra es 50 años, la máxima probabilidad de fallo del Estado Límite Último (ELU) es 1% y la máxima probabilidad de fallo del Estado Límite de Servicio (ELS) es 7%. Cabe señalar que la máxima probabilidad de fallo ante el ELU se reparte en un 0.8% para los modos de fallo hidráulicos y en un 0.2% para los modos de fallo geotécnicos.

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se presenta el procedimiento probabilístico para el diseño hidráulico avanzado del dique de abrigo de Gas Sayago. Dicho procedimiento se realiza en dos fases, ambas basadas en simulaciones de Monte-Carlo y en el diseño hidráulico preliminar realizado, con método de Nivel I, de las secciones tipo del dique. La primera fase (ver figura 1) consiste en la verificación mediante método de Nivel III de las secciones del dique diseñadas con Nivel I, siguiendo el procedimiento de verificación definido en la ROM 1.0-09. Posteriormente, en la segunda fase, se ajusta el diseño final de las secciones tipo, optimizando sus elementos, de forma que la probabilidad de fallo del ELU de cada tramo se adecúe al reparto de probabilidades de fallo establecido en las bases del proyecto.

RESULTADOS

El clima marítimo (sin cambio climático y con cambio climático) se ha simulado con una técnica de Monte-Carlo con N=100,000 ciclos de solicitaciones climáticas (oleaje, nivel del mar y corrientes) de vidas útil de V=50 años para cada una de las distintas secciones tipo (8) del dique de abrigo de la nueva Terminal GNL del Plata.

Todas las variables de las simulaciones del clima marítimo simulado de oleaje, nivel del mar y corrientes han sido contrastadas con las series de reanálisis y los ajustes de las funciones de distribución marginales de extremos, verificando su representatividad del clima marítimo de la zona de estudio. A partir de los resultados obtenidos se han caracterizado

los oleajes, niveles y corrientes que más condicionan a cada uno de los modos de fallo estudiados.

Se ha calculado la probabilidad de fallo de todas las ecuaciones de verificación definidas para el ELU y ELS. Con los resultados obtenidos, se ha cuantificado el cumplimiento del rango de validez de las distintas ecuaciones de verificación utilizadas.

Posteriormente, se ha definido una metodología que ajusta y optimiza el reparto de la probabilidad de fallo entre los distintos modos de fallo hidráulicos y busca el peso mínimo de la escollera de los cuatro elementos de estudio: el pie exterior, el talud interior y la protección de fondo exterior e interior.

Finalmente, se ha propuesto una uniformización de rangos de pesos de las diferentes capas de escollera que conforman el dique, que facilite la selección del material y por ende la construcción del dique.

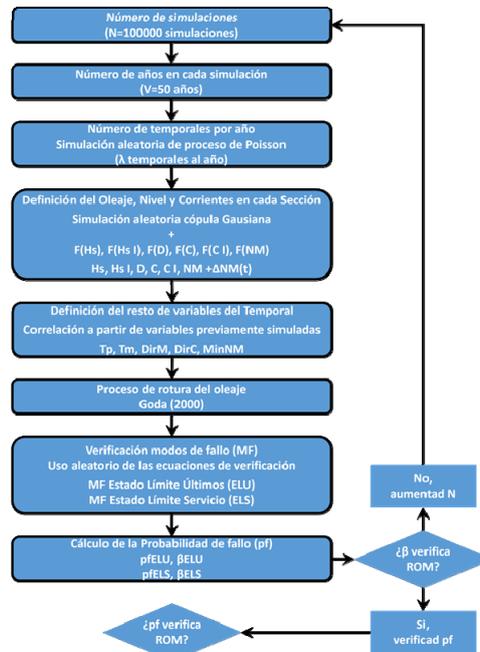


Figura 1. Esquema de la metodología de verificación mediante método de Nivel III.

CONCLUSIONES

Se ha definido un procedimiento probabilístico, que mediante el uso de la técnica de Monte-Carlo, ha sido aplicado exitosamente al diseño hidráulico del dique de abrigo de la nueva terminal GNL del Plata. Los resultados muestran que este procedimiento es una herramienta idónea para la verificación Nivel III en problemas complejos, además de versátil y eficiente para la comprensión y optimización del comportamiento hidráulico del dique.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Gas Sayago S.A. permitir la publicación de los trabajos realizados. Los autores quieren agradecer a todo el equipo multidisciplinar que ha trabajado en el diseño de este singular dique, en particular al personal de Gas Sayago S.A., SECO S.C.R.L., SENER S.A., IMFIA e IHCantabria que ha participado en el mismo.

REFERENCIAS

ROM 1.0-09. Recomendaciones del diseño y ejecución de las obras de abrigo. Recomendaciones para Obras Marítimas. Puertos del Estado, 2009.