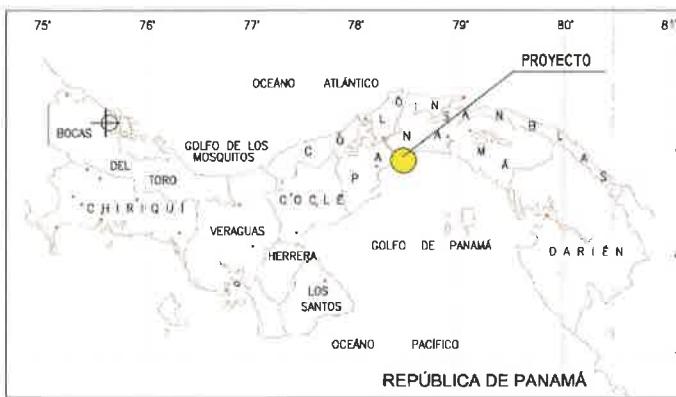


**LOCALIZACION REGIONAL****NOTA**

- TODAS LAS UNIDADES DE MEDIDAS ESTAN PRESENTADAS EN METRO, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

CERCADO PERIMETRAL PARA AREA DE TRABAJO = 8,953.92 m²



PLANTA
ESCALA 1:1000
AREA DE TRABAJO EN CINTA COSTERA 3

Estudio de Impacto Ambiental Cat. I. "Patio logístico temporal en Cinta Costera 3 para el proyecto Estudio, Diseño, Construcción y Financiamiento para la Interconexión Cinta Costera 3- Calzada de Amador".

**LOCALIZACION REGIONAL****NOTA**

- TODAS LAS UNIDADES DE MEDIDAS ESTAN PRESENTADAS EN METRO, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

— — — AREA PERIMETRAL PARA PATIO AMADOR = 28,430.00 m²

— — — CERCADO PERIMETRAL 510 ml



PLANTA
ESCALA 1:1000
ÁREA DE TRABAJO EN AMADOR

Estudio de Impacto Ambiental Cat. I. "Patio logístico temporal en Amador para el proyecto Estudio, Diseño, Construcción y Financiamiento para la Interconexión Cinta Costera 3-Calzada de Amador".

RESPUESTA 13 LITERAL b)

Las superficies de las áreas verdes y peatonal que serán afectadas por el proyecto son las siguientes:

TIPO DE ÁREA AFECTADA	m ²
Pasos peatonales	1, 550
Área verdes	5, 798

RESPUESTA 13 LITERAL c)

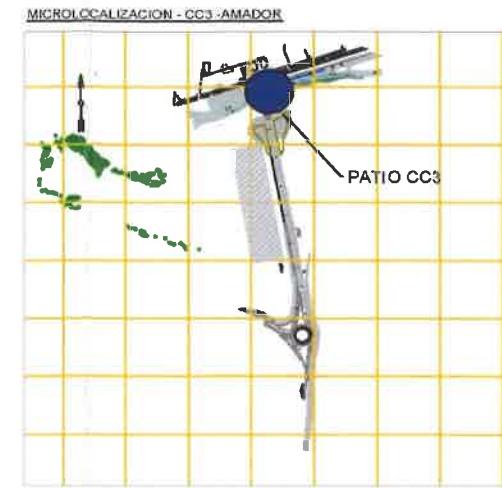
Para mantener la conectividad entre las áreas recreativas y peatonales de la Cinta Costera 3 con los locales de Sabores de El Chorrillo durante la ejecución del proyecto se han contemplado las siguientes medidas específicas:

- 1-Mantener los buenos canales de comunicación con la Administración del Sitio.
- 2-Informar a la Administración de forma oportuna cualquier modificación en los accesos peatonales, mostrando las alternativas propuestas y las vías de divulgación.
- 3-No ocupar los estacionamientos de los clientes de Sabores del Chorrillo. La mano de obra será local principalmente, disminuyendo el uso de los estacionamientos disponibles. El personal deberá utilizar estacionamiento, deberá utilizar los disponibles en el centro de la Vialidad de la Cinta Costera 3.

En el plano siguiente se muestra gráficamente las medidas que se implementarán para mantener la conectividad entre el área recreativa y peatonal de la Cinta Costera 3 con los locales de Sabores de El Chorrillo, durante la ejecución del proyecto.



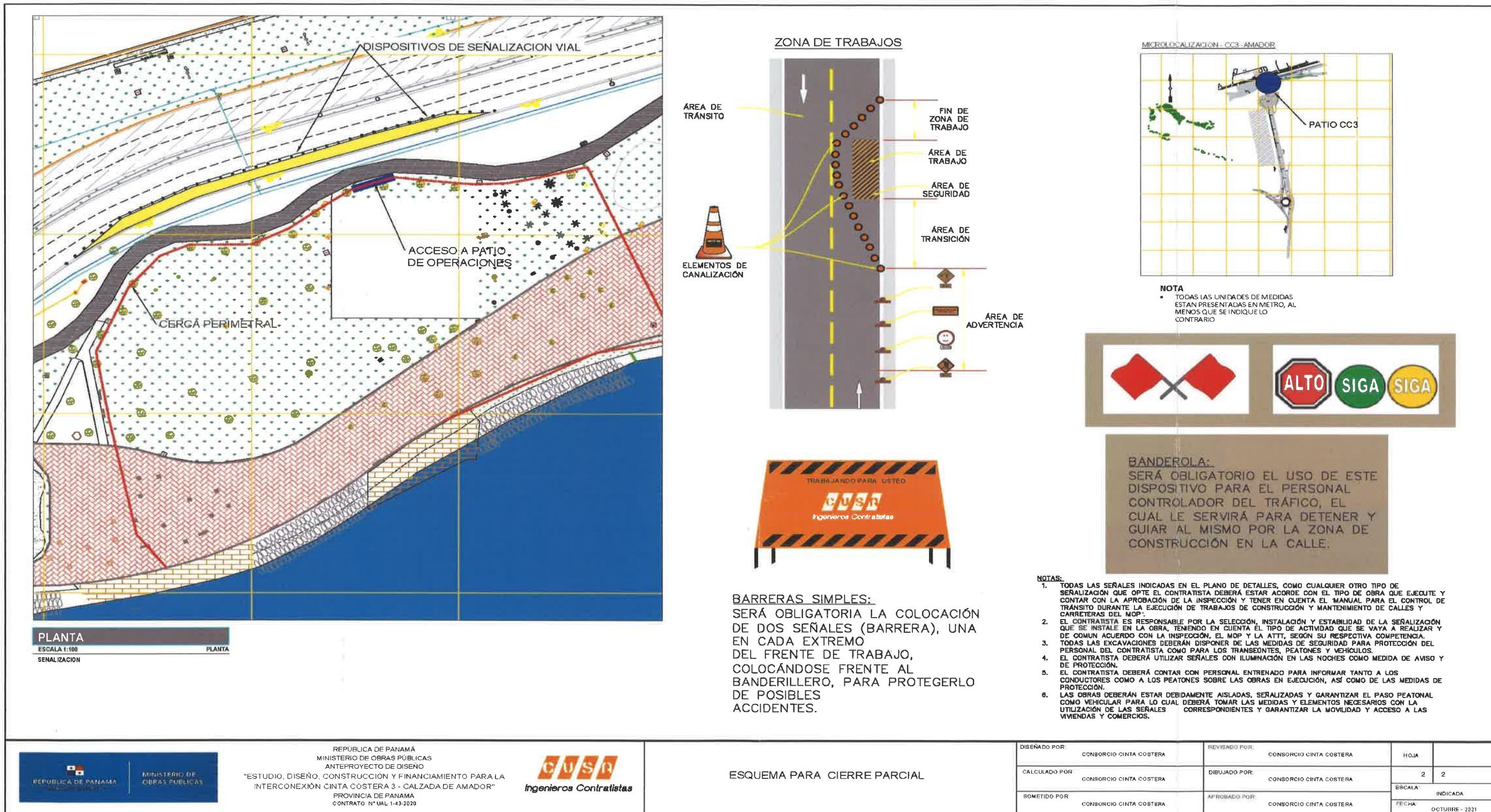
PLANTA
ESCALA 1:750
LOCALIZACION GENERAL



NOTA
• TODAS LAS UNIDADES DE MEDIDAS
ESTAN PRESENTADAS EN METRO, AL
MENOS QUE SE INDIQUE LO
CONTRARIO

REPÚBLICA DE PANAMÁ	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	REPÚBLICA DE PANAMÁ MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS ANTEPROYECTO DE DISEÑO "ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3 - CALZADA DE AMADOR" PROVINCIA DE PANAMÁ CONTRATO N° UAL-1-43-2020	COSEN Ingenieros Contratistas	LOCALIZACION GENERAL	DISENADO POR: CONSORCIO CINTA COSTERA	REVISADO POR: CONSORCIO CINTA COSTERA	HOJA	
					CALCULADO POR: CONSORCIO CINTA COSTERA	DIBUJADO POR: CONSORCIO CINTA COSTERA	1	2
					SOMETIDO POR: CONSORCIO CINTA COSTERA	APROBADO POR: CONSORCIO CINTA COSTERA	ESCALA	INDICADA
							FECHA:	OCTUBRE - 2021

Plano 14. Localización general Cinta Costera



Plano 15. Esquema de cierres parciales.

14. En la página 159 del EsIA, punto **8.1 Uso actual de la tierra en sitios colindantes**, se menciona "Según el mapa censal de Catastro y Titulación de Tierra, se localizan estos edificios; edificaciones de la Autoridad del Canal de Panamá, parada de autobuses, globos de terrenos propiedad de Ministerio de Economía y Finanzas, lote de terreno propiedad de la Caja del Seguro Social.

Según Nota del 14 de diciembre de 2020 C& T-729-FEG-C2020-12-00J y nota C&T-29-FEG-C2020-12-04 del 23 de diciembre de 2020 el Consorcio que realiza el proyecto "Estudio, Diseño, Construcción y Financiamiento de la Interconexión Cinta Costera 3 Calzada de Amador, solicita información y autorización para ingresar a la Finca No. 207514 propiedad de la Caja de Seguro Social con la finalidad de hacer un levantamiento del proyecto "Estudio, Diseño, Construcción y Financiamiento de la Interconexión Cinta 00Costera 3 - Calzada de Amador, Provincia de Panamá" para determinar el impacto del proyecto. La Caja del Seguro Social mediante Nota No. Bs.Rs.- N-015-21 del 25 de enero de 2021 autoriza el ingreso a la Finca No. 207514 propiedad de la Caja de Seguro Social y a la vez remite el plano No. 80814-112220 aprobado por la Dirección General de Catastro, los avalúas vigentes de la Contraloría General de la República y el Ministerio de Economía y Finanza. (Ver Anexo 12)". Además, en las páginas 541 y 542 del EsIA, Anexo 12, se presentan notas de la Caja de Seguro Social y el Ministerio de Económica y Finanzas, en las que se mencionan la finca No. 207514 y finca No. 158012, a su vez indican que solo autorizan el ingreso a las fincas. Por lo anterior so1icitamos:

- Delimitar mediante coordenadas las superficies que serán afectadas en cada una de las fincas (No. 207514 y No. 158012), por el proyecto.
- Presentar los Registros Públicos de las fincas (No. 207514 y No. 158012) y las autorizaciones para el desarrollo del proyecto, con las cédulas de los representantes legales, ambos documentos debidamente notariados.

RESPUESTA 14 LITERAL a)

En [anexo 3](#) se presenta planos donde se delimitar mediante coordenadas las superficies que serán afectadas en cada una de las fincas (No. 207514 y No. 158012), por el proyecto.

RESPUESTA 14 LITERAL b)

En respuesta a lo solicitado se aporta lo siguiente:

ANEXO	DESCRIPCIÓN
07	Registros Públicos de las fincas (No. 207514 y No. 158012)
08	Decreto Ejecutivo N°112 del 1 de julio de 2019 que nombra a los Ministros y Viceministro del estado. Nota N°AL-872-21: Notificación de afectación de finca 158012.
09	Decreto Ejecutivo N° 369 de 30 de agosto de 2019 que nombra al Director de la Caja de Seguro social. Nota N°AL-871-21: Notificación de afectación de finca 207514.

15. En la página 98 a la 100 del Es/A punto 6.6.1 Calidad de aguas superficiales, no se describen los resultados o interpretación del informe presentado en el anexo 8, monitoreo de calidad de agua de mar. Por lo que debe:
a. Presentar la interpretación y comparación de acuerdo a la normativa aplicable y vigente.

RESPUESTA 15 LITERAL a)

A continuación, se presenta Tabla # 27 comparativa de los resultados del análisis de calidad de agua marina y costera, presentes en el anexo No. 8 del Es/A.

Parámetros monitoreados	Punto 1- Amador				Punto 2- Cinta Costera				Valores establecidos en el Anteproyecto*
	Superficial (10 cm desde la superficie)	Medio (2.5 metro de profundidad)	Fondo (5 metro de profundidad)	Superficial (10 cm desde la superficie)	Medio (2.5 metro de profundidad)	Fondo (5 metro de profundidad)			
Temperatura	30.7 °C	30.4 °C	31.0 °C	31.0 °C	31.3 °C	31.3 °C	30.9 °C	30.9 °C	N.A.
pH	7.56 pH	7.56 pH	8.07 pH	8.00 pH	8.04 pH	8.04 pH	8.05 pH	8.05 pH	6.0-9.0 pH
Conductividad eléctrica	46000 µS/cm	47000 µS/cm	48000 µS/cm	48200 µS/cm	46000 µS/cm	46000 µS/cm	47700 µS/cm	47700 µS/cm	N.A.
Turbiedad	16.27 NTU	16.59 NTU	19.01 NTU	19.96 NTU	18.55 NTU	18.55 NTU	17.08 NTU	17.08 NTU	<25.0 NTU
Oxígeno disuelto	6.41 mg/L	6.03 mg/L	6.59 mg/L	7.04 mg/L	6.50 mg/L	6.50 mg/L	6.74 mg/L	6.74 mg/L	>4.0 mg/L
Salinidad	30.58 g/L	29.90 g/L	30.24 g/L	29.65 g/L	29.55 g/L	29.55 g/L	29.39 g/L	29.39 g/L	N.A.
Carbono orgánico Total (TOC)	46 mg/L	48 mg/L	46 mg/L	50 mg/L	49 mg/L	49 mg/L	48 mg/L	48 mg/L	N.A.
Coliformes fecales	1.50×10^3 UFC/100 mL	2.10×10^3 UFC/100 mL	1.00×10^3 UFC/100 mL	2.30×10^3 UFC/100 mL	2.00×10^3 UFC/100 mL	2.00×10^3 UFC/100 mL	2.70×10^3 UFC/100 mL	2.70×10^3 UFC/100 mL	<50 UFC/100 mL
Alcalinidad	99 mg/L	99 mg/L	98 mg/L	97 mg/L	97 mg/L	97 mg/L	96 mg/L	96 mg/L	N.A.
Sulfato	2574 mg/L	2462 mg/L	2239 mg/L	1986 mg/L	1997 mg/L	1997 mg/L	2123 mg/L	2123 mg/L	N.A.
Cloruro	22074 mg/L	21378 mg/L	17436 mg/L	174779 mg/L	24260 mg/L	24260 mg/L	17438 mg/L	17438 mg/L	N.A.
Calcio	890 mg/L	730 mg/L	810 mg/L	620 mg/L	670 mg/L	670 mg/L	830 mg/L	830 mg/L	N.A.
Magnesio	1155 mg/L	1290 mg/L	1330 mg/L	1100 mg/L	1250 mg/L	1250 mg/L	1205 mg/L	1205 mg/L	N.A.
Potasio	658.8 mg/L	701 mg/L	687.30 mg/L	634.3 mg/L	564.90 mg/L	564.90 mg/L	650.3 mg/L	650.3 mg/L	N.A.
Sodio	9839 mg/L	9987 mg/L	9848 mg/L	9245 mg/L	8977 mg/L	8977 mg/L	11220 mg/L	11220 mg/L	N.A.

*Leyenda: Anteproyecto de norma primaria de calidad ambiental de las aguas marinas y costeras. ANAM/URS, 2006
N.A. = No asignado

Interpretación de la norma con respecto a los resultados.

Parámetros monitoreados	Punto 1- Amador 988959 N 659909 E			Punto 2- Cinta Costera 988713 N 659984 E			Valores establecidos en el Anteproyecto*
	Superficial (10 cm desde la superficie)	Medio (2.5 metro de profundidad)	Fondo (5 metro de profundidad)	Superficial (10 cm desde la superficie)	Medio (2.5 metro de profundidad)	Fondo (5 metro de profundidad)	
pH	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	6.0-9.0 pH
Turbiedad	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	<25.0 NTU
Oxígeno disuelto	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	>4.0 mg/L
Coliformes fecales	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	<50 UFC/100 mL

Conclusión:

Con relación a los parámetros asignados en el Anteproyecto y los resultados del monitoreo en los puntos 1 y 2, se concluye que los parámetros de pH, turbiedad y oxígeno disuelto se encuentran en cumplimiento en los 2 puntos, a las 3 profundidades. El parámetro de los coliformes fecales se encuentran en incumplimiento en los 2 puntos, en las 3 profundidades.

761

Los parámetros de temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, carbono orgánico total (TOC), coliformes fecales, alcalinidad, sulfato, cloruro, calcio, magnesio, potasio y sodio no presentan valores de referencia.

16. En la página 152 del EsIA punto 7.2 Características de la Fauna, el subpunto B. Hábitat Acuático, menciona que "La información que presentamos a continuación es producto de los trabajos de campo, encuestas aplicadas a pescadores y revisión bibliográfica; lo cual nos permite realizar un análisis del cumulo de información existente sobre la fauna marina de la Bahía de Panamá". Sin embargo, se considera que la información bibliográfica debe ser más actualizada e incluir la metodología utilizada para el monitoreo del hábitat acuático, con sus respectivos resultados. Además, no se presentan análisis de los movimientos de sedimentos y las posibles afectaciones de la base de la pirámide trófica del ecosistema marino. Por lo que se solicita:

- a. Presentar información bibliográfica del hábitat acuático, actualizada.
- b. Presentar la metodología utilizada para el monitoreo del hábitat acuático, con sus respectivos resultados y las coordenadas donde se realizaron los muestreos.
- c. Presentar análisis de los movimientos de sedimentos y las posibles afectaciones de la base de la pirámide trófica del ecosistema marino.

RESPUESTA 16 LITERAL a)

En el [Anexo 01, página 6](#) se presenta la bibliografía consultada respecto al hábitat acuático de la zona.

1. Abbott. R.T. 1954. American Seashells. D. Van Nostrand Company, Inc. 541 pp.
2. Barnes, R.D. 1980. Invertebrate Zoology. Saunders College. 1089 pp.
3. D'Croz, L., J.B. del Rosario & J.A. Gómez. 1991. Upwelling and phytoplankton in the Bay of Panama. Rev. Biol. Trop., 39 (2): 233-241.
4. D'Croz, L., J.B. del Rosario & J.A. Gómez. 1991. Actualización en la Caracterización de la Contaminación Microbiológica en la Bahía de Panamá. CONAMA. Ministerio de Planificación y Política Económica.
5. Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms, Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County. 188 pp.
6. Forsbergh, E.D. 1969. On the climatology, oceanography, and fisheries of the PanamaBight. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. (14): 49-259.
7. Glynn, P.W. 1972. Observations on the ecology of the Caribbean and Pacific coasts of Panamá. Bull. Biol. Soc. Wash. 2: 13-30.
8. Glynn, P.W. 1977. Coral growth in upwelling and nonupwelling areas off the Pacific coa. of Panamá. J. Mar. Res. 35: 567-585.
9. Guzmán. H .M., D.R. Robertson & M.L. Diaz. 1991 - Distribución y abundancia de corales en el arrecife de Isla Júvana, Panamá. Rev. Biol. Trop. 39:225-231.
10. Holme, N.A. & A.D. McIntyre. 1984. Methods for the study of marine benthos . IBP Handbook No. 16. Blackwell, Oxford.
11. Keen, M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. Stanford, California.

1000 pp.

12. Kwiecinski, B. & L. D'Croz. 1994. Oceanografía y calidad del agua. SCIENTA. (2): 31-49.

13. Kwiecinski, B., A.L. Jaén & A.M. Muschett. 1975. Afloramiento en el golfo de Panamá durante la temporada de 1973. An. Centro Cienc. del Mar y Limnolo. Univ. Nal. Autón. Mexico (2): 73-80.

14. Kwiecinski, B., H. Garcés & L. D'Croz. 1994. Calidad de los sedimentos. SCIENTA. (2): 50-59.

15. Liñeros, I. 1997. Poliquetos Bénticos de Venezuela. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná. Pp. 148.

16. Rodríguez, G. 1980. Los Crustáceos del Caribe Venezolano. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas. 494 pp.

17. SALAZAR-VALLEJO, S.I., J.A. DE LEÓN-GONZÁLEZ Y H. SALAICES-POLANCO. 1989 (1988). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Libros, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, 212 p.

RESPUESTA 16 LITERAL b)

Se realizó un muestreo biológico marino en área o tramo de la calzada de Amador o Causeway al Chorrillo. El área de estudio incluye 5 estaciones de muestreo donde se realizó coletas de Benthos y Tres áreas donde se realizó arrastre de Fitoplancton y zooplancton.

La colecta se realizó con el método más común el dragado, con la ayuda de Muestreador de Fondo Marino draga tipo EKMAN, con un área de atrapada 15 x15 cc operada desde una embarcación. Una vez tomada la muestra y fijada con formol al 5%, se llevó al laboratorio para ser lavada y pasada por un tamiz de 1.0 mm y 0.5 mm de apertura de maya para su posterior identificación mediante clave taxonómica Fauchald (1977), Salazar – Vallejos (1991) y Liñeros (1997) para los poliquetos. Para los moluscos Abbott, 1954; Keen, 1971 y Los crustáceos Rodríguez, 1980.

Para la colecta de fitoplancton y zooplancton se utilizó una red tipo bongo de 25cm de diámetro con colectores de 50 micras para el fitoplancton y 125 micras para el zooplancton, mediante la acción de arrastre por 15 minutos desde un bote a 1.0 nudos de velocidad.

La identificación taxonómica del fitoplancton y zooplancton, observadas en las muestras analizadas, se realizó utilizando literatura especializada, las que incluye: claves indexadas, claves ilustradas, descripciones, manuales, iconografías diatomológicas, libros de textos, como por ejemplo, González de Infante (1988), Dillard (1990, 2000), Wehr y Shealht (2003), Parra et al., (1982, 1983); Soler et al., (2012), e iconografías de autores como Kramer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991), Universidad de Concepción (2011), entre otros.

Para la revisión de la Fauna de Litoral rocoso, que incluye los animales sésiles que viven asociados a las rocas, así como los corales, se hizo una revisión de rocas durante marea baja. En el [Anexo 01](#), se presentan los resultados de los muestreos realizados.

RESPUESTA 16 LITERAL c)

En el [Anexo 05](#) se observa la información de los estudios de socavaciones, sedimentación y oleajes, donde, en resumen, se describe que los oleajes oceánicos más frecuentes en esta zona son extremadamente débiles y ello no se verá afectado significativamente por la presencia de los estribos del puente.

Los oleajes generados por vientos locales del cuadrante Este, poco frecuentes, se verán afectados localmente en las zonas de sombra de los estribos, especialmente en el caso del estribo Sur, mientras que la zona del embarcadero existente tendrá modificaciones variables de la agitación según el ángulo de incidencia del oleaje, que estarán en el orden de +/- 10% de los valores actuales.

En relación con las actividades de la etapa constructiva, aunque no resulta probable que la alteración del oleaje y las corrientes que se produzcan generen efectos morfológicos permanentes en el lecho, si las mismas implicaran modificaciones significativas del entorno del puente, antes de la estabilización del lecho para la circulación del equipamiento bajo la traza y las estructuras necesarias para el hincado de los pilotes se presentará el análisis respectivo.

El proyecto contempla la colocación de pilotes dentro del agua y por ende habrá un gran movimiento de sedimentos de fondo, los cuales serán controlados con barreras de sedimentación que evitara que exista más movimientos en la columna de agua.

Como el área queda completamente seca en marea baja y cuando sube suspende sedimento, la fauna y/o flora base de la cadena trófica es poco afectada porque se mueve junto con el movimiento del agua al igual que el zooplancton y los consumidores primarios.

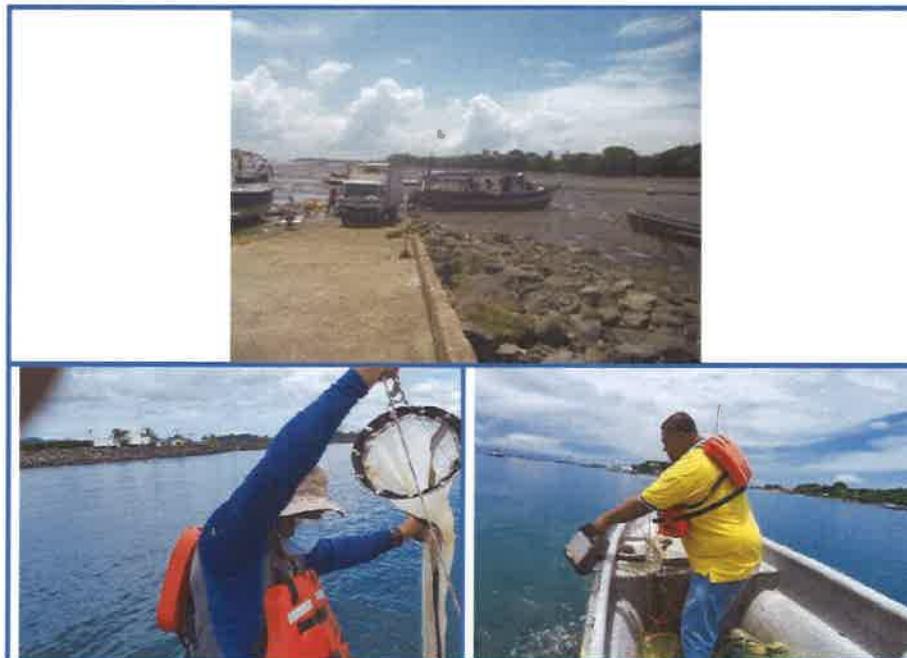
ANEXOS

ANEXO 01 INFORME LINEA BASE DE FAUNA ACUÁTICA

INFORME LÍNEA BASE DE FAUNA ACUÁTICA

MONITOREO DE ECOSISTEMAS MARINOS

PROYECTO CALZADA DE AMADOR- CHORRILLO.



Documento: Informe Línea Base Fauna Acuática EIAs
Preparado para: Ampliación solicitada para el proyecto
ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y
FINANCIAMIENTO PARA LA
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3 –
CALZADA DE AMADOR

Fecha de emisión: Octubre, 2021

Preparado por: **Lic. Carlos A. Vega M. MSc.**
Biología Acuática
Lic. José Rincón C.
Biólogo-Zoólogo

BIOTA MARINA

La Biota marina son aquellos organismos que se encuentran en la columna de agua o aquellos organismos que viven en la superficie de los fondos marinos (epifauna) o enterrados en ellos (infauna). La biota marina se distribuye entre la zona litoral rocas, sublitoral y los fondos marino (Earll & Erwin, 1983).

Dentro del área incluida para monitoreo se encuentra la Calzada de Amador al tramo Cinta Costera III en el Chorrillo, se han realizado algunos estudios de la comunidad bentónica, fito y zooplancton. En el área adyacente al Canal de Panamá en el Pacífico los estudios previos han considerado el litoral arenoso (Dexter 1979, Brusca & Weinberg 1987, Kensley & Kaufman 1988, Kwiecinski, Garcés y D'Croz (1994), Garcés (1994), Gómez, Liñeros y Villalaz (2000), Gómez, Villalaz y Vega (2001), Gómez, Villalaz y Vega (2002), Gómez y Vega (2005), Nuñez y Vega (2010). Y Proyecto del Saneamiento de la Bahía Mariño, Aranzadi y Vega (2014-2015 y 2017-2021).

La biota marina de la Bahía de Panamá, está constituida por Poliquetos, Moluscos, Crustáceos, Equinodermos, Nematodos y Sipunculidos, algas de diversos tipos, así como, minúsculos organismos que a veces se capturan en la columna de agua, y que pertenecen al Meroplancton (aquellos conformados por larvas de invertebrados y alevines de peces que solamente pasan una parte de su ciclo de vida como miembros del zooplancton). Kwiecinski y colaboradores (1994).

METODOLOGIA

Área de estudio

Durante los días 2 al 4 de agosto, 2021 se realizó un muestreo biológico marino en área o tramo de la calzada de Amador o Causeway al Chorrillo. El área de estudio incluye 5 estaciones de muestreo donde se realizó coletas de Benthos y Tres áreas donde se realizó arrastre de Fitoplancton y zooplancton. En la siguiente tabla se identifican los sitios de muestreo del medio biológico marino (Cuadro 1) (Figuras anexo).

La colecta se realizó con el método más común el dragado, con la ayuda de Muestreador de Fondo Marino draga tipo EKMAN, con un área de atrapada 15 x 15 cc operada desde una embarcación. Una vez tomada la muestra y fijada con formol al 5%, se llevó al laboratorio para ser lavada y pasada por un tamiz de 1.0 mm y 0.5 mm de apertura de maya para su posterior identificación mediante clave taxonómica Fauchald (1977), Salazar – Vallejos (1991) y Liñeros (1997) para los poliquetos. Para los moluscos Abbott, 1954; Keen, 1971 y Los crustáceos Rodríguez, 1980 (ver anexo).

Para la colecta de fitoplancton y zooplancton se utilizó una red tipo bongo de 25cm de diámetro con colectores de 50 micras para el fitoplancton y 125 micras para el zooplancton, mediante la acción de arrastre por 15 minutos desde un bote a 1.0 nudos de velocidad.

La identificación taxonómica del fitoplancton y zooplancton, observadas en las muestras analizadas, se realizó utilizando literatura especializada, las que incluye: claves indexadas, claves ilustradas,

descripciones, manuales, iconografías diatomológicas, libros de textos, como por ejemplo, González de Infante (1988), Dillard (1990, 2000), Wehr y Shealht (2003), Parra et al., (1982, 1983); Soler et al., (2012), e iconografías de autores como Kramer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991), Universidad de Concepción (2011), entre otros.

Para la revisión de la Fauna de Litoral rocoso, que incluye los animales sesiles que viven asociados a la rocas, así como los corales, se hizo una revisión de rocas durante marea baja

Cuadro 1. Coordenadas UTM (WGS 84) de los muestreos de fauna marina Terminal de Ferry Amador.

SITIOS	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
P1	661218	986302
P2	661049	986473
P3	666797	986733

Fuente: Este estudio.

▪ **Fitoplancton**

El cuadro 2 presenta un resumen de los datos promedios del fitoplancton dominante en el área de muestreo. La mayor densidad de células se registró en la Est. 3, con un promedio de 298.21 cél./mL seguida de la Est. 1 con 211.56 cél./mL y la Est. 2 con 142.25 cél./mL. En el inventario de células se registraron cuatro grandes taxas, representadas por diatomeas como: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Miozoa. Se identificaron alrededor de unas veintitres especies, a nivel de género, encontrándose una dominancia numérica en la estructura de la comunidad de especies de *Skeletonema* sp., *Thalassionema nitzschiooides*, *Coscinodiscus cf. concinnus* y *Chaetoceros dentificalatus*, en las tres estaciones muestreadas (Cuadro 3) (Anexo I).

Cuadro 2. Densidad de fitoplancton, expresada en N° cél./mL⁻¹, colectado en las estaciones aledañas a área de estudio.

Estación 1	Estación 2	Estación 3
211.56	142.25	298.21

Cuadro 3. Lista de las especies dominantes del fitoplancton colectado en las estaciones aledañas al área de estudio.

División	Especies	Est. 1	Est. 2	Est. 3
Bacillariophyta	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg			X
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira</i> sp		X	X
Bacillariophyta	<i>Chaetoceros dentificalatus</i> H.S. Lauder		X	
Bacillariophyta	<i>Coscinodiscus cf. concinnus</i> Ehrenberg	X	X	X
Bacillariophyta	<i>Ditylum brightwellii</i> (T. West) Grunow		X	X
Bacillariophyta	<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Peragallo	X	X	X

Bacillariophyta	<i>Iconella capronii</i> (Brébisson & Kitton) Ruck & Nakov			X
Bacillariophyta	<i>Navicula</i> sp.	X	X	X
Bacillariophyta	<i>Neocalyptrella robusta</i> Hernández-Becerril & Meave del Castillo	X		X
Bacillariophyta	<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs	X	X	X
Bacillariophyta	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	X		
Bacillariophyta	<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström		X	
Bacillariophyta	<i>Pseudosolenia</i> sp.	X	X	X
Bacillariophyta	<i>Skelotema</i> sp.	X	X	X
Bacillariophyta	<i>Stenopterobia intermedia</i> Van Heurck ex Hanna		X	
Bacillariophyta	<i>Thalassionema nitzschiooides</i> (Grunow) Mereschkowsky	X	X	X
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira bramaputrae</i> (Ehrenberg) Häkansson & Locker	X		X
Chlorophyta	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	X		X
Chlorophyta	<i>Staurastrum longipes</i> (Nordstedt) Teiling		X	
Cyanobacteria	<i>Anabaena</i> sp.		X	X
Miozoa	<i>Ceratium hirundinella</i> (O F Müller) Dujardin	X	X	X
Miozoa	<i>Tripos macroceros</i> (Ehrenberg) F. Gómez		x	
Miozoa	<i>Tripos</i> sp1	X		
	Total	13	15	17

Fuente: Este estudio Calzada Amador – Chorrillo, 2021.

▪ Zooplancton

La composición sobre la abundancia de los organismos zooplanctónicos se presentan en el Cuadro 4. Los organismos estuvieron representados por veinte taxa siendo la más dominante en las tres estaciones los copépodos *Evdadne* sp, seguidos de larvas de poliqueto y Cirripedos nauplios, observando la densidad más alta de copépodos en la Estación 1. (Anexo II)

Cuadro 4. Densidad de zooplancton, colectado en las estaciones aledañas al área de estudio.

Taxa	Especie	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Radiolaria	<i>Radiolario</i>	X	X	X
Annelida	<i>Larva poliqueto</i>	X		X
Chaetognatha	<i>Sagitta</i> sp.	X	X	X
Arthropoda	<i>Nauplio</i>	X	X	X
	<i>Acartia tonsa</i>	X	X	X
	<i>Calanus</i> sp.	X	X	X
	<i>Paracalanus</i> sp.	X	X	X
	<i>Parvocalanus</i> sp.	X	X	X
	<i>Labidocera</i> sp.		X	X
	<i>Tortanus</i> sp.	X	X	X

<i>Euterpina sp.</i>	X	X	X
<i>Ditrichocorycaeus amazonicus</i>	X	X	X
<i>Halicyclops spp.</i>		X	X
<i>Oithona spp.</i>	X	X	X
<i>Oncaea sp.</i>		X	X
<i>Evadne sp.</i>	X	X	X
<i>Cirripedo Nauplio</i>		X	X
<i>Decapoda Zoea</i>	X	X	X
Molusca	<i>Larva Gasterópodo</i>	X	X
Chordata	<i>Oikopleura sp.</i>	X	X
TOTAL	16	18	20

Fuente: Fuente: Este estudio Calzada Amador – Chorrillo, 2021.

■ FAUNA BENTÓNICA

Cuadro XX. Coordenadas UTM (WGS 84) de los muestreos de Fauna Bentónica.

SITIOS	COORDENADA	
	ESTE	NORTE
P1	659935,8	988841,52
P2	659752,4	988871,52
P3	659690,4	989117,04
P4	659903,6	989271,48
P5	659629,7	989024,64

Fuente: Este estudio.

Se colectaron un total de 285 organismos pertenecientes a tres taxas (Mollusca, Annelida y Crustáceo), de los cuales el más abundante fue Moluscos, con 146 organismos colectados, lo cual representa 39.4% del total. El segundo grupo en orden de abundancia fue Anelida Poliquetos con 114 organismos que representa el 32.1%, seguido de Crustáceos con 25 organismos el 25.2% (Cuadro 5).

La distribución de la abundancia total de organismos en las cinco sitios o estaciones fue similar en los sitios 1 y 3 con 77 y 74 organismos colectados respectivamente. Mientras que en los otros sitios fue el menos abundante y homogénea entre 48 y 58 organismos respectivamente.

Annelida:

Los anélidos estuvieron representados por la clase Polychaeta, con un total de 14 taxa cada una perteneciente a una familia. Las familias más abundantes son Glyceridae (Glyceria sp) con 22 y

TAXAS	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	TOTAL
Moluscos						146
<i>Anachis sp.</i>	3	1	9	4	6	23
<i>Cadulus sp.</i>	1	0	3	0	0	4
<i>Olivella sp.</i>	5	3	9	12	10	39
<i>Turbanilla sp.</i>	1	4	2	7	6	20
<i>Anadara sp.</i>	2	0	4	0	0	6
<i>Strombina sp.</i>	0	1	0	2	0	3
<i>Adrana sp.</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Tellina sp.</i>	10	5	11	8	6	40
<i>Lioberus sp.</i>	1	0	1	1	0	3
<i>Acmaea sp.</i>	2	0	0	1	0	3
<i>Nasarius sp.</i>	7	3	1	5	4	20
<i>Trachycardium sp.</i>	1	1	0	0	1	3
Poliquetos						114
<i>Mangelia sp.</i>	2	0	0	1	1	4
<i>Sabellidae sp.</i>	0	0	1	3	0	4
<i>Glyceridae sp.</i>	5	9	4	3	1	22
<i>Phyllodocidae</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Capitellidae</i>	7	3	8	1	2	21
<i>Arenicola sp.</i>	6	1	2	1	0	10
<i>Cirratulidae</i>	3	5	4	1	1	14
<i>Onuphidae</i>	2	0	0	0	3	5
<i>Goniadidae</i>	3	2	1	0	1	7
<i>Cossuridae</i>	0	2	0	0	1	3
<i>Spionidae</i>	3	0	0	1	0	4
<i>Paraonidae</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Nereis sp.</i>	5	2	2	1	2	12
<i>Magelona sp.</i>	2	1	0	0	2	5
Crustáceos						25
<i>Gammaridae</i>	3	0	0	1	0	4
<i>Cumaceo</i>	2	5	0	1	0	8
<i>Isópodo</i>	0	0	10	2	1	13
TOTAL	77	48	74	58	48	285

Capitellidae con 21 individuos. Los sitios 1 y 3 fueron los más abundantes. Mientras que los sitios 2 fue el menos abundante con 48 individuos.

Cuadro 5. Número de organismos colectados en el bentos marino en las cinco estaciones dentro del área del Proyecto.

Fuente: Fuente: Este estudio Calzada Amador – Chorrillo, 2021.

Mollusca

Los moluscos estuvieron representados por 12 especies, entre las que destaca por su abundancia el bivalvo *Tellina* sp., y *Olivella* sp., con 40 y 39 organismos respectivamente. La distribución de la abundancia en los cinco sitios de muestreos estuvo representada por los sitios 3 y 4, con un máximo de 40 y 41 individuos respectivamente (Cuadro 5) (Anexos).

Crustáceos

Esta taxocenosis estuvo representada por tres grupos, de los cuales el más abundante fue el de los Isópodos, particularmente con 13 organismos; otro grupo de relativa abundancia fue el de los Cumaceos, con un total de 8 organismos para el conjunto de los cinco sitios (Cuadro 5). El sitio 3 presentó la mayor abundancia con 10 organismos.

Fauna de Litoral Rocoso

Durante el recorrido de la costa rocosa que comprende el pedraplen de la Calzada de Amador se pudo observer algunas especies como: Crustáceos (*Sesarma* sp., *Uca* sp., *Portunus* sp., *Geograpsus* sp., y *Balanus* sp.) todos viven en cuavas o gritas que se producen entre roca y roca. Moluscos aderreidos a las rocas como: *Crassostrea rizophorae* u *Ostiión*, otras conchas como *Murex* sp., *Argopecten* sp., y algunas esponjas del genero *Mycales* sp., con ninguna importancia ecológica, su crecimiento es común en este tipo de ambiente.

• CORALES

Los arrecifes de corales, son los ecosistemas marinos más diversos que existen y donde se encuentran gran cantidad de especies. Pero además, son centro de interacciones complejas entre diferentes especies. En el pacífico panameño los arrecifes mayor conservados y cercanos al Proyecto se encuentran ubicados en el Archipiélago de las Perlas y Isla de Taboga, Golfo de Panamá, área de afloramientos y cercanos a la costa se han descritos pequeños parches en las islas de Taboguilla, Taboga y Uraba. (Glynn et.al.1972, Glynn 1977, Guzmán' et al. 1991).

Dentro del área de Proyecto se hicieron verificaciones de campo para ver si existen colonias de arrecifes coralinos. Dejando en evidencia que dentro del área del Proyecto y áreas de influencia directa e indirecta no hay colonias de ni arrecifes de corales como se observa en las fotos 1 y 2.



Foto 1 y 2. Imágenes del pedraplen y orillas de las rocas en el muelle de embarque y desembarque Cooperativa de Pescadores del Chorrillo.

• **ESPECIES INDICADORAS**

Dentro de la línea base establecida no se encontró especie indicadora, o que puedan ser utilizadas como indicadora. Sin embargo, en su conjunto forman el primer eslabón de la cadena trófica o productividad primaria que es la base para mantener los juveniles de algunas especies.

• **ESPECIES AMENAZADAS, ENDÉMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN**

En cuanto a la línea base establecida para el presente estudio, podemos mencionar que no existe alguna especie que se encuentre protegida por la legislación nacional (EPL) o especies consideradas dentro del Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, por sus siglas en inglés) o ninguna otra que se encuentre reportada como especie en peligro por la Unión *Internacional para la Conservación de la Naturaleza* (IUCN).

• **ECOSISTEMAS FRÁGILES**

Dentro del área total del Proyecto, no se registraron ecosistemas frágiles como humedales, arrecifes de corales u otros ecosistemas que proveen hábitats para especies de flora y fauna, y en particular especies migratorias y de algunas especies catalogadas en peligro.

LITERATURA CITADA

Abbott, R.T. 1954. American Seashells. D. Van Nostrand Company, Inc. 541 pp.

Barnes, R.D. 1980. Invertebrate Zoology. Saunders College. 1089 pp.

D'Croz, L., J.B. del Rosario & J.A. Gómez. 1991. Upwelling and phytoplankton in the Bay of Panama. *Rev. Biol. Trop.*, 39 (2): 233-241.

D'Croz, L., J.B. del Rosario & J.A. Gómez. 1991. Actualización en la Caracterización de la Contaminación Microbiológica en la Bahía de Panamá. CONAMA. Ministerio de Planificación y Política Económica.

Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms, Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County. 188 pp.

Forsbergh, E.D. 1969. On the climatology, oceanography, and fisheries of the PanamaBight. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* (14): 49-259.

Glynn, P.W. 1972. Observations on the ecology of the Caribbean and Pacific coasts of Panamá. *Bull. Biol. Soc. Wash.* 2: 13-30.

Glynn, P.W. 1977. Coral growth in upwelling and nonupwelling areas off the Pacific coast of Panamá. *J. Mar. Res.* 35: 567-585.

Guzmán, H. M., D.R. Robertson & M.L. Diaz. 1991 - Distribución y abundancia de corales en el arrecife de Isla Jiquana, Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 39:225-231.

Holme, N.A. & A.D. McIntyre. 1984. Methods for the study of marine benthos. IBP Handbook No. 16. Blackwell, Oxford.

Keen, M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. Stanford, California. 1000 pp.

Kwiecinski, B. & L. D'Croz. 1994. Oceanografía y calidad del agua. SCIENTA. (2): 31-49.

Kwiecinski, B., A.L. Jaén & A.M. Muschett. 1975. Afloramiento en el golfo de Panamá durante la temporada de 1973. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mexico* (2): 73-80.

Kwiecinski, B., H. Garcés & L. D'Croz. 1994. Calidad de los sedimentos. SCIENTA. (2): 50-59.

Liñeros, I. 1997. Poliquetos Bénticos de Venezuela. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná. Pp. 148.

Rodríguez, G. 1980. Los Crustáceos del Caribe Venezolano. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas. 494 pp.

SALAZAR-VALLEJO, S.I., J.A. DE LEÓN-GONZÁLEZ Y H. SALAICES-POLANCO. 1989 (1988). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Libros, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, 212 p.

ANEXO



Foto 1. Área de toma de muestras biológicas, Calzada de Amador y el Chorrillo



Foto 2. Colecta de Fito y Zooplancton con red tipo bongo



Foto 3. Colecta de muestras de BENTOS, empleando draga Ekman

ANEXO I (FITOPLANCTON)



Foto 4. *Thalassionema nitzschioides*



Foto 5. *Coscinodiscus cf. concinnus*



Foto 6. *Chaetoceros cf. denticulatus*



Foto 7. *Skeletonema sp*

ANEXO II (ZOOPLANCTON)



Foto 8. *Cladocero: Evadne sp.*

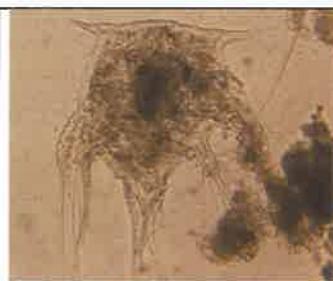


Foto 9. *Nauplio de Cirripeda*



Foto 10. *Chaetognatha (Sagitta sp.)*



Foto 11. *Copepodos*

ANEXO III (FAUNA BENTONICA)

	
Foto 12. Spionidae	Foto13. Cirratulidae
	
Foto 14. Olivella	Foto 15. Tellina
	
Foto 16. Turbonilla	Foto 17. Nassarius sp

ANEXO IV. Especies Colectadas Pesquería.



Foto 18. *Arothron hispidus*



Foto 19. *Cyclopetta quema*



Foto 20. *Urotrygon aspidura*



Foto 21. *Callinectes arquatus*

ANEXO 02. Resolución de aprobación de EsIA - Resolución DRPM-SEIA-066-2021) del Proyecto "Patio logístico temporal en Cinta Costera 3 para el proyecto Estudio, Diseño, Construcción y Financiamiento para la Interconexión Cinta Costera 3-Calzada de Amador".

REPÚBLICA DE PANAMÁ
— GOBIERNO NACIONAL —

MINISTERIO DE
AMBIENTE

REPÚBLICA DE PANAMÁ
MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN REGIONAL DE PANAMÁ METROPOLITANA
RESOLUCIÓN DRPM-SEIA- 066 -2021
De 10 de Septiembre de 2021

Por la cual se aprueba el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría I, correspondiente al proyecto denominado "**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**", cuyo promotor es **CONSTRUCTORA URBANA S.A.**

El suscrito Director Regional, encargado del Ministerio de Ambiente en Panamá Metropolitana, en uso de sus facultades legales y,

CONSIDERANDO:

Que la la sociedad CONSTRUCTORA URBANA S.A.; persona jurídica registrada en el Registro Público a Folio No. 20812 a través de su apoderado en representación legal en ausencia del titular el señor JULIO CÉSAR CONCEPCIÓN TRIVIÑO, varón mayor de edad de nacionalidad panameña, con número de cedula de identidad personal No. 8-399-974, propone realizar el proyecto denominado "**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**".

Que en virtud de lo antedicho, en fecha 16 de agosto de 2021 la sociedad CONSTRUCTORA URBANA S.A.; persona jurídica registrada en el Registro Público a Folio N°. 20812 a través de su apoderado en representación legal en ausencia del titular el señor JULIO CÉSAR CONCEPCIÓN TRIVIÑO, varón mayor de edad de nacionalidad panameña, con número de cedula de identidad personal No. 8-399-974, presentó la solicitud de evaluación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría I, proyecto denominado "**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**", ubicado en el corregimiento Chorrillo, distrito de Panamá y provincia de Panamá, elaborado bajo la responsabilidad de los consultores profesionales la señora LILLIAN BERNARD registro (IRC-018-08), el señor MARCELINO MENDOZA registro (IRC-019-2019), la señora EILLEN MURRAY registro (IRC-010-2020), personas naturales, debidamente inscrito en el registro de consultores lleva el Ministerio de Ambiente respectivamente.

Que de acuerdo la documentación aportada por el peticionario junto al memorial de solicitud correspondiente, el proyecto consiste en la adecuación de un área para la construcción y operación de las siguientes actividades temporales mediante los siguientes componentes:

- Adecuación de caminos internos y de acceso.
- Acopio de materiales (capa base, arena, boulder, material no clasificado)
- Cerca perimetral.
- Reubicación de cancha y amenidades existente.
- Oficina del contratista
- Almacén de equipos de seguridad vial y otros.

Este patio contará con una cerca perimetral de 401 ml, la cual, además de mantener un control de acceso de personas externas, permite establecer controles de toma de temperatura y seguridad social. El área que se ha destinado para el patio temporal logístico en Cinta Costera 3 es de aproximadamente 8953.92m². Dentro del alcance del proyecto se localiza una estructura deportiva (cancha de basket) la cual requiere ser reubicada.

MINISTERIO DE AMBIENTE
RESOLUCIÓN N°. DRPM-SEIA- 066 -2021
FECHA: 10 de Septiembre de 2021
FIRMAS: DRPM-SEIA

El proyecto se desarrollará en una superficie aproximada de 8953.92 m², en áreas de servidumbre de la Cinta Costera Cinta Costera 3, cuyo administrador es el Ministerio de Obras Públicas bajo el Decreto Ejecutivo No. 281 del 15 de diciembre de 2017 "Por el Cual Reglamenta la Administración, Uso, Mantenimiento y Aprovechamiento del Parque Urbano Lineal Costero, denominado Cinta Costera", que a través del contrato UAL-1-43-2020, "Estudio, Diseño, Construcción y Financiamiento para la Interconexión Cinta Costera 3-Calzada de Amador" se celebra acuerdo con el Ministerio de Obras Públicas y la empresa CONSTRUCTORA URBANA S.A.; para la realización de esta obra incluida dentro de los alcance de este contrato. Se presentan las coordenadas UTM (Universal Transversal Mercador) del proyecto, referenciadas en el DATUM WGS84:

Punto	Norte	Este
1	989369.586	659930.547
2	989322.39	659951.618
3	989317.198	659931.567
4	989286.321	659882.351
5	989268.779	659859.681
6	989253.575	659825.026
7	989291.588	659816.83
8	989315.436	659812.647
9	989327.232	659815.692
10	989337.408	659820.419
11	989345.056	659826.947
12	989347.122	659834.829
13	989347.751	659850.949
14	989352.327	659860.256
15	989362.79	659874.137
16	989366.248	659884.541
17	989364.507	659901.65
18	989364.353	659922.683
19	989369.586	659930.547
20	989369.586	659930.547
21	989369.586	659930.547

Dichas coordenadas fueron remitidas para su revisión a la Dirección Nacional de Evaluación Ambiental del Ministerio de Ambiente y determinándose que con los datos proporcionados se generó un polígono (9101.04 m²). El mismo se ubica fuera de los límites del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, se localiza en el corregimiento El Chorrillo, distrito de Panamá, provincia de Panamá. Adjunto a expediente administrativo.

Que en fecha 19 de agosto 2021 17, mediante Proveído DRPM-SEIA-075-2021; la Sección de Evaluación de Impacto Ambiental de la Dirección Regional Panamá Metropolitana del Ministerio de Ambiente, ADMITE la solicitud de Evaluación de Impacto Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, categoría I, del proyecto "PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR" y ORDENA el inicio de la fase de Evaluación y Análisis correspondiente, en virtud de lo establecido para tales efectos en el Decreto Ejecutivo No.123 de 14 de agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 155 de 5 de agosto de 2011, y el Decreto Ejecutivo No. 975 de 23 de agosto de 2012.

En fechas 2 y 4 de agosto de 2021, realizaron la aplicación de las entrevistas presentada por el promotor, considero los resultados para el proceso de participación ciudadana desarrollado durante el transcurso del procedimiento de elaboración del EsIA, ponderando las observaciones formuladas por la ciudadanía y comunidad afectada durante el proceso de consulta formal. Cumpliendo con el mecanismo establecido para la elaboración de las encuestas para los EsIA categoría I.

MINISTERIO DE
AMBIENTE
REPUBLICA DE PANAMA
GOBIERNO NACIONAL

Que en Fase de Evaluación y Análisis del Estudio de Impacto Ambiental correspondiente, ocurrieron los siguientes acontecimientos:

Que en fecha 23 de agosto de 2021, la Dirección Regional de Panamá Metropolitana del Ministerio de Ambiente emitió nota DRPM-649-2021; dirigido al señor JULIO CESAR CONCEPCION TRIVIÑO, representante legal de la sociedad promotora CONSTRUCTORA URBANA S.A.; a través de la cual se establece que en fecha 24 de mayo de 2021, se realizará inspección técnica ocular al área de desarrollo del proyecto “**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**”.

Que en fecha 24 de agosto de 2021, se realiza inspección técnica ocular al polígono propuesto para el desarrollo del proyecto “**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**”, con el fin de verificar las características descritas para los ambientes físicos, biológicos, socioeconómicos del referido Estudio de Impacto Ambiental evaluativo.

Que en fecha 30 de agosto de 2021, se elaboró informe técnico de inspección ocular No. 012-2021, con el objetivo de realizar inspección técnica ocular al área propuesta para el desarrollo del proyecto a fin de determinar si las características descritas para los ambientes físicos, biológicos, socioeconómicos referidas en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto denominado proyecto “**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**”; guardan correlación con las características observadas en campo. Donde se determinó solicitar información complementaria a fin de aclarar las observaciones indicadas en el presente informe y evaluar la viabilidad ambiental del Estudio de Impacto Ambiental presentado.

Que luego de la evaluación integral del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría I, del proyecto denominado “**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**”, la Sección de Evaluación de Impacto Ambiental de la Dirección Regional del Ministerio de Ambiente en Panamá Metropolitana mediante Informe Técnico No. 068-2021 de Evaluación de Estudio de Impacto Ambiental, recomienda su aprobación, fundamentándose en que el mismo cumple los requisitos dispuestos en el Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009 y propone medidas de prevención y mitigación apropiadas sobre la base de los impactos y riesgos ambientales no significativos a generarse por el desarrollo del proyecto.

RESUELVE:

ARTÍCULO 1. APROBAR el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría I, correspondiente al proyecto denominado “**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**”, cuyo promotor la sociedad CONSTRUCTORA URBANA S.A.; con todas las medidas contempladas en el referido estudio, en Fase de Evaluación y Análisis, Informe Técnico respectivo y la presente resolución; las cuales se integran y forman parte de esta resolución.

ARTÍCULO 2. ADVERTIR a la sociedad CONSTRUCTORA URBANA S.A.; promotora del proyecto “**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**”, que deberá

MINISTERIO DE AMBIENTE
RESOLUCIÓN N°. DRPM-SEL-026-2021
FECHA: 10 de Septiembre de 2021
Página Única
Última Versión

incluir en todos los contratos y/o acuerdos que suscriba para su ejecución o desarrollo, el cumplimiento de la presente resolución y de la normativa ambiental vigente.

ARTÍCULO 3. ADVERTIR a la sociedad **CONSTRUCTORA URBANA S.A.**; que esta resolución no constituye una excepción para el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias aplicables a la actividad correspondiente.

ARTÍCULO 4. ADVERTIR al **PROMOTOR**, que en adición a los compromisos adquiridos en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, tendrá que:

- a. Colocar dentro del área del proyecto y antes de iniciar su ejecución, un letrero en un lugar visible con el contenido establecido en formato adjunto.
- b. El promotor deberá indicar por medio de nota, a la Dirección Regional de Panamá Metropolitana del Ministerio de Ambiente del inicio de ejecución de su proyecto.
- c. Construir una cerca perimetral, la cual servirá de protección y realizar los trabajos de desarrollo del proyecto dentro de la misma.
- d. Tramitar en la Dirección Regional de Panamá Metropolitana el pago en concepto de indemnización ecológica, por lo que contará con treinta (30) días hábiles, previo inicio de la construcción.
- e. Presentar ante la Dirección Regional del Ministerio de Ambiente en Panamá Metropolitana, un (1) informe cada seis (6) meses una vez iniciado la fase de construcción y un (1) informe final; sobre la implementación de las medidas de prevención y mitigación, de acuerdo a lo señalado en el Estudio de Impacto Ambiental y en esta resolución. Estos informes deberán ser elaborados por un Auditor Ambiental certificado por el Ministerio de Ambiente e independiente del promotor. Se deberá entregar un (1) ejemplar original impreso y tres (3) copias en formato digital (CD).
- f. Reportar de inmediato al Ministerio de Cultura (Mi Cultura), el hallazgo de cualquier objeto de valor histórico o arqueológico para realizar el respectivo rescate.
- g. El promotor del proyecto deberá cumplir con el Decreto Ejecutivo No. 036-03 de 17 de septiembre de 2003, publicado en la Gaceta Oficial No. 24892 de 22 de septiembre "Por el cual se establece una Política Nacional de hidrocarburos en la República de Panamá y se toman otras medidas".
- h. El promotor deberá respetar y cumplir con el Decreto Ejecutivo No. 281 del 15 de diciembre de 2017 "Por el Cual Reglamenta la Administración, Uso, Mantenimiento y Aprovechamiento del Parque Urbano Lineal Costero, denominado Cinta Costera", en su Capítulo II de la Administración de la Cinta Costera, en su artículo 5 literal b.
- i. Cumplir con la Ley 6 de 11 de enero de 2007, que dicta normas sobre el manejo de residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética en el territorio nacional.
- j. Cumplir con todas las medidas correspondientes y las autoridades competente con respecto desmonte, demolición y traslado de la cancha de baloncesto a remover.
- k. Responsabilizarse del Manejo Integral de los Desechos Sólidos que se generarán en el área de desarrollo del proyecto, con su respectiva ubicación final, durante las fases de construcción, operación y abandono; cumpliendo con la ley 66 de 10 de noviembre de 1946 – Código Sanitario.
- l. Cumplir con el Decreto Ejecutivo No. 2 de 15 de febrero de 2000, que reglamenta la salud, la higiene en la industria de la construcción.
- m. Cumplir con el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000, que reglamenta la descarga de efluentes líquidos directamente al sistema de recolección de aguas residuales.
- n. Cumplir con el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001 que adopta el Reglamento para la Higiene y Seguridad Industrial para el Control de la Contaminación Atmosférica en ambientes de Trabajo producidas por Sustancias Químicas.
- o. Cumplir con el Decreto No. 306 del 4 de septiembre de 2002, que adopta el Reglamento para el Control de Ruidos en Espacios Públicos, Áreas Residenciales o de Habitación, así como también en ambiente laboral y el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000.
- p. Cumplir con el Reglamento COPANIT 45-2000 Sobre Higiene y Seguridad en ambiente de trabajo donde se genera vibraciones.
- q. Si llegarse a presentarse cualquier conflicto durante el desarrollo del proyecto, que ocasiones afectaciones a la población contigua al mismo, el promotor del proyecto deberá

actuar siempre mostrando su mejor disposición y buena fe en función de conciliar con las partes involucradas.

ARTÍCULO 5. ADVERTIR a la sociedad **CONSTRUCTORA URBANA S.A.**; que si decide desistir de manera definitiva del proyecto, obra o actividad, deberá comunicarlo por escrito a la Dirección Regional del Ministerio de Ambiente en Panamá Metropolitana, en un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles, antes de la fecha en que pretende iniciar la implementación de su Plan de Recuperación Ambiental y de Abandono.

ARTÍCULO 6. ADVERTIR a la sociedad **CONSTRUCTORA URBANA S.A.**; que deberá presentar ante el Ministerio de Ambiente, cualquier modificación del proyecto "**PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3-CALZADA DE AMADOR**", que de conformidad con el artículo 20 del Decreto Ejecutivo No. 123 de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 975 de 23 de agosto de 2012, Decreto Ejecutivo 36 de 3 de junio de 2019.

ARTÍCULO 7. ADVERTIR a la sociedad **CONSTRUCTORA URBANA S.A.**; que si infringe la presente resolución, o de otra forma provoca riesgo o daño al ambiente, se procederá con la investigación y sanción que corresponda, conforme a lo dispuesto en el Texto Único de la Ley 41 de 1 de julio de 1998, sus reglamentos y normas complementarias.

ARTÍCULO 8. La presente resolución empezará a regir a partir de su notificación y tendrá vigencia de dos (2) años, para el inicio de la ejecución del proyecto, contados a partir de la misma.

ARTÍCULO 9. NOTIFICAR a la sociedad **CONSTRUCTORA URBANA S.A.**; el contenido de la presente resolución.

ARTÍCULO 10. ADVERTIR a la sociedad **CONSTRUCTORA URBANA S.A.**; que contra la presente resolución, podrá interponer el recurso de reconsideración dentro del plazo de cinco (5) días hábiles, contados a partir de su notificación.

FUNDAMENTO DE DERECHO: Texto Único de la Ley No.41 de 1998, Ley 8 de 25 de marzo de 2015, Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009, Decreto Ejecutivo No.155 de 5 de agosto de 2011, Decreto Ejecutivo No. 36 de 03 de junio de 2019 y demás normas complementarias y concordantes.

Dada en la ciudad de Panamá, a los Diez (10) días, del mes de Septiembre, del año dos mil veintiuno (2021).

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE.


ENRIQUE CASTILLO
Director Regional del Ministerio de
Ambiente en Panamá Metropolitana,
encargado

CONSEJO TÉCNICO NACIONAL
DE AGRICULTURA
ENRIQUE CASTILLO GONZÁLEZ
DIRECTOR REGIONAL DE PANAMÁ METROPOLITANA
IDONEIDAD N° 25850010


CONSEJO TÉCNICO NACIONAL
DE AGRICULTURA
JUAN DE DIOS ABREGO
DIRECTOR REGIONAL DE PANAMÁ METROPOLITANA
IDONEIDAD N° 25850010

JUAN DE DIOS ABREGO

Jefe de la Sección de Evaluación de Impacto
Ambiental

MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN METROPOLITANA

Hoy 13 de Septiembre de 2021
a las 10:35 horas
personalmente a
de la presente resolución

Notificado
13-9-2021
Cédula 3-975-002

MINISTERIO DE AMBIENTE
RESOLUCIÓN N° DPM-SEI-006
FECHA 10 de Septiembre de 2021
Página 24 de 24
FIRMAS

ADJUNTO

Formato para el letrero
Que deberá colocarse dentro del área del Proyecto

Al establecer el letrero en el área del proyecto, el promotor cumplirá con los siguientes parámetros:

1. Utilizará lámina galvanizada, calibre 16, de 6 pies x 3 pies.
2. El letrero deberá ser legible a una distancia de 15 a 20 metros.
3. Enterrarlo a dos (2) pies y medio con hormigón.
4. El nivel superior del tablero, se colocará a ocho (8) pies del suelo.
5. Colgarlo en dos (2) tubos galvanizados de dos (2) y media pulgada de diámetro.
6. El acabado del letrero será de dos (2) colores, a saber: verde y amarillo.
 - El color verde para el fondo.
 - El color amarillo para las letras.
 - Las letras del nombre del promotor del proyecto para distinguirse en el letrero, deberán ser de mayor tamaño.
7. La leyenda del letrero se escribirá en cinco (5) planos con letras formales rectas, de la siguiente manera:

Primer Plano: PROYECTO: "PATIO LOGÍSTICO TEMPORAL EN CINTA COSTERA 3 PARA EL PROYECTO ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3- CALZADA DE AMADOR"

Segundo Plano: TIPO DE PROYECTO: CONSTRUCCIÓN.

Tercer Plano: PROMOTOR: CONSTRUCTORA URBANA S.A.;

Cuarto Plano: ÁREA: 8953.92 m²,

Quinto Plano: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA I, APROBADO POR EL MINISTERIO DE AMBIENTE, MEDIANTE RESOLUCIÓN No. DRPM-SEIA- 066 -2021 DE 10 DE Septiembre DE 2021.

Julio C. Concepción T. para esas
Nombre y apellidos
(en letra de molde) Firma

8-399-974
No. de Cédula de I.P.

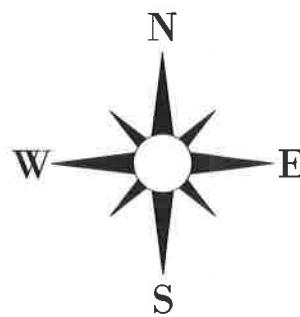
13/7/2021
Fecha



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

**RESPUESTA A LA NOTA DEIA-DEEIA-AC-0164-0610-2021
ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3- CALZADA
DE AMADOR® PROVINCIA DE PANAMÁ.**

**ANEXO 03: PLANOS DE SUPERFICIES QUE SERÁN AFECTADAS EN
LAS FINCAS N° 207514 Y N° 158012.**

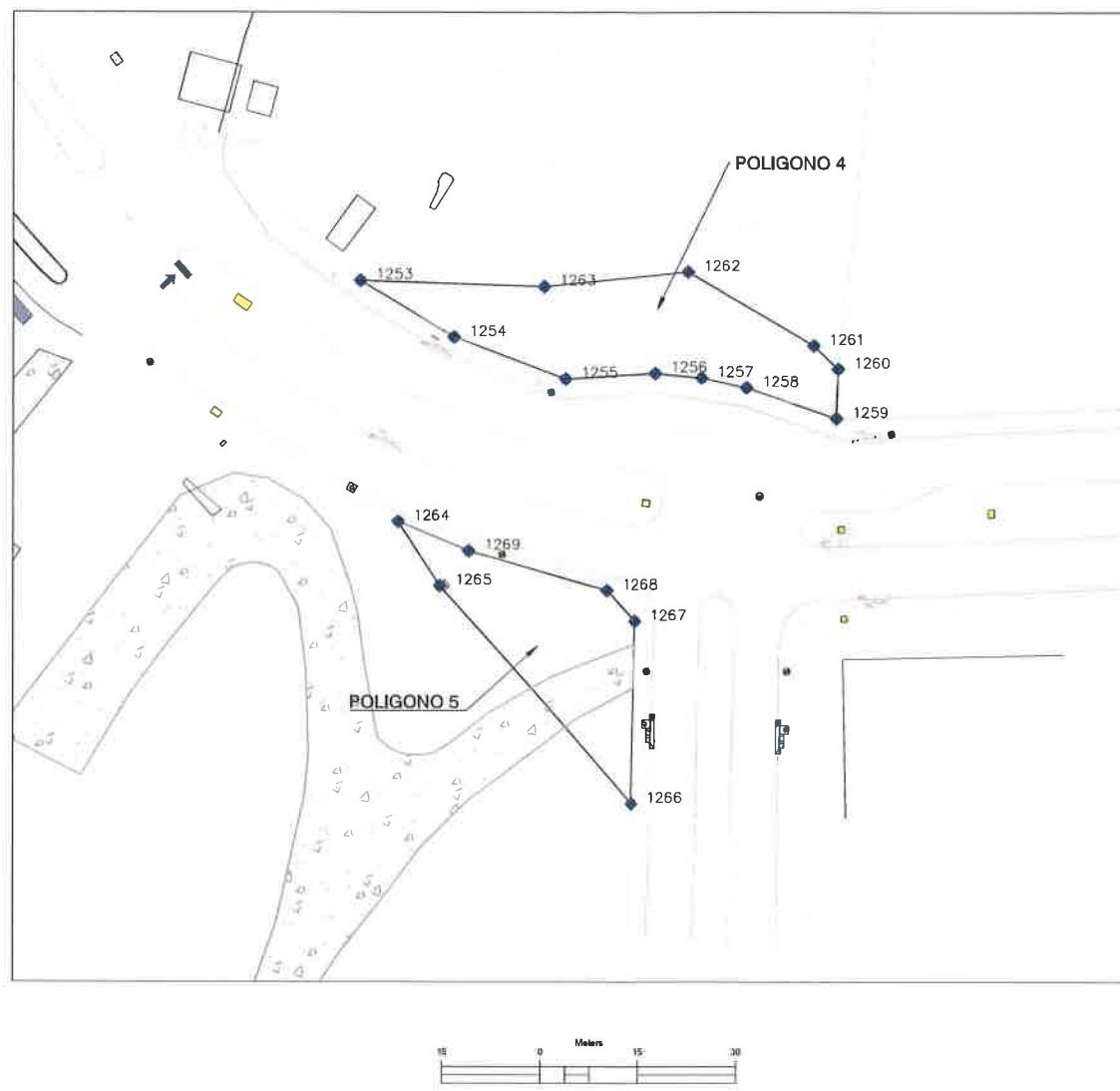


POLIGONO 4		
COORDENADAS AFECTACION CSS		
PUNTO	NORTE	ESTE
1253	988628.434	659166.893
1254	988619.792	659181.143
1255	988613.418	659198.172
1256	988614.261	659211.967
1257	988613.581	659219.003
1258	988612.081	659225.880
1259	988607.379	659239.566
1260	988614.912	659239.846
1261	988618.500	659236.107
1262	988629.759	659216.984
1263	988627.521	659194.905

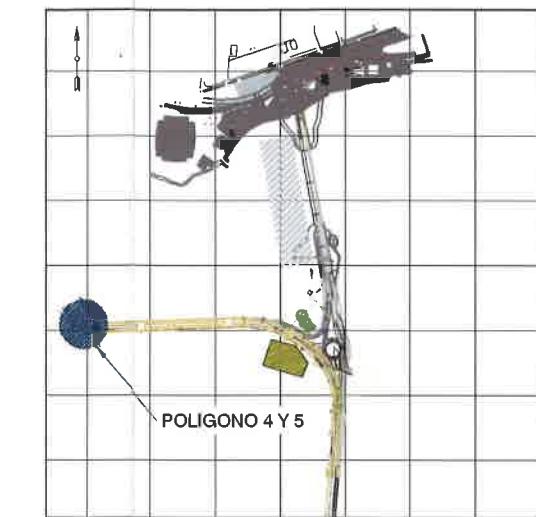
AREA POLIGONO 4 = 759.57m²

POLIGONO 5		
COORDENADAS AFECTACION CSS		
PUNTO	NORTE	ESTE
1264	988591.635	659172.569
1265	988581.837	659178.936
1266	988548.581	659208.209
1267	988576.389	659208.779
1268	988581.084	659204.429
1269	988587.151	659183.352

AREA POLIGONO 5 = 578.34m²

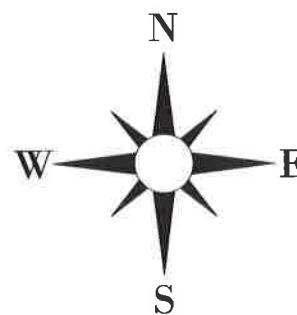


MICROLOCALIZACION - CC3 -AMADOR



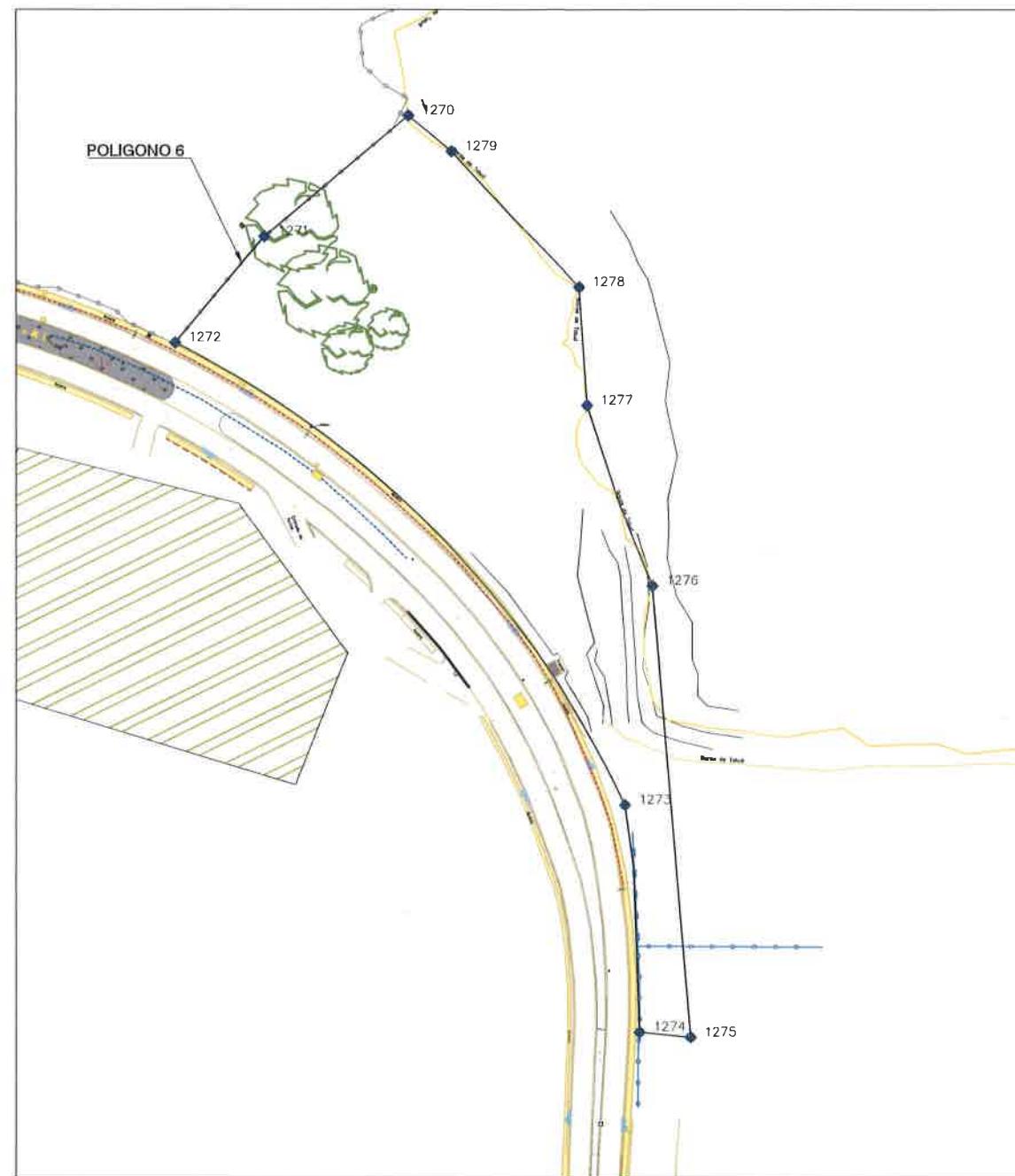
NOTA

- TODAS LAS UNIDADES DE MEDIDAS ESTAN PRESENTADAS EN METRO, AL MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

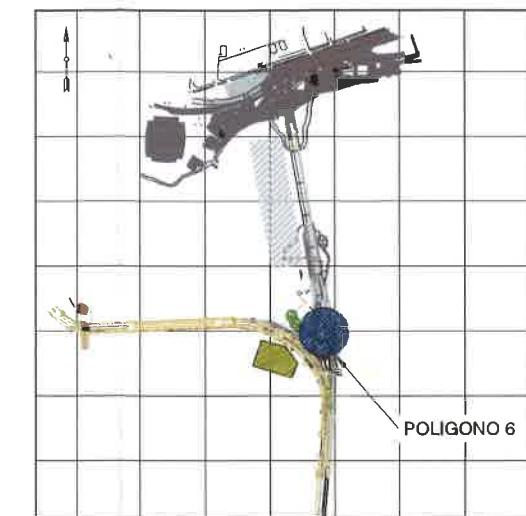


POLIGONO 6		
COORDENADAS AFECTACION CSS		
PUNTO	NORTE	ESTE
1270	988670.142	659902.695
1271	988628.588	659853.361
1272	988592.098	659822.717
1273	988433.149	659977.375
1274	988355.155	659982.364
1275	988353.438	659999.917
1276	988508.477	659986.829
1277	988570.536	659964.350
1278	988611.189	659961.557
1279	988657.878	659917.492

AREA POLIGONO 6 = 17,586.10m²



MICROLOCALIZACION - CC3 -AMADOR



NOTA

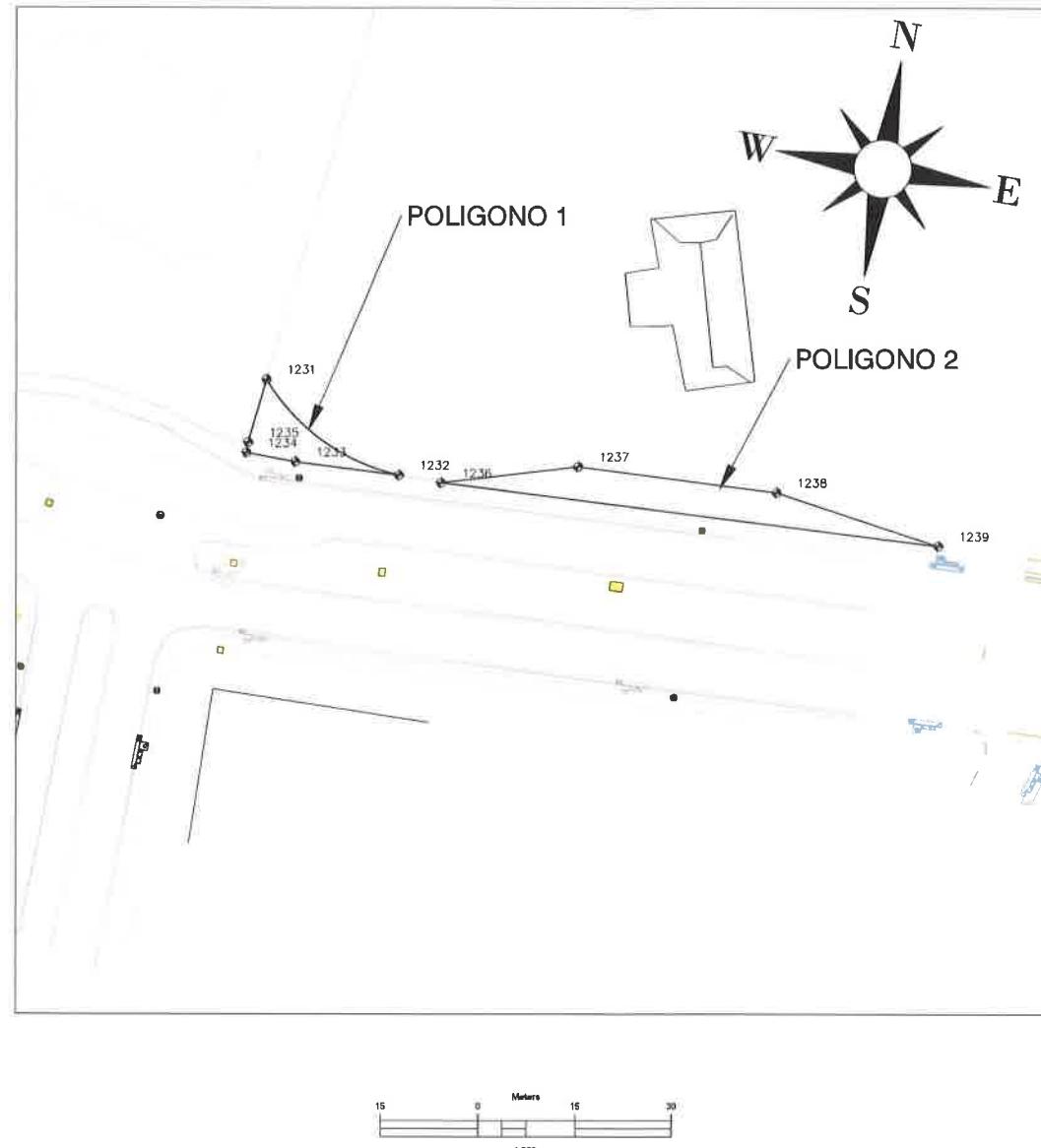
- TODAS LAS UNIDADES DE MEDIDAS ESTAN PRESENTADAS EN METRO, AL MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

POLIGONO 1		
COORDENADAS AFECTACION CSS		
PUNTO	NORTE	ESTE
1231	988619.1615	659240.3291
1232	988608.1651	659263.0412
1233	988607.4116	659246.9385
1234	988607.4832	659239.236
1235	988609.0868	659239.2051

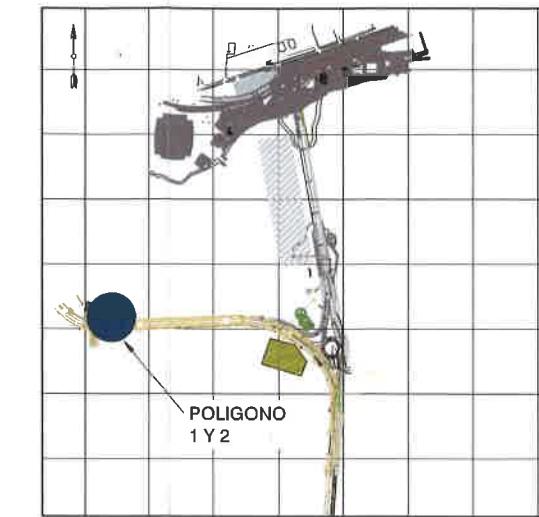
AREA POLIGONO 1 = 98.95m²

POLIGONO 2		
COORDENADAS AFECTACION CSS		
PUNTO	NORTE	ESTE
1236	988608.1234	659269.6253
1237	988614.266	659290.025
1238	988615.6833	659321.0416
1239	988611.8677	659347.0962

AREA POLIGONO 2 = 277.38m²



MICROLOCALIZACION - CC3 -AMADOR

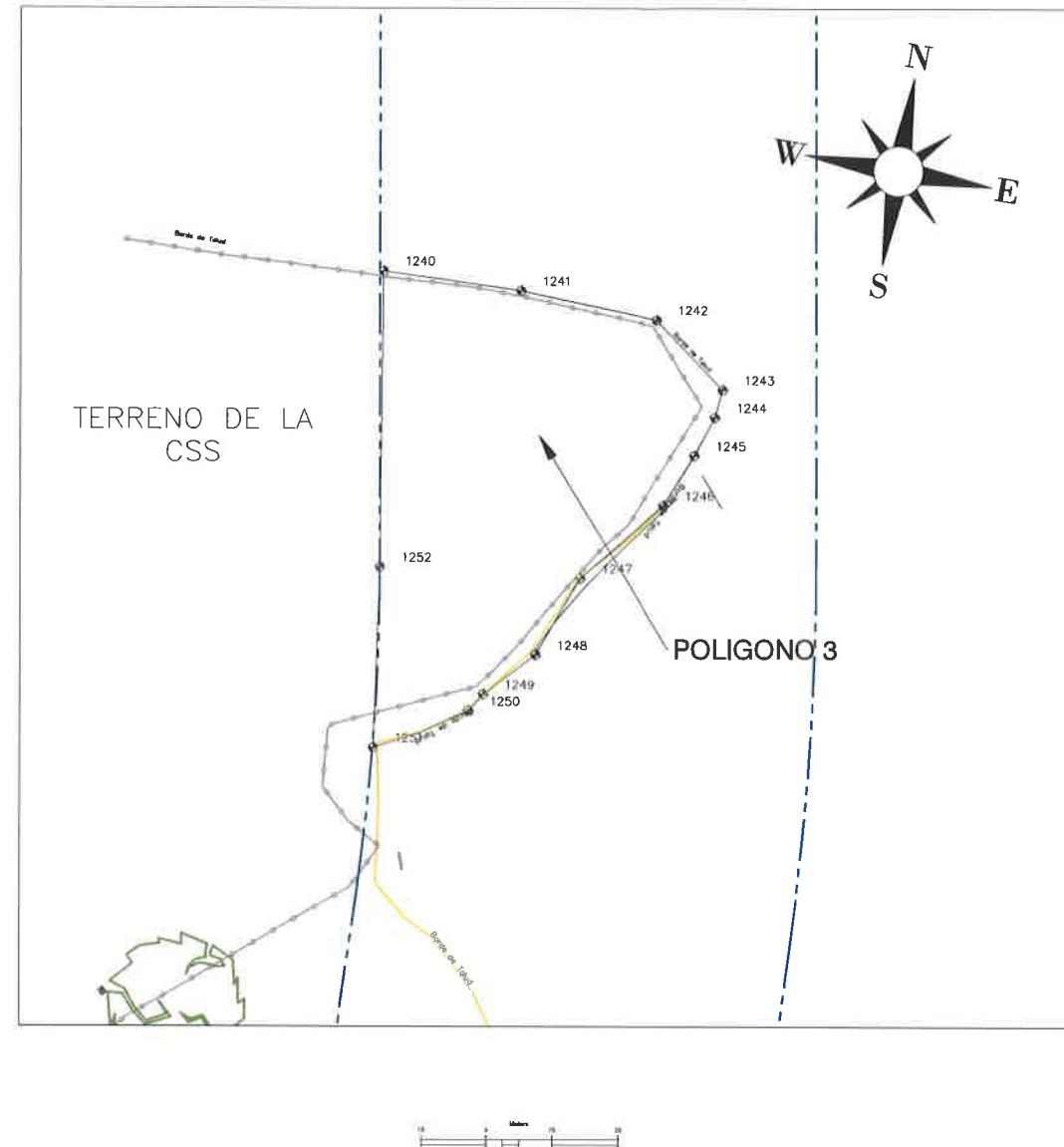


NOTA

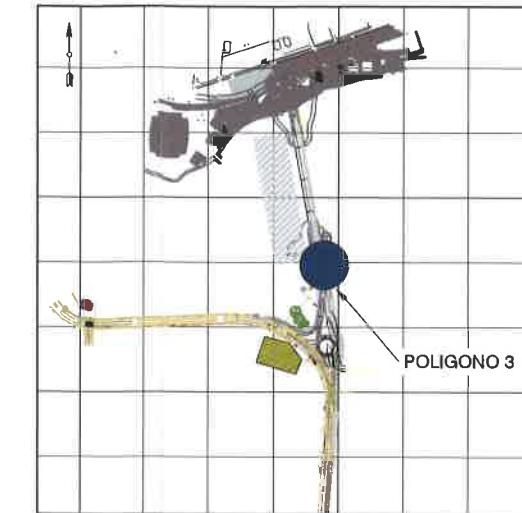
- TODAS LAS UNIDADES DE MEDIDAS ESTAN PRESENTADAS EN METRO, AL MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

POLIGONO 3		
COORDENADAS AFECCION CSS		
PUNTO	NORTE	ESTE
1240	988806.1418	659880.2081
1241	988807.1534	659911.9885
1242	988806.006	659943.7745
1243	988792.8928	659961.5518
1244	988786.3576	659960.8835
1245	988776.8798	659957.7875
1246	988764.3857	659952.7957
1247	988744.6348	659936.8798
1248	988725.5593	659929.9262
1249	988714.5631	659919.6861
1250	988710.252	659917.0147
1251	988698.1491	659897.0374
1252	988739.1834	659891.2889

AREA POLIGONO 3 = 5,541.22m²



MICROLOCALIZACION - CC3 -AMADOR

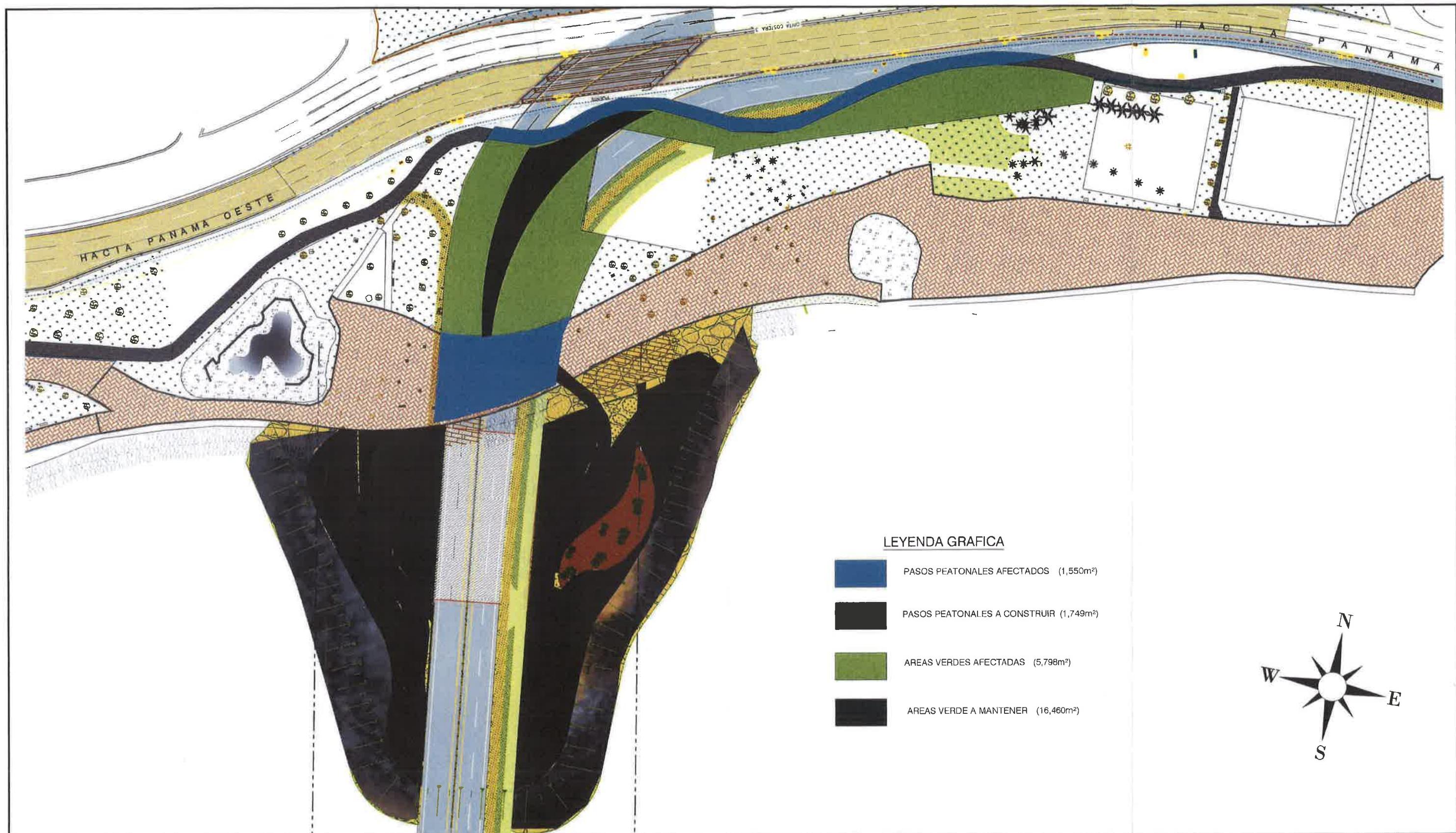


NOTA

- TODAS LAS UNIDADES DE MEDIDAS ESTAN PRESENTADAS EN METRO, AL MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

**ANEXO 04. ÁREAS VERDES Y PEATONALES AFECTADAS Y SU
REUBICACIÓN**





REPUBLICA DE PANAMA
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DISEÑO EJECUTIVO
"ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3 - CALZADA DE AMADOR"
PROVINCIA DE PANAMÁ
CONTRATO N° UAL-143-2020



PLANTA GENERAL - AREAS VERDES Y PEATONALES
CINTA COSTERA 3

Página 247 de 683

DISEÑADO POR:	CONSORCIO CINTA COSTERA	REV. SADO POR:	CONSORCIO CINTA COSTERA	HOJA	
CALCULADO POR:	CONSORCIO CINTA COSTERA	DIBUJADO POR:	CONSORCIO CINTA COSTERA	ESCALA:	INDICADA
SOMETIDO POR:	CONSORCIO CINTA COSTERA	APROBADO POR:	CONSORCIO CINTA COSTERA	FECHA:	NOVIEMBRE - 2021

N



UBICACION DE PATIO LOGISTICO CUSA



RUTA DE MOVILIZACION PEATONAL



RUTA PEATONAL EXISTENTE

**ANEXO 05. ESTUDIO DE SOCAVACIONES, SEDIMENTACIÓN Y DE
OLEAJES PARA LA INTERCONEXIÓN ENTRE LA CINTA COSTERA 3 Y
LA CALZADA DE AMADOR**



ESTUDIO DE SOCAVACIONES, SEDIMENTACIÓN Y DE OLEAJES PARA LA INTERCONEXIÓN ENTRE LA CINTA COSTERA 3 Y LA CALZADA DE AMADOR

Documento:	Informe Puente Amador
Versión:	004
Fecha:	18/08/2021



ESTUDIO DE SOCAVACIONES, SEDIMENTACIÓN Y DE OLEAJES PARA LA INTERCONEXIÓN ENTRE LA CINTA COSTERA 3 Y LA CALZADA DE AMADOR

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	ANÁLISIS DE NIVELES DE MAREA EN LA CIUDAD DE PANAMÁ	8
3.	ANÁLISIS DE CONDICIONES DE VIENTO EN LA CIUDAD DE PANAMÁ.....	14
4.	CONDICIONES DE OLEAJE INCIDENTE.....	20
4.1.	Información estadística	20
4.2.	Modelización del oleaje incidente en la zona de estudio	32
4.2.1.	Descripción del modelo general aplicado	32
4.2.2.	Implementación y operación del modelo general	32
4.2.3.	Modelación detallada del área de estudio	48
5.	MODELACIÓN HIDRODINÁMICA	62
5.1.	CONCEPTUALIZACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DEL ÁREA.....	62
5.1.1.	Determinación del caudal de la cuenca	63
5.1.1.1.	Coeficiente de Escorrentía	63
5.1.1.2.	Tiempo de Concentración.....	64
5.1.1.3.	Intensidad de Lluvia	64
5.1.1.4.	Estimación del Caudal	65
5.2.	DESCRIPCIÓN DEL MODELO	67
5.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO	67
5.4.	CONDICIONES DE CONTORNO PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS	69
5.5.	RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS	70
6.	ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO	84
6.1.	CONCEPTUALIZACIÓN DE PROCESOS SEDIMENTOLÓGICOS EN LA BAHÍA DE PANAMÁ Y EN EL ENTORNO DEL PUENTE.....	84
6.2.	PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO	86
6.3.	ESTIMACIÓN DE TENDENCIAS SEDIMENTOLÓGICAS FUTURAS.....	88
7.	EVALUACIÓN DE PROCESOS EROSIVOS EN EL PUENTE.....	91
7.1.	OBJETIVOS Y METODOLOGÍAS APLICADAS	91
7.2.	PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA SOCAVACIÓN	91
7.3.	SOCAVACIÓN GENERALIZADA Y POR CONTRACCIÓN	93
7.4.	SOCAVACIÓN LOCALIZADA EN LOS ESTRIBOS DEL PUENTE	96
7.5.	SOCAVACIÓN EN LAS PILAS DEL PUENTE.....	97
7.6.	SOCAVACIÓN COMBINADA EN LAS PILAS DEL PUENTE	100
7.7.	ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y DEFINICIÓN DE LA COTA DE SOCAVACIÓN TOTAL EN LA SECCIÓN DEL PUENTE	100
8.	REFERENCIAS	102

Índice de Figuras

Figura 1 Niveles de referencia en Balboa. Fuente: ANATI (2013)	9
Figura 2 Regresión de Niveles Máximos Anuales de Marea	10
Figura 3 Tendencia de Niveles Medios anuales en la Estación Balboa	11
Figura 4 Condiciones de marea extraordinaria del 17/10/1997 y variaciones de nivel asociadas	13
Figura 5 Ubicación de las estaciones meteorológicas	14
Figura 6 Velocidades horarias máximas del viento por dirección	15
Figura 7 Velocidades horarias máximas del viento por cuadrante	15
Figura 8 Distribución direccional de las velocidades horarias del viento	16
Figura 9 Rosa de Frecuencia y velocidades media y máxima del Viento en el mar (1997 - 2006)	17
Figura 10 Rosa de Frecuencia de velocidades del viento clasificada por dirección (1997 - 2006)	17
Figura 11 Estadística de Frecuencia de velocidades del Viento clasificada por dirección	18
Figura 12 Ubicación del punto de grilla del modelo WAVERYS.....	20
Figura 13 Diagrama de dispersión de período medio y altura significativa. Modelación WAVERYS	21
Figura 14 Diagrama de dispersión de período pico y altura significativa. Modelación WAVERYS	21
Figura 15 Relación entre la altura significativa total y la generada por vientos locales.....	22
Figura 16 Relación entre la altura significativa total y la generada por olas oceánicas	22
Figura 17 Rosa de altura significativa de olas clasificada por dirección de incidencia media ..	23
Figura 18 Rosa de altura significativa de olas clasificada por dirección de incidencia del pico de energía.....	23
Figura 19 Rosa de período de pico de olas clasificada por dirección de incidencia media	24
Figura 20 Rosa de período de pico de olas clasificada por dirección de incidencia del pico de energía.....	24
Figura 21 Ajuste de diversas distribuciones de extremos a los datos de Hs de olas provenientes del Este	28
Figura 22 Distribución de extremos seleccionada para alturas de olas provenientes del Este .	29
Figura 23 Distribución de extremos seleccionada para alturas de olas provenientes del ESE ..	29
Figura 24 Distribución de extremos seleccionada para alturas de olas provenientes del SUR ..	30
Figura 25 Distribución de extremos seleccionada para alturas de olas provenientes del SSW ..	30
Figura 26 Alturas significativas de ola generadas por vientos locales de 11 m/s de intensidad	31
Figura 27 Ejemplo de la corta duración de los niveles máximos	33
Figura 28 Ejemplo de correspondencia temporal entre los niveles máximos y las alturas de ola en la zona oceánica y en cercanías del área de estudio.....	34
Figura 29 Esquematización del modelo STWAVE	35
Figura 30 Ejemplo de curvatura del oleaje desde el punto de grilla del modelo WAVERYS	36
Figura 31 Propagación del oleaje. Caso S1. Sur. Hs 2.4 m. Tp 7 seg.....	37
Figura 32 Propagación del oleaje. Caso S2. Sur. Hs 2.4 m. Tp 13 seg.	38

Figura 33 Propagación del oleaje. Caso S3. Sur. Hs 2.4 m. Tp 17 seg.	39
Figura 34 Propagación del oleaje. Caso SSW1. SSW. Hs 2.1 m. Tp 7 seg.	40
Figura 35 Propagación del oleaje. Caso SSW2. SSW. Hs 2.1 m. Tp 13 seg.	41
Figura 36 Propagación del oleaje. Caso SSW3. SSW. Hs 2.1 m. Tp 17 seg.	42
Figura 37 Propagación del oleaje. Caso SSE1. SSE. Hs 2.4 m. Tp 7 seg.	43
Figura 38 Propagación del oleaje. Caso SSE2. SSE. Hs 2.4 m. Tp 13 seg.	44
Figura 39 Propagación del oleaje. Caso SSE3. SSE. Hs 2.4 m. Tp 17 seg.	45
Figura 40 Propagación del oleaje. Caso E1. Este. Hs 1.2 m. Tp 5 seg.	46
Figura 41 Propagación del oleaje. Caso ESE1. ESE. Hs 1.13 m. Tp 5 seg.	47
Figura 42 Batimetría empleada para construir el modelo detallado.....	48
Figura 43 Resultados modelo detallado. Caso SSE1. Recurrencia 100 años	50
Figura 44 Resultados modelo detallado. Caso SSE2. Recurrencia 100 años	50
Figura 45 Resultados modelo detallado. Caso SSE3. Recurrencia 100 años	51
Figura 46 Resultados modelo detallado. Caso ESE1. Recurrencia 100 años	51
Figura 47 Resultados modelo detallado. Caso ESE2. Recurrencia 100 años	52
Figura 48 Resultados modelo detallado. Caso ESE3. Recurrencia 100 años.....	52
Figura 49 Resultados modelo detallado. Caso E1. Recurrencia 100 años.....	53
Figura 50 Resultados modelo detallado. Caso SSE1. Recurrencia 1 año. Con Puente	54
Figura 51 Resultados modelo detallado. Caso SSE1. Recurrencia 1 año. Sin Puente	54
Figura 52 Resultados modelo detallado. Caso SSE2. Recurrencia 1 año. Con Puente	55
Figura 53 Resultados modelo detallado. Caso SSE2. Recurrencia 1 año. Sin Puente	55
Figura 54 Resultados modelo detallado. Caso SSE3. Recurrencia 1 año. Con Puente	56
Figura 55 Resultados modelo detallado. Caso SSE3. Recurrencia 1 año. Sin Puente	56
Figura 56 Resultados modelo detallado. Caso ESE1. Recurrencia 1 año. Con Puente	57
Figura 57 Resultados modelo detallado. Caso ESE1. Recurrencia 1 año. Sin Puente	57
Figura 58 Resultados modelo detallado. Caso ESE2. Recurrencia 1 año. Con Puente	58
Figura 59 Resultados modelo detallado. Caso ESE2. Recurrencia 1 año. Sin Puente	58
Figura 60 Resultados modelo detallado. Caso ESE3. Recurrencia 1 año. Con Puente	59
Figura 61 Resultados modelo detallado. Caso ESE3. Recurrencia 1 año. Sin Puente	59
Figura 62 Resultados modelo detallado. Caso E1. Recurrencia 1 año. Con Puente	60
Figura 63 Resultados modelo detallado. Caso E1. Recurrencia 1 año. Sin Puente	60
Figura 64 Características de la marea y flujos asociados (Neil, 2004).	62
Figura 65 Curva Intensidad Frecuencia del MOP- Pacífico.....	65
Figura 66 Área de la cuenca	66
Figura 67 Grilla del modelo Implementado.....	68
Figura 68 Modelo digital del lecho modelado con respecto al Nivel Medio del Mar (MSL).	68
Figura 69 Condiciones de borde de mareas.....	69
Figura 70 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 1.....	71
Figura 71 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 2.....	71
Figura 72 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 3.....	72
Figura 73 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 4.....	72
Figura 74 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 5.....	73
Figura 75 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 6.....	73
Figura 76 Velocidades máximas en creciente. Escenario 1 - Sicigias Sin Puente.	75

Figura 77 Velocidades máximas en creciente. Escenario 2 - Sicigias Con Puente.	75
Figura 78 Velocidades máximas en creciente. Escenario 3 - Marea máxima Sin Puente.....	76
Figura 79 Velocidades máximas en creciente. Escenario 4 - Marea máxima Con Puente.....	76
Figura 80 Velocidades máximas en bajante. Escenario 1 - Sicigias Sin Puente.....	77
Figura 81 Velocidades máximas en bajante. Escenario 2 - Sicigias Con Puente.....	77
Figura 82 Velocidades máximas en bajante. Escenario 3 - Marea máxima Sin Puente.	78
Figura 83 Velocidades máximas en bajante. Escenario 4 - Marea máxima Con Puente.	78
Figura 84 Velocidades máximas por caudal pluvial mínimo. Escenario 1 - Sicigias Sin Puente. 79	
Figura 85 Velocidades máximas por caudal pluvial mínimo. Escenario 2 - Sicigias Con Puente.79	
Figura 86 Velocidades máximas por caudal pluvial 100 años. Escenario 5 - Sicigias Sin Puente.	80
Figura 87 Velocidades máximas por caudal pluvial 100 años. Escenario 6 - Sicigias Con Puente.	80
Figura 88 Diferencia en las velocidades máximas de Creciente en Sicigias debido a los estribos. Velocidad Sin Puente - Velocidad Con Puente.	81
Figura 89 Diferencia en las velocidades máximas de Bajante en Sicigias debido a los estribos. Velocidad Sin Puente - Velocidad Con Puente.	82
Figura 90 Diferencia en las velocidades con caudal pluvial constante de 1 m ³ /s debido a los estribos. Velocidad Sin Puente - Velocidad Con Puente.	83
Figura 91 Diferencia en las velocidades con caudal pluvial de recurrencia 100 años debido a los estribos. Velocidad Sin Puente - Velocidad Con Puente.	83
Figura 92 Velocidad de caída y tasa de deposición en función de la concentración (Van Rijn, 1993)	84
Figura 93 Esfuerzo de corte crítico según la granulometría del sedimento.....	88
Figura 94 Coeficientes de Chezy característicos durante la bajante. Escenario 2.....	89
Figura 95 Tensiones de corte máximas durante la bajante. Escenario 2.....	89
Figura 96 Ubicación de perforaciones geotécnicas 4 y 6	92
Figura 97 Granulometría muestra SPT-1 Perforación 4	92
Figura 98 Granulometría muestra SPt-1 Perforación 6.....	93
Figura 99 Esquema de ajuste del lecho por erosión generalizada y por contracción.....	94
Figura 100 Mecanismo básico que causa la erosión	97
Figura 101 Definición de variables para la socavación en un pilote individual.....	98
Figura 102 Formas más comunes de nariz de pilotes	98
Figura 103 Morfología del lecho con canal pluvial existente.....	101

Índice de Tablas

Tabla 1 Niveles característicos de referencia de la Marea en Balboa.	8
Tabla 2 Recurrencia de Niveles Máximos de Marea.	10
Tabla 3 Períodos de retorno de niveles extremos en Balboa incluyendo el efecto del Cambio Climático	12
Tabla 4 Períodos de retorno de la velocidad del viento según los datos de NOAA en el mar ...	19
Tabla 5 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Todos los datos	25
Tabla 6 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el Este.....	25
Tabla 7 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el ESE	26
Tabla 8 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el SSE.....	26
Tabla 9 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el SUR	27
Tabla 10 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el SSW.....	27
Tabla 11 Condiciones de oleaje para cada período de retorno según dirección de incidencia.	31
Tabla 12 Condiciones de oleaje modeladas y resultados en el borde del modelo detallado....	36
Tabla 13 Condiciones de oleaje extremo modeladas y resultados de alturas de ola sobre los estribos	49
Tabla 14 Condiciones de oleaje con recurrencia anual modeladas	53
Tabla 15 Parámetros de la cuenca de aporte a la zona de estudio	66
Tabla 16 Caudales de la cuenca de aporte a la zona de estudio para diferentes recurrencias.	67
Tabla 17 Factor de corrección K1, por la forma de la nariz del pilote.	98
Tabla 18 Factor de corrección K2, para ángulo de ingreso de ingreso del flujo al puente	99
Tabla 19 Factor de corrección K3, por las condiciones del lecho	99

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento forma parte del desarrollo del proyecto de la Interconexión entre la Cinta Costera 3 y la Calzada de Amador.

En el presente informe se abarcan los siguientes objetivos:

Definir las condiciones ambientales de niveles y vientos en la zona,

- desarrollar un estudio del oleaje incidente en la zona de influencia del Puente Amador, generando información para el cálculo de los estribos y para los estudios sedimentológicos,
- desarrollar un modelo hidrodinámico del área de influencia del Puente Amador,
- estimar las velocidades máximas del flujo para un escenario con 100 años de recurrencia,
- evaluar las tendencias sedimentológicas provocadas por las modificaciones del flujo que se producirá una vez que se construyan los estribos del puente,
- estimar las socavaciones generalizadas por contracción en la sección del puente y las erosiones localizadas en sus pilas y estribos,

El Capítulo 2 del informe presenta un análisis de las condiciones de marea en la zona, abarcando las situaciones extremas en cuanto a niveles de pleamar, las amplitudes de mareas astronómicas y meteorológicas y consideraciones sobre el posible impacto del Cambio Climático.

El Capítulo 3 presenta un análisis de las condiciones de viento en la zona, como forzantes de la generación de oleaje local.

En el Capítulo 4 se analiza en primer lugar la estadística de olas incidentes en la Bahía de Panamá, en un punto de un modelo global de olas ubicado a unos 17 km al SE de la Isla Flamenco, determinando diagramas de dispersión de altura, periodo y dirección de las olas, y valores extremos de altura para diferentes períodos de retorno entre 1 y 100 años. Luego se presenta una modelación general de la transformación de las olas para definir sus condiciones en los bordes de un modelo detallado del sector de interés del proyecto, en el entorno de la ubicación prevista para el nuevo puente. Finalmente, se presenta el desarrollo y operación de un modelo detallado de oleaje en el entorno afectado por la construcción de los estribos del puente, el cual permite evaluar las alturas y períodos de las olas de diseño de las protecciones para un período de retorno (recurrencia) de 100 años, así como evaluar comparativamente las condiciones de oleaje al Oeste de la ubicación del puente, para el escenario actual y para el escenario futuro con el puente construido.

En el Capítulo 5 se presenta una modelización hidrodinámica del área de estudio, considerando condiciones de marea astronómica de siccias, una marea meteorológica extrema, y un caudal de aporte pluvial de recurrencia centenaria.

En el Capítulo 6 se expone conceptualmente el funcionamiento sedimentológico del área, se presentan los parámetros correspondientes y se estima la extensión de la zona donde podrían depositarse sedimentos hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio, la cual no abarca el área donde se encuentra implantado un embarcadero existente al Oeste del puente.

En el Capítulo 7 se presenta la evaluación de los procesos erosivos en el entorno del puente.

En el Capítulo 8 se presentan algunas referencias empleadas para la elaboración del informe.

2. ANÁLISIS DE NIVELES DE MAREA EN LA CIUDAD DE PANAMÁ

Los niveles de agua marina en la ciudad de Panamá pueden caracterizarse mediante la información provista por la Autoridad del Canal de Panamá (A.C.P.) para la estación Balboa, la cual se encuentra ubicada en $8^{\circ} 57'$ de Latitud Norte y $79^{\circ} 34.4'$ de Longitud Oeste, en la desembocadura sur del Canal de Panamá. El nivel de referencia utilizado por la A.C.P. se denomina Nivel de Referencia Preciso (Precise Level Datum o P.L.D.).

Los niveles característicos del mar en Balboa se presentan en la siguiente tabla:

CERO DE MAREAS = MEAN LOW WATER SPRING (M.L.W.S.)	2.591	m debajo del Nivel Medio (M.S.L.)
	2.322	m debajo del P.L.D. A.C.P.
CERO DEL REGISTRO DE MAREAS	3.658	m debajo del P.L.D. A.C.P.
	3.927	m debajo del Nivel medio (M.S.L.)
	1.336	m debajo del M.L.W.S.

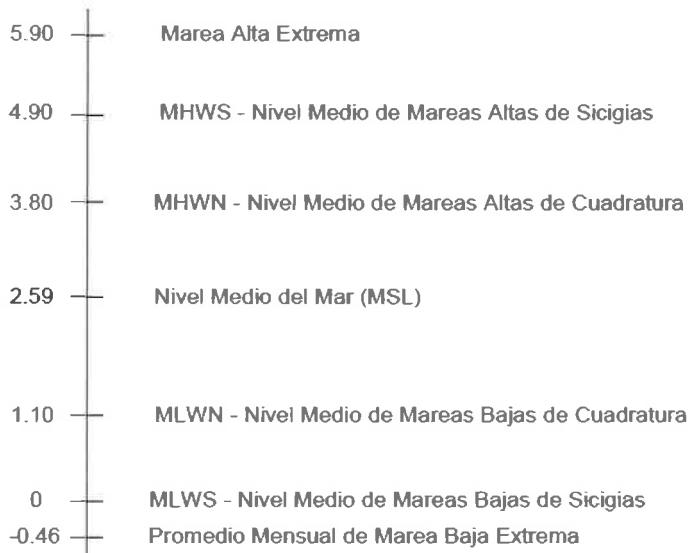


Tabla 1 Niveles característicos de referencia de la Marea en Balboa.

El nivel máximo horario registrado entre 1907 a 2010 es de 3.31 m (respecto al M.S.L.). El máximo instantáneo registrado indicado por la A.C.P. según el Formato SK 52-98 del Panamá Canal Eng. Div. Nov. 1967, es de 3.33 m, sólo 2 cm superior.

El nivel mínimo horario registrado es de -3.61 m. El mínimo instantáneo indicado por la A.C.P. en el Formato SK 52-98 del Panamá Canal Eng. Div. Nov. 1967, es de -3.71 m.

Existen algunas discrepancias menores con las referencias de nivel indicadas en el Documento “Monitoreo de Mareas en los Litorales Pacífico y el Caribe, de las Costas Panameñas. Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas (SIRGAS)” (Autoridad Nacional de Administración de Tierras. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia), que se ilustran en la siguiente figura.



Figura 1 Niveles de referencia en Balboa. Fuente: ANATI (2013)

Las Mareas de Sicigias, son las mareas de mayor amplitud que ocurren en períodos de luna llena y luna nueva. Basado en las elevaciones medias de mareas para el período de 19 años, 1916-1934, según el ANATI el Nivel Medio de las mareas bajas de Sicigias está 7.617 pies (2,322 m) por debajo del Nivel de Referencia del Canal (PLD). Por lo tanto, el nivel Medio del Mar (MSL) está aproximadamente a 0.31 m por encima del PDL en Balboa.

El siguiente gráfico muestra el ajuste de la estadística de niveles horarios máximos anuales mediante una distribución de extremos de Gumbel:

$$H_s (\text{máx.}) = a + b * y$$

$$y = \text{Variable reducida} = -\ln(-\ln(1-1/Tr))$$

Tr = Período de Retorno del evento (recurrencia), en años

El coeficiente de correlación obtenido fue R = 0.98567.

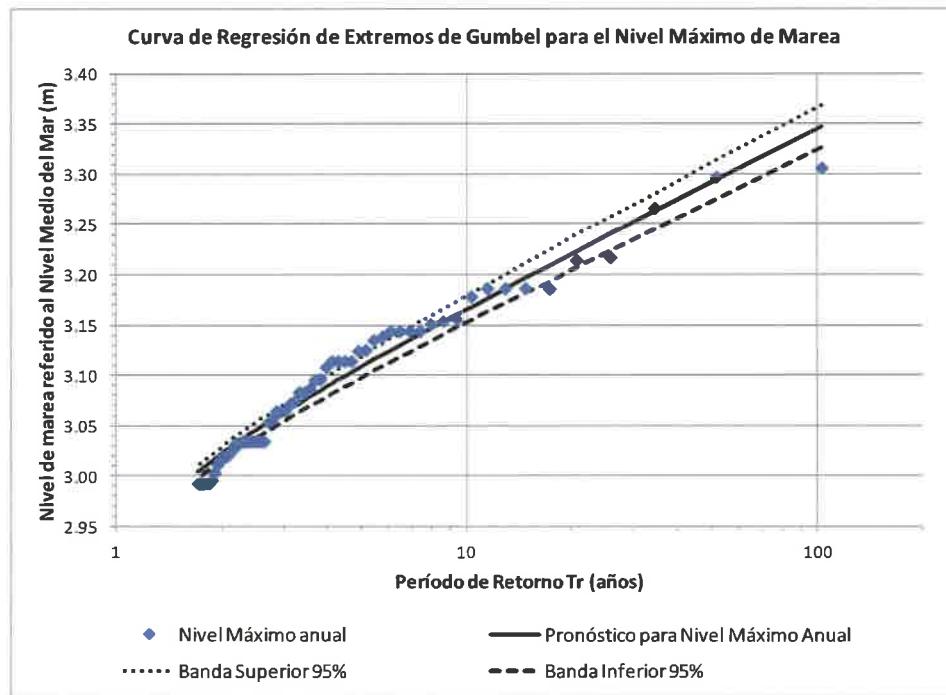


Figura 2 Regresión de Niveles Máximos Anuales de Marea

Los niveles pronosticados que se presentan en la tabla siguiente tienen una banda de incertidumbre de +/- 2 cm con una probabilidad del 95%, según se puede apreciar en las bandas presentadas en el gráfico precedente.

Tr (años)	Nivel M.S.L. (m)	Nivel M.L.W.S. (m)
2	3.02	5.61
5	3.11	5.70
10	3.17	5.76
25	3.24	5.83
50	3.29	5.88
100	3.35	5.94

Tabla 2 Recurrencia de Niveles Máximos de Marea.

Los niveles máximos anuales presentan escasa variación, a tal punto que en varias oportunidades los niveles máximos de años sucesivos son idénticos. El nivel máximo horario registrado presenta una recurrencia algo superior a los 50 años.

El Nivel Medio del mar está aumentando en las costas panameñas como en todo el planeta. La Figura siguiente ilustra la tendencia calculada de los Niveles Medios Anuales obtenidos procesando el registro de niveles horarios. El nivel del mar se incrementa cada año en promedio en 1,5 mm, es decir, se estiman 15 cm por siglo.

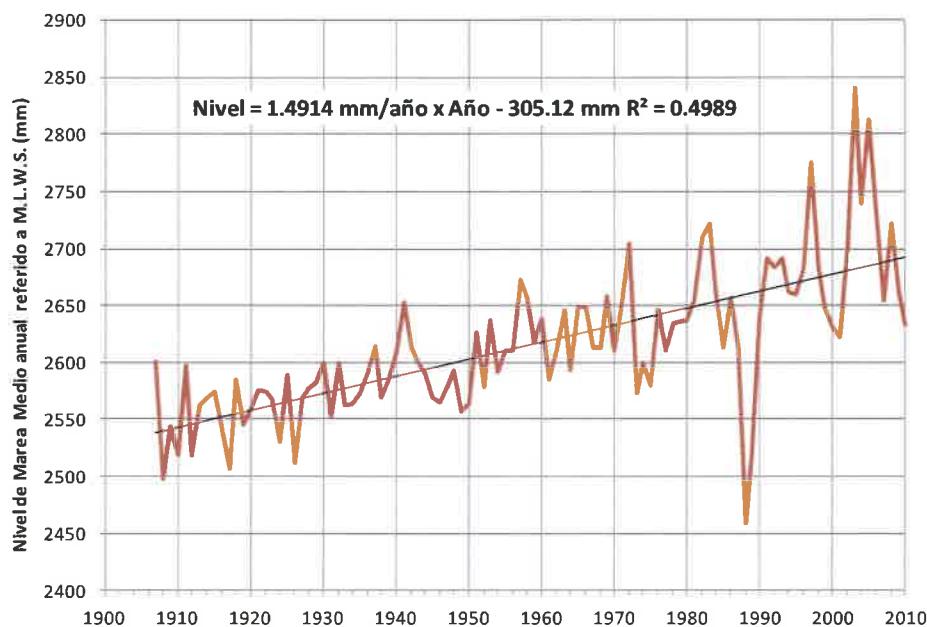


Figura 3 Tendencia de Niveles Medios anuales en la Estación Balboa

En la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático - Panamá (Ministerio de Ambiente, 2018), se indica que mediante datos satelitales el incremento de niveles en Colón 1992-2012 equivale 1.8 mm/año, mientras que según datos de mareógrafo entre 1909 y 1979 alcanzaba 1.4 mm/año, de lo cual se deduce un probable aumento de la tasa de incremento del nivel de mar.

Investigaciones del IPCC (Intergovernamental Panel of Climate Change) afirman que debido al aumento de la temperatura global causada por los gases de efecto invernadero, el nivel medio del mar se elevará durante el presente siglo en un valor desconocido, pero que se estima entre 20 cm y 1 m, afectando las áreas costeras, tales como la Ciudad de Panamá.

Ello implica que, para el proyecto bajo análisis, resultará conveniente contemplar un margen moderado en las cotas de diseño, que permita compensar posibles incrementos del nivel del mar en las próximas décadas. Se adopta un margen de seguridad de 10 cm por este motivo para recurrencia 50 años y de 15 cm para recurrencia 100 años, el cual tiene en consideración también el margen de incremento de niveles instantáneos en relación con los valores horarios que se tuvieron en cuenta en la estimación de las recurrencias.

Las condiciones de niveles de marea considerando la posible sobreelevación del Nivel del Mar son, por lo tanto:

Tr (años)	Nivel de diseño M.S.L. (m)	Nivel de diseño M.L.W.S. (m)
2	3.1	5.7
5	3.2	5.8
10	3.3	5.9
50	3.4	6.0
100	3.5	6.1

Tabla 3 Períodos de retorno de niveles extremos en Balboa incluyendo el efecto del Cambio Climático

No obstante, al considerar la combinación entre el nivel del mar y el oleaje, no se considera razonable que las condiciones máximas se combinen simultáneamente, cuestión que se trata más adelante.

Las condiciones de marea consideradas para analizar la hidrodinámica y la sedimentología del área de estudio, así como las posibles socavaciones en la zona del puente, son las dos siguientes:

- ❖ Marea de Sicigias típica

Una marea sinusoidal con nivel medio 0 m (respecto al MSL) y con amplitud 5.2 metros.

- ❖ Marea Máxima

Las mareas de tipo extraordinario pueden tener amplitudes muy superiores a las de sicigias, tal como por ejemplo la ocurrida el 17/10/1997, durante la cual se alcanzó una cota máxima de 5.9 m al cero local (3.31 m al nivel medio - MSL), y una cota mínima igual a -2.86 m MSL, siendo la amplitud igual a 6.17 m. La figura siguiente ilustra esta marea y la variación de nivel asociada, la cual resulta máxima en cercanías del momento en que el nivel es del orden del nivel medio, alcanzando 1.5 metros por hora.

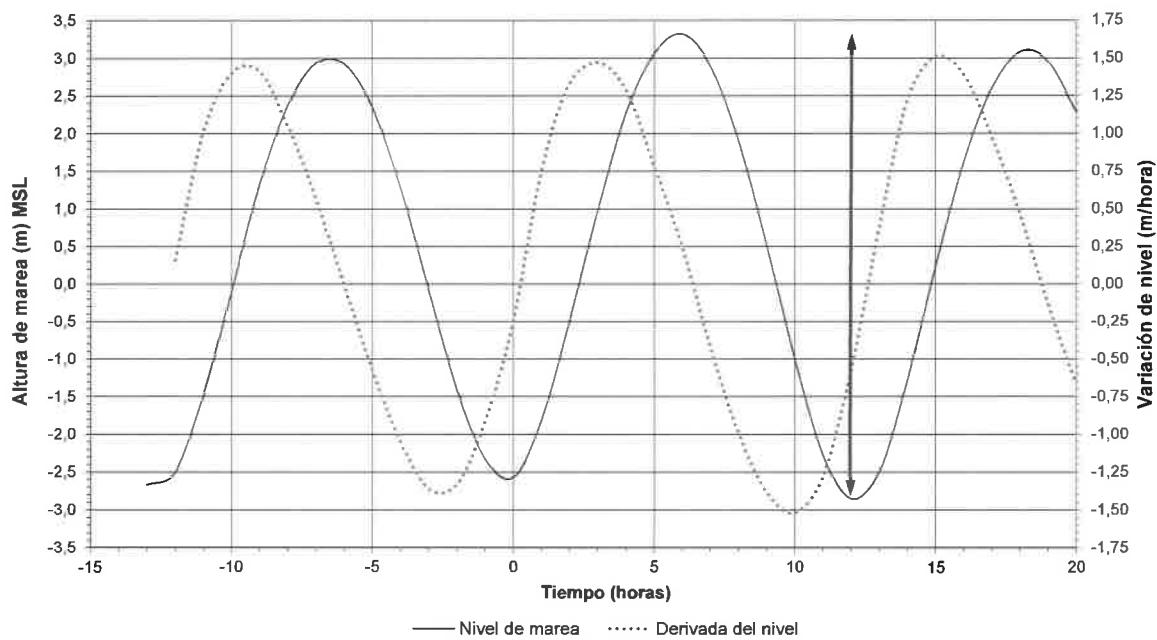


Figura 4 Condiciones de marea extraordinaria del 17/10/1997 y variaciones de nivel asociadas

Para considerar una condición de máxima, se tuvieron en cuenta los registros históricos de niveles de marea máxima y mínima. La pleamar Máxima es igual a 3.66 m PLD (3.35 MSL) y la bajamar mínima -3.44 m PLD (-3.75 MSL), siendo la diferencia igual a 7.1 m. Dado que la simultaneidad de estos valores extremos es improbable, se consideró una marea máxima simétrica con respecto al nivel medio, con una pleamar igual a 3.35 m MSL y una bajamar igual a -3.35 m MSL, siendo la amplitud igual a 6.7 m.

El periodo de marea correspondiente se consideró igual a 12 horas.

3. ANÁLISIS DE CONDICIONES DE VIENTO EN LA CIUDAD DE PANAMÁ

En primer lugar, se analizaron datos horarios de viento disponibles desde octubre de 2006 a abril de 2013 (con horas faltantes) de la Estación Panamá Pacífico del National Climatic Data Center (NCDC).

La ubicación de la estación en el aeropuerto se ilustra en la Figura 5 siendo más conveniente para un análisis de vientos en el medio acuático que la Marcos A Gelabert I, la cual si bien tiene mayor longitud de registro se encuentra afectada por la presencia de elevaciones orográficas (cerro Ancón) y antrópicas (edificios de la ciudad).

Si bien la longitud de este registro de Panamá Pacífico es corta, resulta útil para apreciar la distribución direccional y los valores máximos de intensidad del viento, los cuales se ilustran en la Figura 6 a la Figura 8.

Por otro lado, se verificó que los mayores valores de intensidad horaria decaen rápidamente, por ejemplo, la intensidad máxima de 15.4 m/s, si se promedia en dos horas cae a 11 m/s y si se promedia en 3 horas, a 9 m/s. Cabe destacar que para que se genere en la zona un oleaje de altura significativa relevante, se requiere que el viento tenga una duración del orden de 3 horas.



Figura 5 Ubicación de las estaciones meteorológicas

Velocidades máximas por dirección PANAMA PACIFICO (10/2006 a 04/2013)

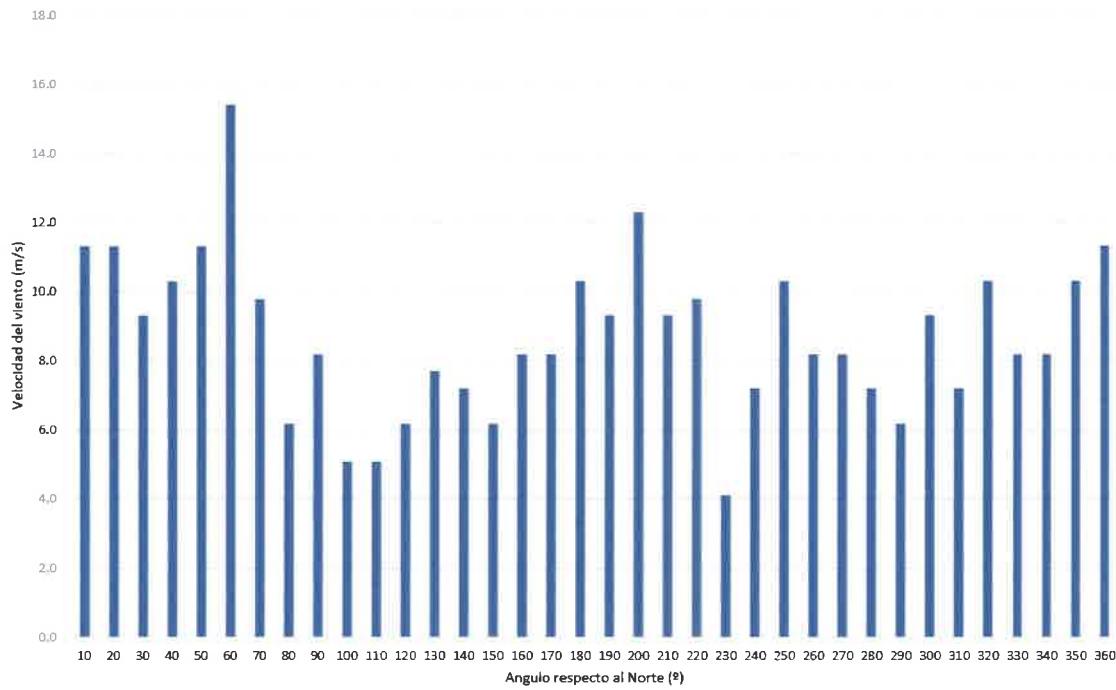


Figura 6 Velocidades horarias máximas del viento por dirección

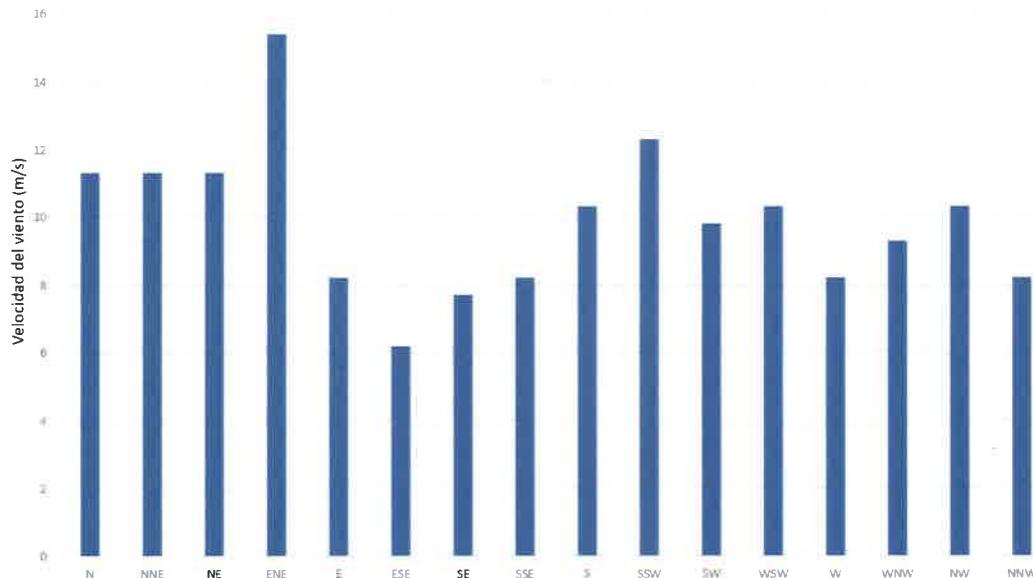


Figura 7 Velocidades horarias máximas del viento por cuadrante

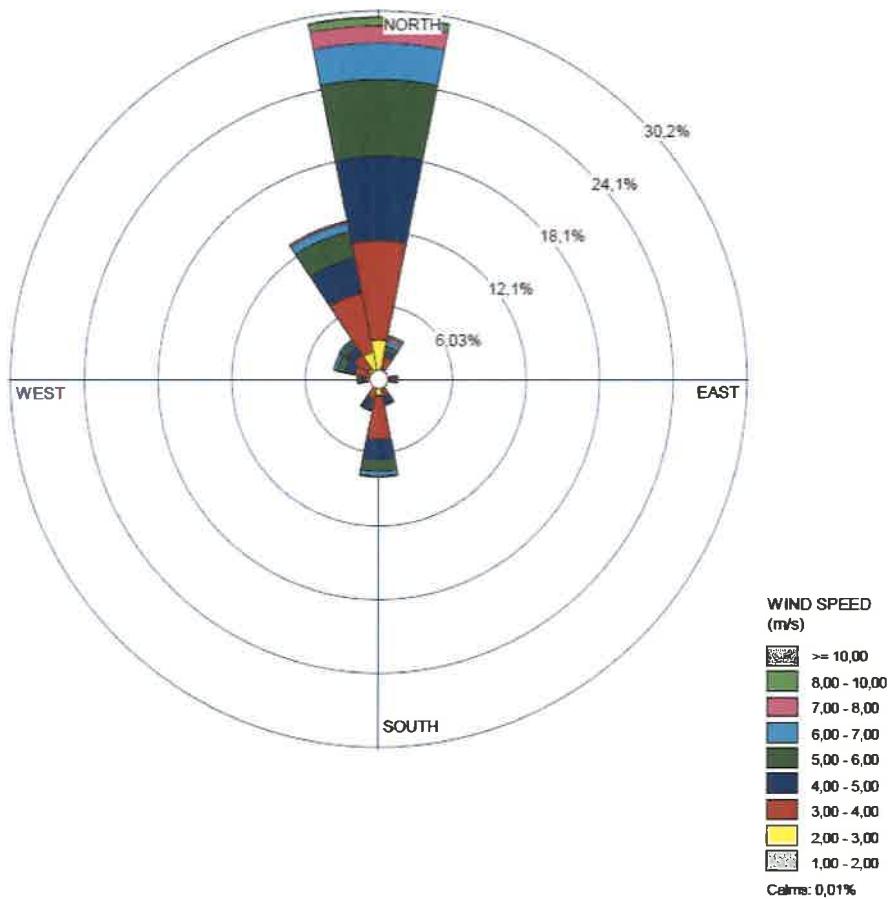


Figura 8 Distribución direccional de las velocidades horarias del viento

Como antecedente de interés, en el Estudio de Impacto Ambiental - Categoría I del Proyecto del Rompeolas de Muelle Multipropósito (The Louis Berger Group, Junio 2011), las condiciones de viento se determinaron mediante el procesamiento de 10 años de registros de la National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) de EEUU, en base a datos cada 3 horas de la Serie Histórica 1997-2006, para la Altura Significativa (Hs), Período y Dirección de Incidencia de las olas, correspondientes al punto de grilla de Latitud 8° y Longitud 78° 45' ubicado en aguas profundas (unos 100 metros de profundidad).

La estadística direccional de vientos se presenta en las Figuras siguientes. Puede apreciarse la fuerte predominancia de los sectores S-SW y N-NE en la frecuencia de los vientos. También soplan vientos intensos del SSE pero con frecuencias mucho menores.

Estadística Direccional de vientos en el Golfo de Panamá (Datos NOAA - MODELO WAVEWATCH : 8° N - 78.75° O)

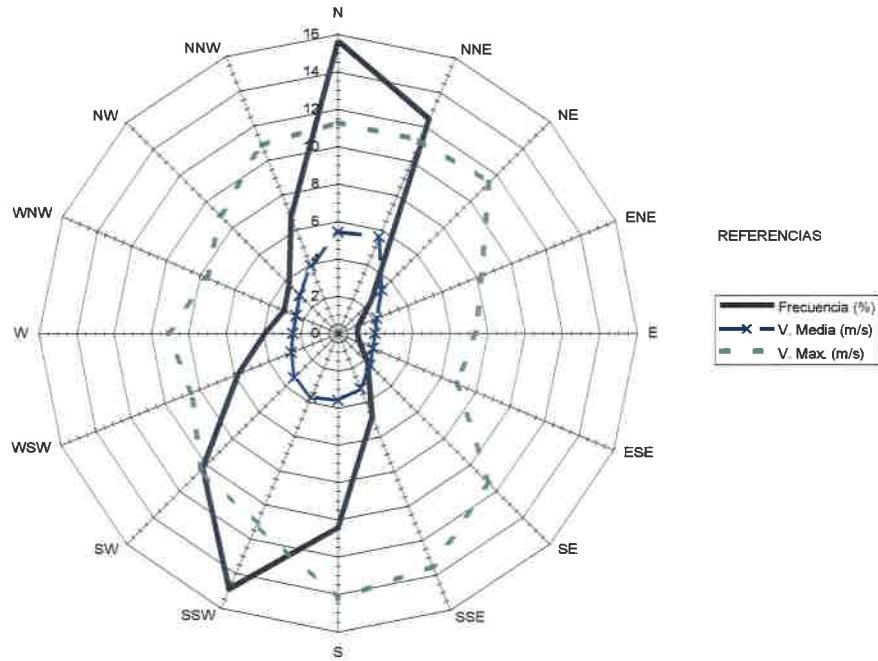


Figura 9 Rosa de Frecuencia y velocidades media y máxima del Viento en el mar (1997 - 2006)

Estadística Direccional de vientos en el Golfo de Panamá (Datos NOAA - MODELO WAVEWATCH : 8° N - 78.75° O)

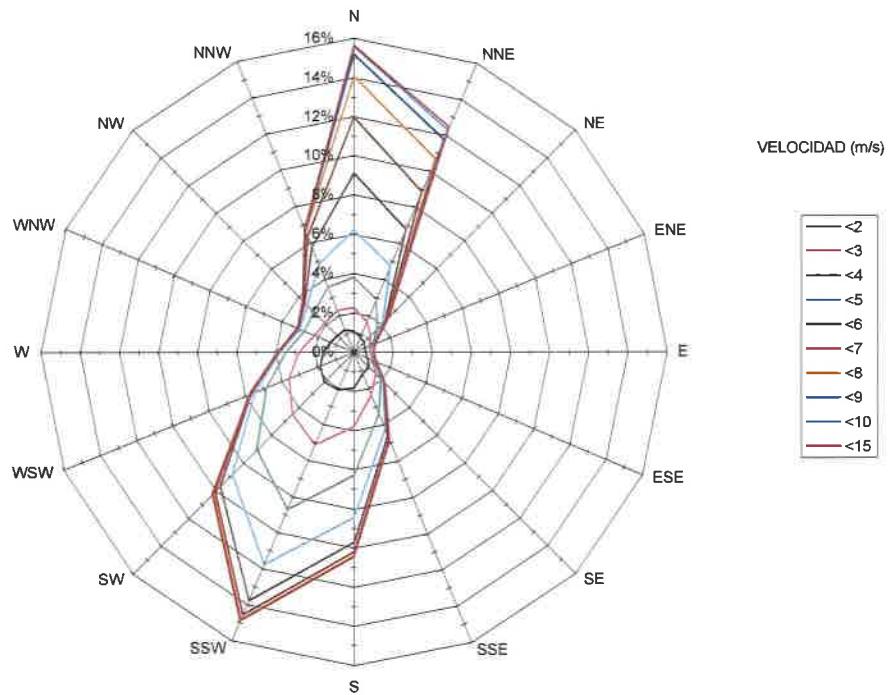
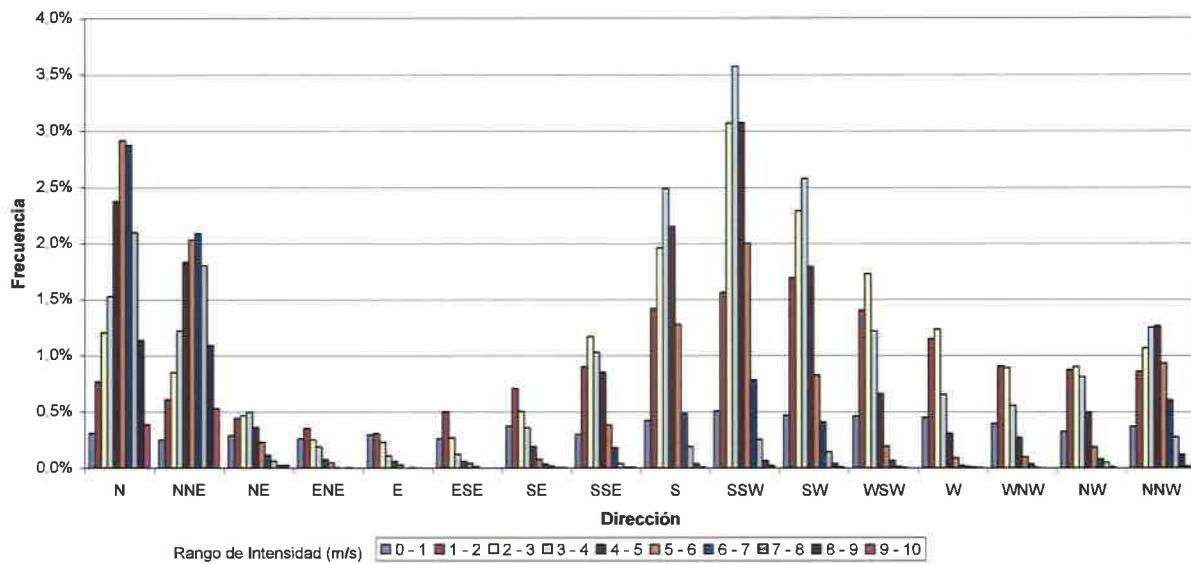


Figura 10 Rosa de Frecuencia de velocidades del viento clasificada por dirección (1997 - 2006)

Estadística Direccional de Intensidades del Viento (datos NOAA 1997-2006)

Figura 11 Estadística de Frecuencia de velocidades del Viento clasificada por dirección

En resumen, los vientos más frecuentes son del cuadrante Norte-NE y se verifican vientos de mayor intensidad media en la estación seca (fines de noviembre a abril). En cambio, los vientos del cuadrante Sur-SW son más frecuentes en los meses lluviosos siendo los que pueden generar sobre el Golfo de Panamá los oleajes incidentes en la zona de estudio con mayor altura.

Las velocidades máximas con 3 hs de duración para diferentes períodos de retorno fueron estimadas empleando una función logarítmica de tipo.

$$V \text{ (m/s)} = A * \log(\% \text{ exceso}) + B$$

% exceso = porcentaje del tiempo en que una velocidad del viento es igualada o excedida (frecuencia acumulada), el cual resulta equiparable a $Dt * 100 / Tr$, siendo:

Tr = período de retorno (recurrencia) en años del evento

Dt = intervalo entre datos = 3 horas

Resultan los siguientes valores de velocidad del viento, con adecuados ajustes y altos coeficientes de correlación lineal, según se indica en la Tabla 4.

Dirección	SSW-S	SSE	SE	ESE-E	NE-ENE	NNE	NW-N	SW-W
Coef.								
Correl.	0.974	0.970	0.992	0.973	0.990	0.949	0.959	0.969
Tr (años)	Vel. (m/s)							
2	11.8	10.7	8.9	7.0	10.8	11.8	11.9	10.2
5	13.1	12.0	10.2	8.0	12.2	12.4	12.7	11.2
10	14.0	13.0	11.2	8.7	13.3	12.8	13.2	12.0
25	15.3	14.4	12.6	9.6	14.7	13.4	13.9	12.9
50	16.2	15.4	13.6	10.4	15.8	13.8	14.4	13.7
100	17.2	16.4	14.6	11.1	16.9	14.2	15.0	14.4

Tabla 4 Períodos de retorno de la velocidad del viento según los datos de NOAA en el mar

Se puede apreciar que para 100 años de recurrencia las menores velocidades provienen del ESE-E alcanzando los 11 m/s, mientras que de otros cuadrantes las velocidades oscilan entre 14 y 17 m/s. Las mismas se reducen entre 0.5 y 1 m/s para 50 años de recurrencia.

Si bien este análisis parte de datos de ola cada 3 horas, los mismos no son valores promedio en ese lapso, por lo que las intensidades que se verifican con una duración suficiente como para generar las mayores olas, probablemente no superen los 11 m/s, aún de las direcciones más desfavorables, los 8 m/s desde el cuadrante ESE - Este.

4. CONDICIONES DE OLEAJE INCIDENTE

4.1. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA

Para verificar esta información, se realizó un análisis de datos de oleaje cada 3 horas para un período de 27 años (1993-2019) en un punto del modelo global WAVERYS ubicado en 8°48'N y 79°24'O, a unos 17 km al SE de la Isla Flamenco en el extremo de la calzada Amador.



Figura 12 Ubicación del punto de grilla del modelo WAVERYS

Se descargaron y analizaron los datos de altura significativa Hs, período medio Tm y de pico del espectro de energía Tp, con sus direcciones, y las componentes de altura, período y dirección de las olas generadas por vientos locales y de aquellas propagadas desde aguas profundas (Swell), para evaluar cual es el origen de las mayores olas incidentes en la zona.

En la Figura 13 y la Figura 14 se presentan los diagramas de dispersión de altura significativa, período de pico Tp y período medio Tm. Se puede apreciar que los períodos medios alcanzan los 17 segundos, pero para alturas de ola menores a 1,2 metros, mientras que las mayores alturas de ola, tienen períodos medios entre 6 y 15 segundos. En cuanto a los períodos de pico espectral, los mismos son mayores que los medios, alcanzando 25 segundos y los eventos con alturas significativas cercanas a 2 metros tienen períodos cercanos a 7, 13 y 17 segundos.

En la Figura 15 se presenta la relación entre la altura significativa de ola y la componente generada por el viento. Se puede apreciar que las olas de altura superior a 2 metros se han presentado tanto en condiciones con oleaje de viento local relevante como sin olas locales.

En cambio, en la Figura 16 se muestra también como las mayores alturas de ola se correlacionan con alturas de olas oceánicas o Swell pequeñas e importantes indistintamente.

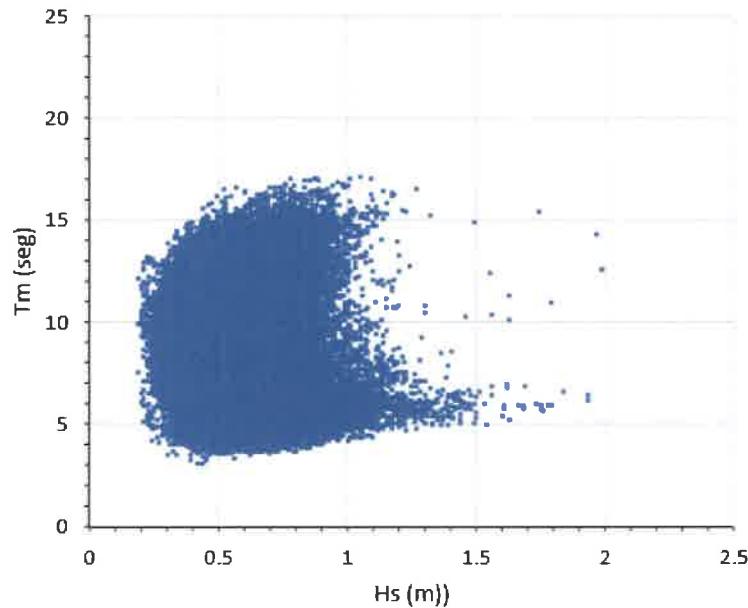


Figura 13 Diagrama de dispersión de período medio y altura significativa. Modelación WAVERYS

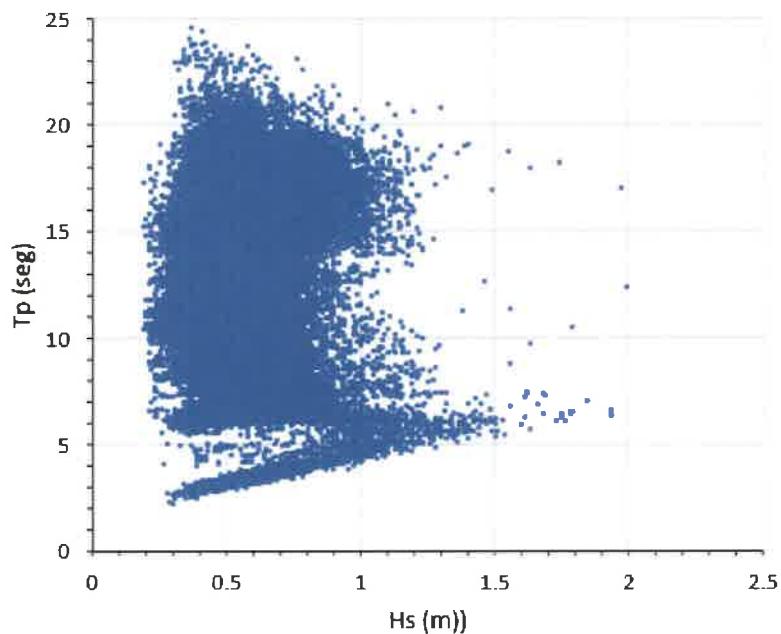


Figura 14 Diagrama de dispersión de período pico y altura significativa. Modelación WAVERYS

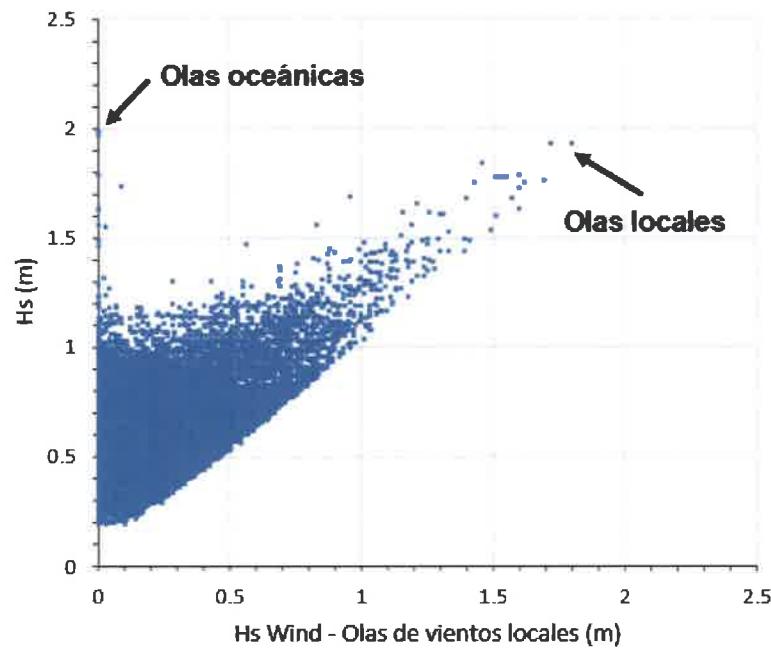


Figura 15 Relación entre la altura significativa total y la generada por vientos locales

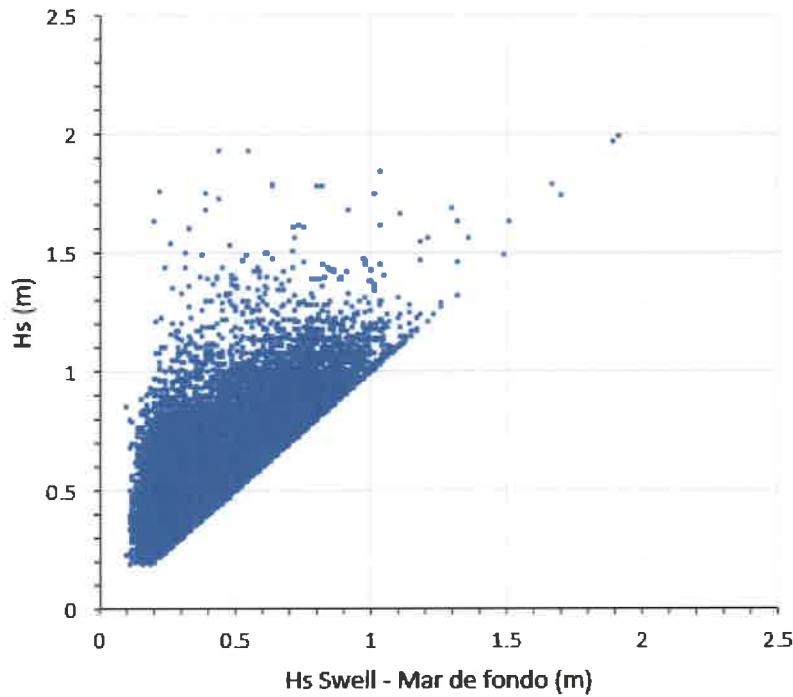


Figura 16 Relación entre la altura significativa total y la generada por olas oceánicas

En la Figura 17 y la Figura 18 se presentan los diagramas de dispersión (rosas) de alturas significativas de olas clasificadas por la dirección media de incidencia y por la dirección del pico de energía del espectro, respectivamente. En la Figura 19 y la Figura 20 se presenta lo mismo para los períodos de pico de las olas.

Se puede apreciar que cuando se clasifican por la dirección del pico, las olas se concentran más en la dirección de incidencia Sur, indicando ello que las demás direcciones, donde el alcance o Fetch de generación es menor, tienen una baja influencia en la agitación global.

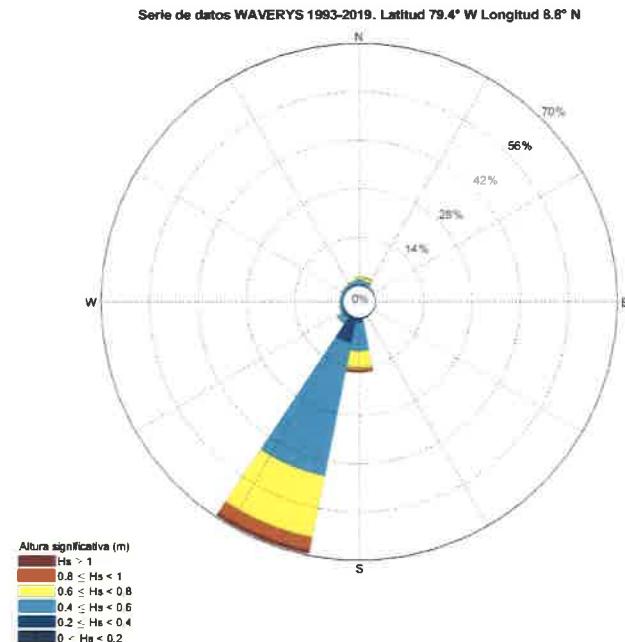


Figura 17 Rosa de altura significativa de olas clasificada por dirección de incidencia media

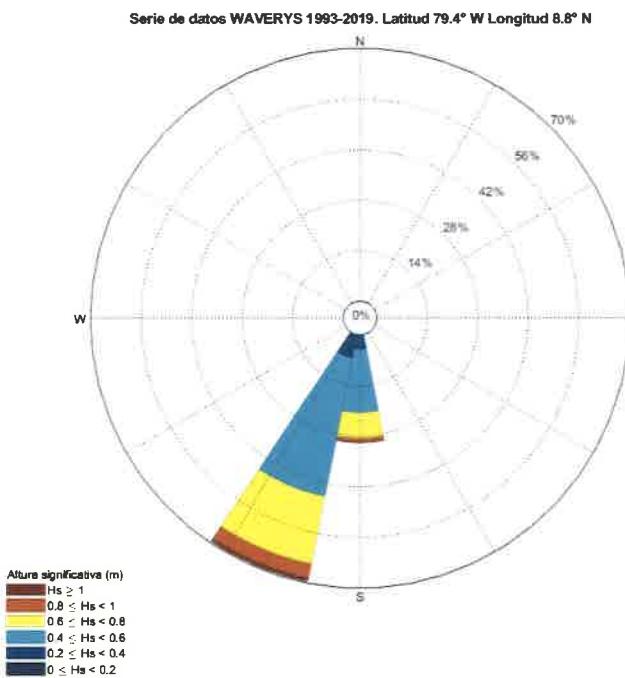


Figura 18 Rosa de altura significativa de olas clasificada por dirección de incidencia del pico de energía

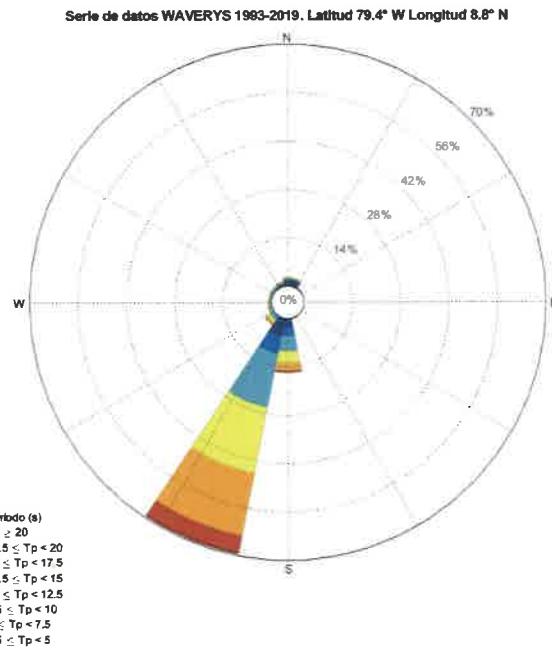


Figura 19 Rosa de período de pico de olas clasificada por dirección de incidencia media

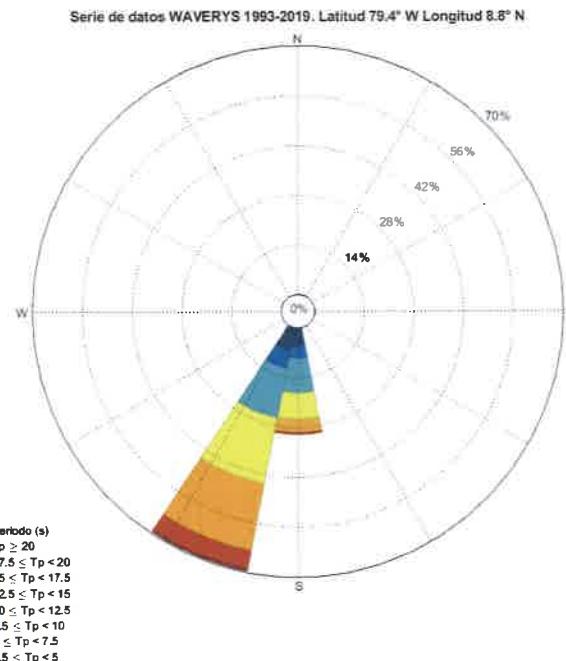


Figura 20 Rosa de período de pico de olas clasificada por dirección de incidencia del pico de energía

En la Tabla 5 a la Tabla 10 se presentan los diagramas de dispersión de altura significativa y período de pico total y para cada una de las direcciones de incidencia del oleaje.

Hs (m)\Tp (s)	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	> 24	TOTAL
0.0-0.2					0.001%		0.001%	0.001%					0.004%
0.2-0.4	0.087%	0.082%	0.671%	0.858%	4.612%	1.848%	1.602%	0.532%	0.185%	0.060%	0.027%	0.005%	10.569%
0.4-0.6	1.360%	0.147%	5.531%	4.470%	12.522%	12.250%	13.683%	6.592%	1.636%	0.379%	0.075%	0.005%	58.650%
0.6-0.8	0.986%	0.193%	2.449%	1.723%	2.392%	2.969%	7.700%	4.504%	1.181%	0.166%	0.013%		24.275%
0.8-1.0	0.043%	0.555%	0.620%	0.280%	0.229%	0.276%	1.244%	1.417%	0.417%	0.041%			5.122%
1.0-1.2		0.284%	0.214%	0.087%	0.046%	0.029%	0.136%	0.195%	0.071%	0.004%			1.066%
1.2-1.4		0.104%	0.067%	0.018%	0.003%		0.010%	0.008%	0.010%	0.003%			0.222%
1.4-1.6		0.018%	0.032%	0.001%	0.001%	0.001%		0.001%	0.003%				0.057%
1.6-1.8		0.001%	0.022%	0.001%	0.001%				0.003%				0.028%
> 1.8			0.004%			0.001%		0.001%					0.006%
TOTAL	2.477%	1.384%	9.610%	7.438%	19.807%	17.375%	24.375%	13.252%	3.506%	0.652%	0.114%	0.010%	100%

Tabla 5 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Todos los datos

Hs (m)\Tp (s)	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	> 24	TOTAL
0.0-0.2													
0.2-0.4													
0.4-0.6	0.074%												0.074%
0.6-0.8	0.141%	0.014%											0.155%
0.8-1.0	0.004%	0.037%											0.041%
1.0-1.2													
1.2-1.4													
1.4-1.6													
1.6-1.8													
> 1.8													
TOTAL	0.218%	0.051%											0.269%

Tabla 6 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el Este

Hs (m)\Tp (s)	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	> 24	TOTAL
0.0-0.2													
0.2-0.4													
0.4-0.6	0.001%												0.001%
0.6-0.8	0.014%	0.005%											0.019%
0.8-1.0	0.003%	0.008%											0.010%
1.0-1.2													
1.2-1.4													
1.4-1.6													
1.6-1.8													
> 1.8													
TOTAL	0.018%	0.013%											0.030%

Tabla 7 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el ESE

Hs (m)\Tp (s)	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	> 24	TOTAL
0.0-0.2													
0.2-0.4													
0.4-0.6	0.004%												0.004%
0.6-0.8													
0.8-1.0													
1.0-1.2													
1.2-1.4													
1.4-1.6													
1.6-1.8													
> 1.8													
TOTAL	0.004%												0.004%

Tabla 8 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el SSE

Hs (m)\Tp (s)	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	> 24	TOTAL
0.0-0.2					0.001%								0.001%
0.2-0.4	0.028%	0.047%	0.300%	0.378%	2.017%	0.573%	0.465%	0.123%	0.035%	0.009%	0.005%		3.980%
0.4-0.6	0.518%	0.041%	2.634%	1.634%	5.107%	3.937%	2.948%	1.029%	0.139%	0.022%	0.003%		18.013%
0.6-0.8	0.269%	0.044%	1.136%	0.711%	1.043%	1.022%	1.593%	0.532%	0.093%	0.019%	0.001%		6.464%
0.8-1.0	0.019%	0.108%	0.269%	0.109%	0.077%	0.101%	0.232%	0.114%	0.011%				1.041%
1.0-1.2		0.034%	0.075%	0.027%	0.003%	0.008%	0.039%	0.008%	0.004%				0.196%
1.2-1.4		0.023%	0.034%	0.008%				0.001%	0.001%	0.001%			0.068%
1.4-1.6		0.004%	0.010%	0.001%		0.001%		0.001%					0.018%
1.6-1.8		0.001%	0.009%	0.001%	0.001%								0.013%
> 1.8						0.001%		0.001%					0.003%
TOTAL	0.834%	0.302%	4.467%	2.869%	8.250%	5.643%	5.278%	1.810%	0.284%	0.051%	0.009%		29.797%

Tabla 9 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el SUR

Hs (m)\Tp (s)	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	> 24	TOTAL
0.0-0.2							0.001%	0.001%					0.003%
0.2-0.4	0.057%	0.034%	0.370%	0.480%	2.595%	1.275%	1.137%	0.409%	0.150%	0.051%	0.022%	0.005%	6.585%
0.4-0.6	0.673%	0.104%	2.898%	2.836%	7.414%	8.313%	10.734%	5.562%	1.497%	0.357%	0.072%	0.005%	40.466%
0.6-0.8	0.352%	0.091%	1.313%	1.012%	1.349%	1.947%	6.106%	3.971%	1.089%	0.147%	0.011%		17.389%
0.8-1.0	0.011%	0.289%	0.351%	0.171%	0.152%	0.175%	1.012%	1.303%	0.406%	0.041%			3.911%
1.0-1.2		0.233%	0.139%	0.061%	0.043%	0.022%	0.096%	0.188%	0.067%	0.004%			0.853%
1.2-1.4		0.081%	0.033%	0.010%	0.003%		0.010%	0.006%	0.009%	0.001%			0.153%
1.4-1.6		0.014%	0.022%		0.001%				0.003%				0.039%
1.6-1.8			0.013%						0.003%				0.015%
> 1.8			0.004%										0.004%
TOTAL	1.094%	0.847%	5.143%	4.570%	11.557%	11.732%	19.097%	11.442%	3.222%	0.601%	0.105%	0.010%	69.419%

Tabla 10 Diagrama de dispersión de olas del modelo WAVERYS. Dirección de pico espectral desde el SSW

Se puede apreciar que las olas más frecuentes tienen alturas de 0.4 a 0.6 m, seguidas por el rango de 0.6 a 0.8 m, con dos modas de períodos, uno entre 14 y 16 segundos, y otro entre 10 y 12 segundos. Las olas de mayor altura tienen períodos entre 6 y 8, entre 10 y 12, y entre 16 y 18 segundos, por lo que el rango de posibilidades es muy extendido. La altura significativa promedio del oleaje es igual a 0.55 m

Se ha realizado un análisis de valores extremos a fin de obtener la altura significativa de ola para períodos de retorno T_r entre 5 y 100 años empleando diversas distribuciones estadísticas, las cuales fueron evaluadas en función de los criterios de Chi-cuadrado (X^2) y el Error Medio, además de verificar visualmente cuales ajustan mejor los valores extremos. Las distribuciones testeadas son la Log Normal, Gumbel (ajustes Máxima Verosimilitud y Método de Momentos), GEV (ajustes Máxima Verosimilitud y Método de Momentos) y Log Pearson III.

La Figura 21 muestra un ejemplo de los ajustes para las olas provenientes del Este, y de la Figura 22 a la Figura 25 se presentan los ajustes seleccionados para cada dirección.

Cabe destacar que desde la dirección SW se registran valores atípicos, cuya recurrencia sería superior a la duración del período en el que se dispone de datos (27 años) por lo cual la estimación de extremos presenta una mayor incertezza.

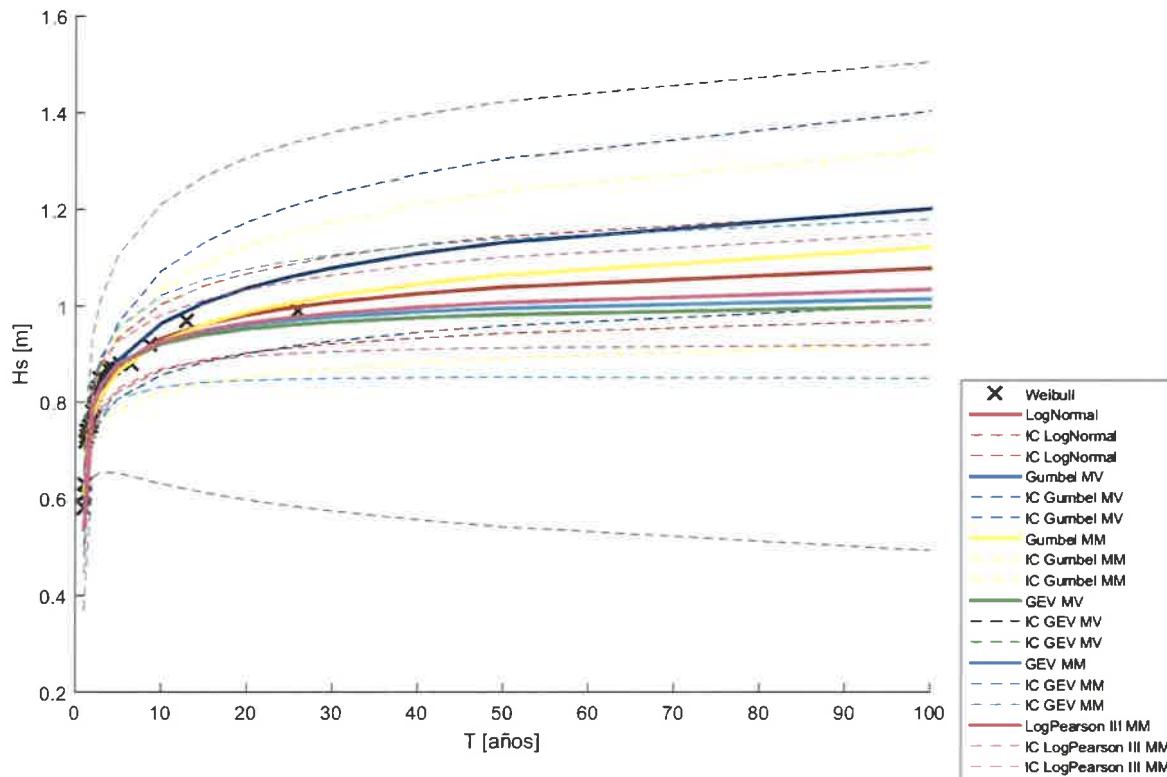


Figura 21 Ajuste de diversas distribuciones de extremos a los datos de H_s de olas provenientes del Este

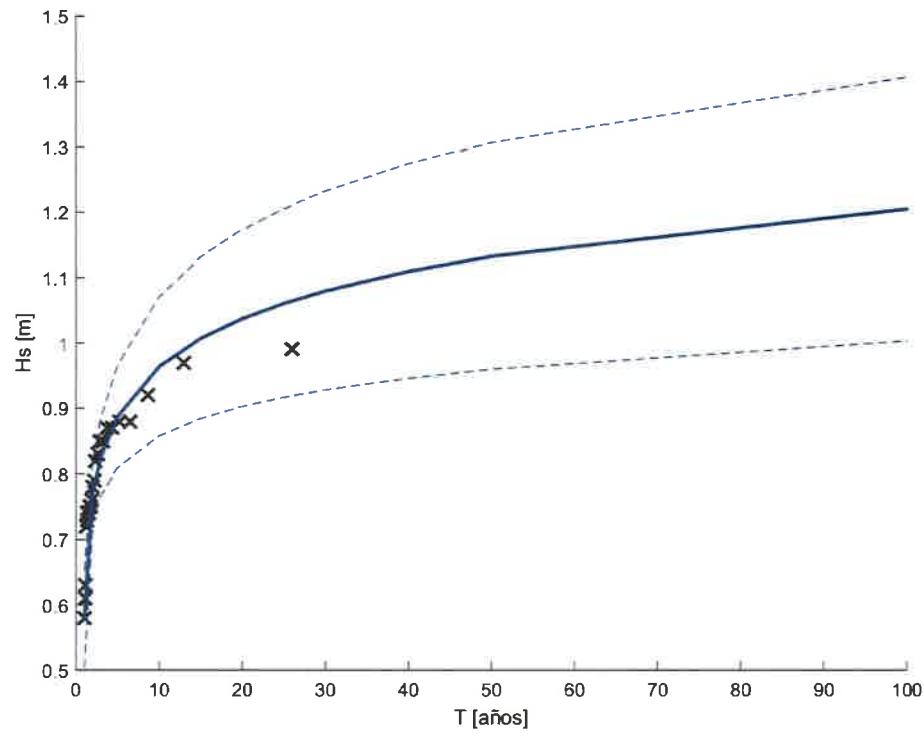


Figura 22 Distribución de extremos seleccionada para alturas de olas provenientes del Este

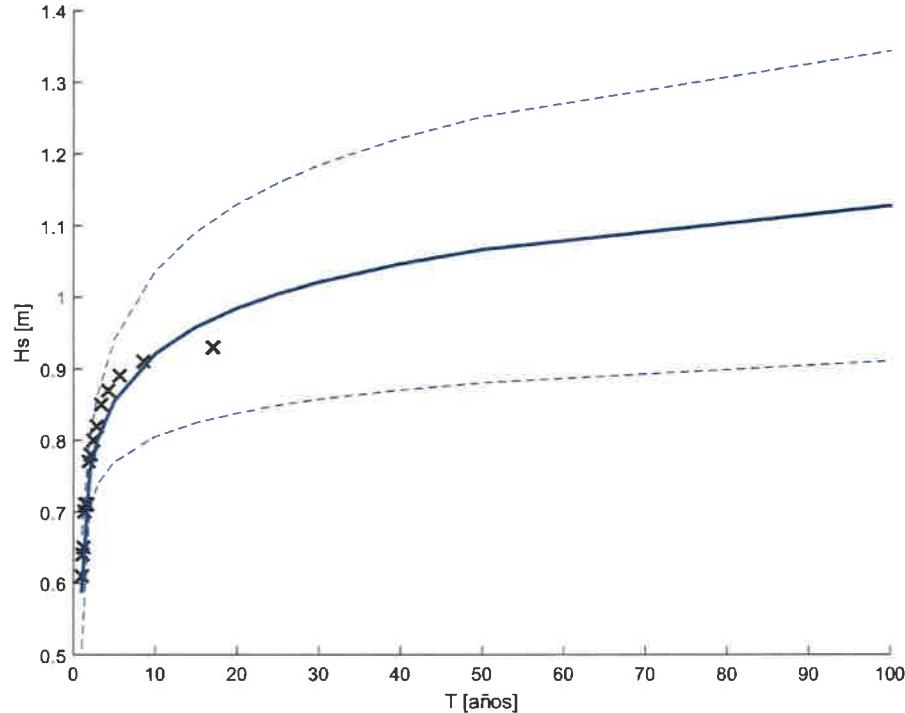


Figura 23 Distribución de extremos seleccionada para alturas de olas provenientes del ESE

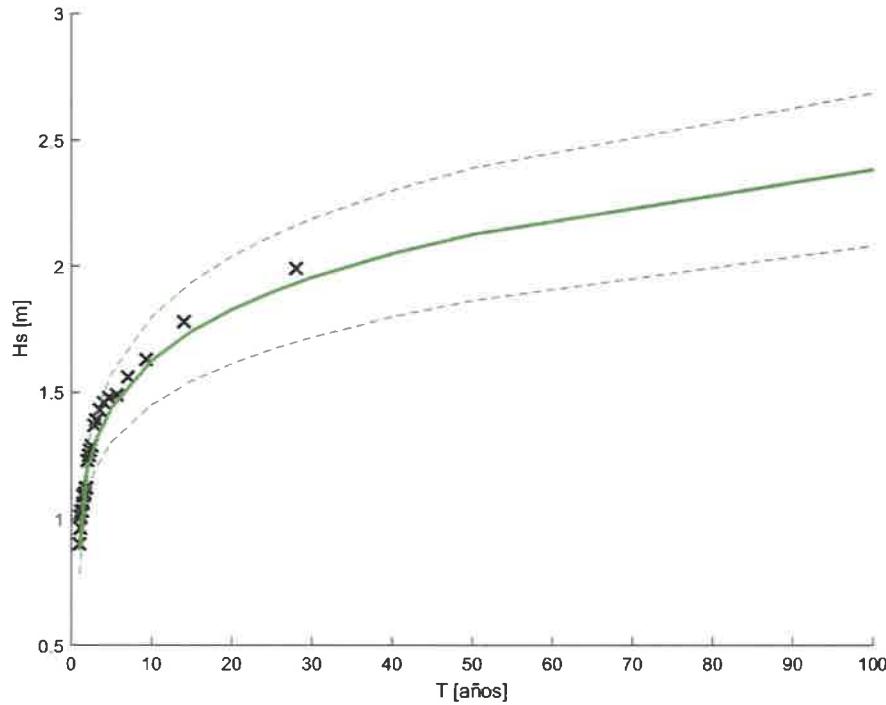


Figura 24 Distribución de extremos seleccionada para alturas de olas provenientes del SUR

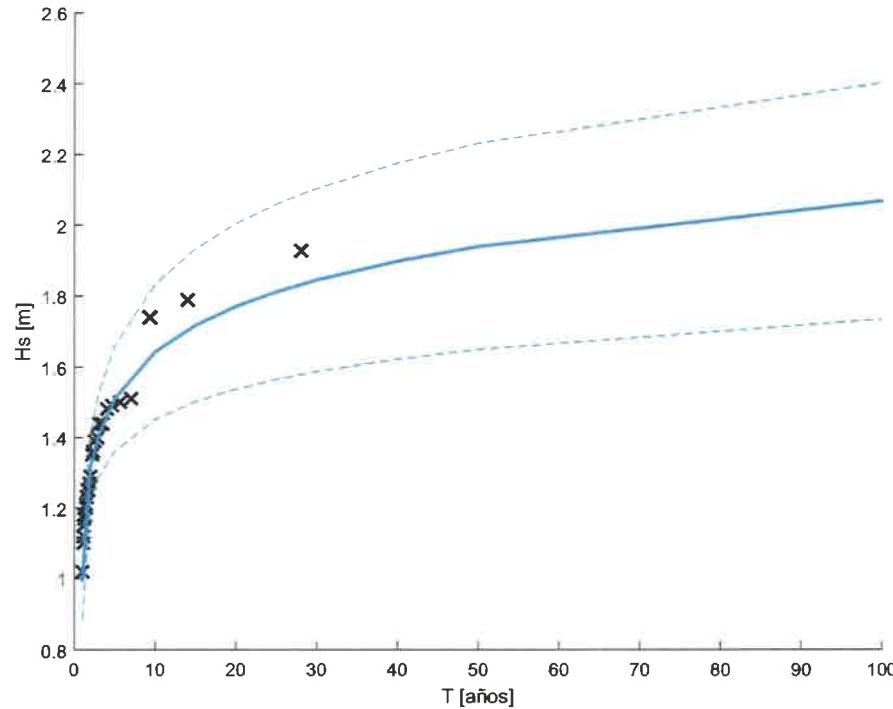


Figura 25 Distribución de extremos seleccionada para alturas de olas provenientes del SSW

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de Hs para cada cuadrante desde el cual inciden olas hacia el sector de interés.

Recurrencia	E	ESE	S	SSW
Tr [años]	Gumbel MV	Gumbel MV	GEV MV	GEV MM
1	0.58	0.59	0.88	1.00
2	0.77	0.76	1.20	1.31
5	0.89	0.86	1.44	1.51
10	0.96	0.92	1.63	1.64
20	1.04	0.98	1.83	1.77
25	1.06	1.00	1.90	1.81
50	1.13	1.07	2.13	1.94
100	1.20	1.13	2.38	2.07

Tabla 11 Condiciones de oleaje para cada período de retorno según dirección de incidencia.

Una verificación se puede realizar considerando una velocidad del viento típica con 3 horas de duración para una recurrencia del orden de 50 a 100 años, que puede estimarse en unos 8 m/s, y calcular la altura significativa y período de las olas generadas desde las direcciones limitadas por las costas en dirección Este y ESE.

Las distancias sobre el agua donde el viento puede actuar (Fetch) varían entre unos 60 y 80 km en esas direcciones. Las profundidades medias sobre toda la transecta en condiciones de pleamar son de unos 15 metros, reduciéndose en el sector más cercano a la costa.

Empleando la formulación de cálculo de las olas generadas por el viento recomendada por el Shore Protection Manual, se obtienen las alturas de ola que se presentan en la Figura 26.

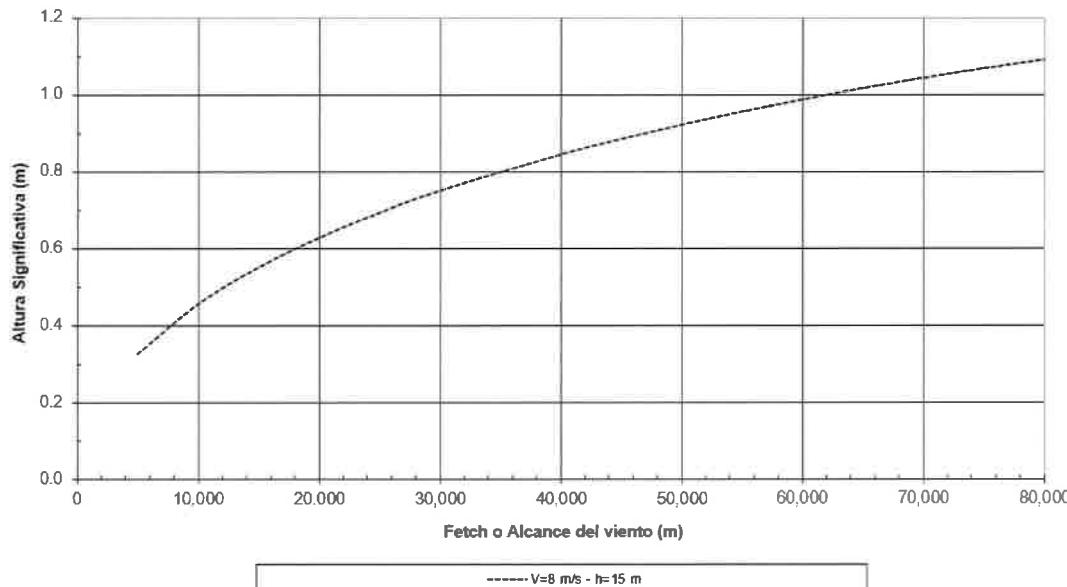


Figura 26 Alturas significativas de ola generadas por vientos locales de 11 m/s de intensidad

Se puede apreciar que las alturas significativas de ola son del orden de 1.1 metros, con lo que se consideran validados los órdenes de magnitud resultantes. Los períodos de pico calculados son del orden de unos 4 segundos.

4.2. MODELIZACIÓN DEL OLEAJE INCIDENTE EN LA ZONA DE ESTUDIO

4.2.1. Descripción del modelo general aplicado

Para trasladar el oleaje desde el punto de grilla WAVERYS hasta el área de interés del estudio se ha utilizado el modelo STWAVE (STeady State Spectral WAVE). El modelo STWAVE fue desarrollado por Jane McKee Smith, Ann R. Sherlock y Donald T. Resio del Coastal and Hydraulics Laboratory, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg. STWAVE es un modelo robusto y muy flexible que simula el crecimiento, propagación y transformación de olas sobre la costa, incluyendo los siguientes efectos:

- Bajío (aumento de la altura de ola al disminuir la profundidad de agua);
- Refracción por profundidad;
- Difracción por transferencia lateral de energía;
- Interacción entre olas con diferentes direcciones;
- Generación de oleaje por el viento;
- Rotura, redistribución y disipación de la energía.

Como resultado de la aplicación del modelo se obtienen las características de las olas (altura, período y dirección) transformadas en el frente de la zona que es luego modelado en detalle para analizar la influencia del puente.

El cómputo de la difracción en el modelo emplea un procedimiento aproximado de dispersión lateral de la energía de ola, el cual resulta suficiente en un caso como la presente área de estudio. El modelo opera sobre espectros de energía de ola, o sea que representa la distribución del oleaje tanto en frecuencia como en dirección alrededor de la dirección dominante y el período de pico del espectro, para cada ola individual. Se pueden considerar espectros direccionales de energía más o menos amplios en función de las características de las olas incidentes (más estrechos en el caso de las olas oceánicas de largo período que en las olas generadas por vientos locales), según se ha estudiado ampliamente en la bibliografía y es recomendado por el Manual de Ingeniería de Costas del US Army Corps of Engineers (CEM, 2008).

La refracción se produce cuando existen un cambio en la celeridad de la ola, la cual se debe a una variación de la profundidad (en aguas poco profundas, la celeridad es proporcional a la raíz cuadrada de la profundidad). A reducirse la celeridad a medida que la ola se acerca a la costa, la onda modifica su dirección de avance y el ancho entre "rayos" o líneas de avance disminuye, como la Energía total se conserva, entonces la Energía por unidad de área debe aumentar, por lo que la altura de la ola aumenta (ya que la Energía es proporcional a H^2). La refracción provoca que las olas tiendan a ser más perpendiculares a las isobatas (líneas de igual profundidad) y por lo tanto, también a la costa.

4.2.2. Implementación y operación del modelo general

El período de tiempo en que los niveles se pueden mantener cercanos al valor máximo (por ejemplo 3.3 m), debe ser corto (del orden de 2 horas), ya que debe corresponder a una pleamar astronómica extraordinaria o bien a una pleamar normal en conjunción con una sobreelevación del nivel del mar por vientos intensos.

Para tener una idea de la transitoriedad de los niveles máximos, se puede tomar en consideración por ejemplo el registro de marea de Balboa del 17/10/1997, que se ilustra a continuación.

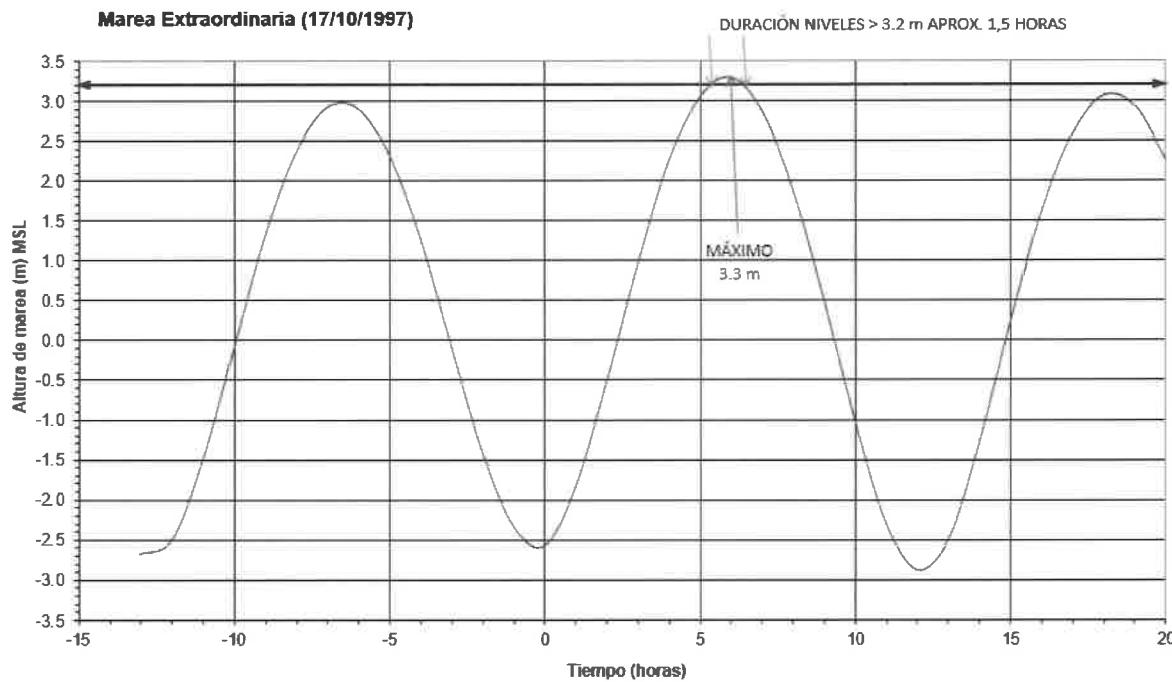


Figura 27 Ejemplo de la corta duración de los niveles máximos

Pero ello no implica que la duración de la condición de oleaje incidente sea también corta. En efecto, la duración de los grupos de ola incidentes desde el océano, abarca períodos de tiempo de varias horas, durante los cuales pueden ocurrir una o dos pleamaras, con alturas de ola oceánicas incidentes del mismo orden que el valor máximo.

En la siguiente figura se presenta la condición de oleaje intenso (en el borde oceánico), el oleaje local (Modelo WAVERTS), conjuntamente con los niveles de marea en Balboa. Se puede apreciar que la probabilidad de que una ola similar a la máxima coincida con una pleamar, si bien no es unitaria, resulta muy alta, pero la simultaneidad del nivel máximo con la ola máxima es menos probable.

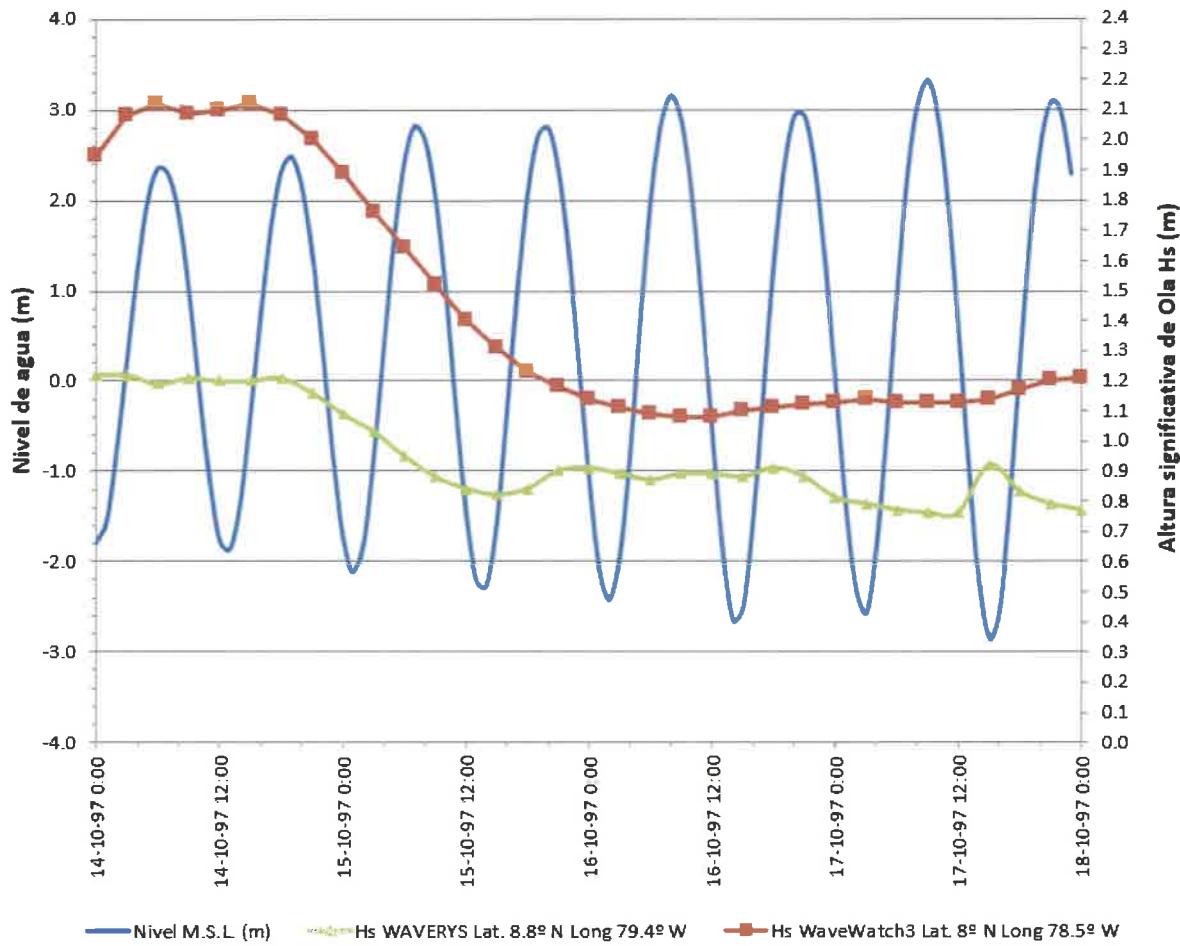


Figura 28 Ejemplo de correspondencia temporal entre los niveles máximos y las alturas de ola en la zona oceánica y en cercanías del área de estudio

Para la operación del modelo se ha generado una grilla de profundidades consistente en celdas cuadradas de 20 metros de lado, basada en información antecedente de la batimetría local del área cercana a la ciudad de Panamá (a lo largo de la Cinta Costera), combinada con las Cartas Náuticas (Golfo de Panamá, Escala 1:300000 y Bahía de Panamá - Approaches to Balboa, Escala 1:25000, Ed. junio 2009), y con la batimetría relevada para el presente estudio. Las profundidades se calcularon para un nivel de pleamar igual a 3.4 m MSL.

La Figura 29 muestra la geometría y las profundidades del modelo, el cual incluye el diseño de las áreas correspondientes al Puerto de Cruceros, cuya escollera produce una reducción de la altura de ola hacia el Oeste, incidente sobre la calzada Amador y el relleno Figali, el cual delimita el área de mayor interés del estudio, y donde se obtienen las alturas y direcciones de las olas incidentes en el modelo detallado.

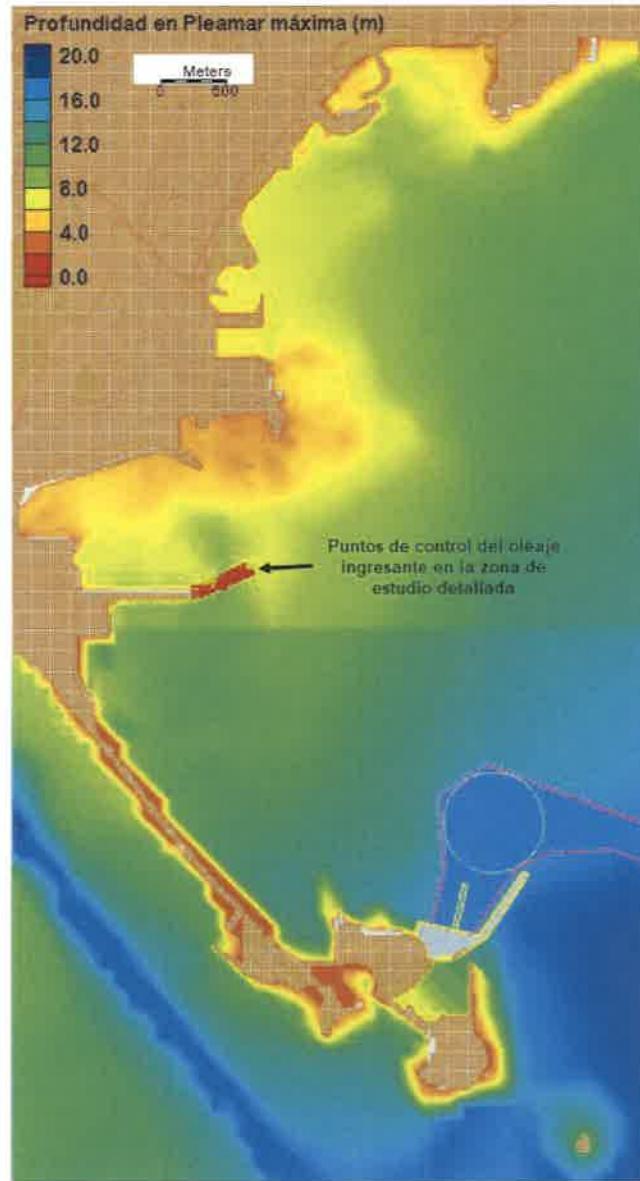


Figura 29 Esquematización del modelo STWAVE

Con respecto a las direcciones de incidencia de las olas en el borde de este modelo, se consideraron aquellas que se determinaron en el análisis estadístico de la información generada mediante el procesamiento de los datos del modelo WAVERYS. No obstante, se verificó mediante la aplicación de un modelo preexistente de mayor extensión y tamaño de grilla 100 metros, que las olas que en el punto del modelo WAVERYS inciden desde el Sur, cambian de dirección y llegan aproximadamente con dirección SSE al borde de la zona modelada (cercana a la isla Flamenco en el extremo de la Calzada Amador).

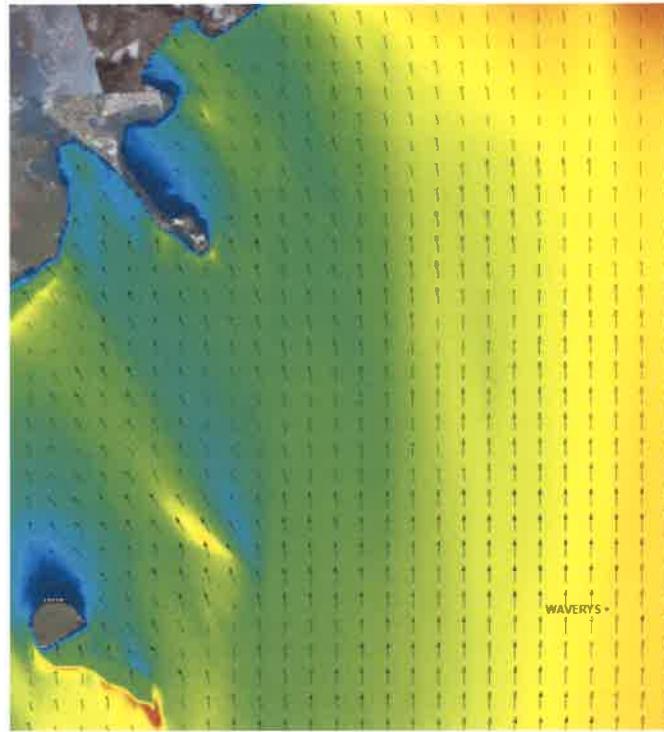


Figura 30 Ejemplo de curvatura del oleaje desde el punto de grilla del modelo WAVERYS

En la siguiente tabla y figuras se presentan los datos de entrada y los resultados obtenidos para cada caso modelado, en particular, la altura significativa y dirección de incidencia del oleaje en la zona de interfase con el modelo detallado del área de interés. Se puede apreciar que solamente las direcciones del SSE, ESE y Este generan olas de altura relevante.

Caso	Cuadrante	Hs (m)	Tp (seg)	Dir (°)	Borde modelo detallado	
					Hs (m)	Dir (°)
S1	Sur	2.4	7	180	0.50	136
S2	Sur	2.4	13	180	0.27	131
S3	Sur	2.4	17	180	0.18	130
SSW1	SSW	2.1	7	202	0.13	133
SSW2	SSW	2.1	13	202	0.08	129
SSW3	SSW	2.1	17	202	0.09	129
SSE1	SSE	2.4	7	158	1.00	138
SSE2	SSE	2.4	13	158	0.95	132
SSE3	SSE	2.4	17	158	0.85	131
ESE1	ESE	1.13	5	112	1.00	116
E1	Este	1.2	5	90	1.15	95

Tabla 12 Condiciones de oleaje modeladas y resultados en el borde del modelo detallado.

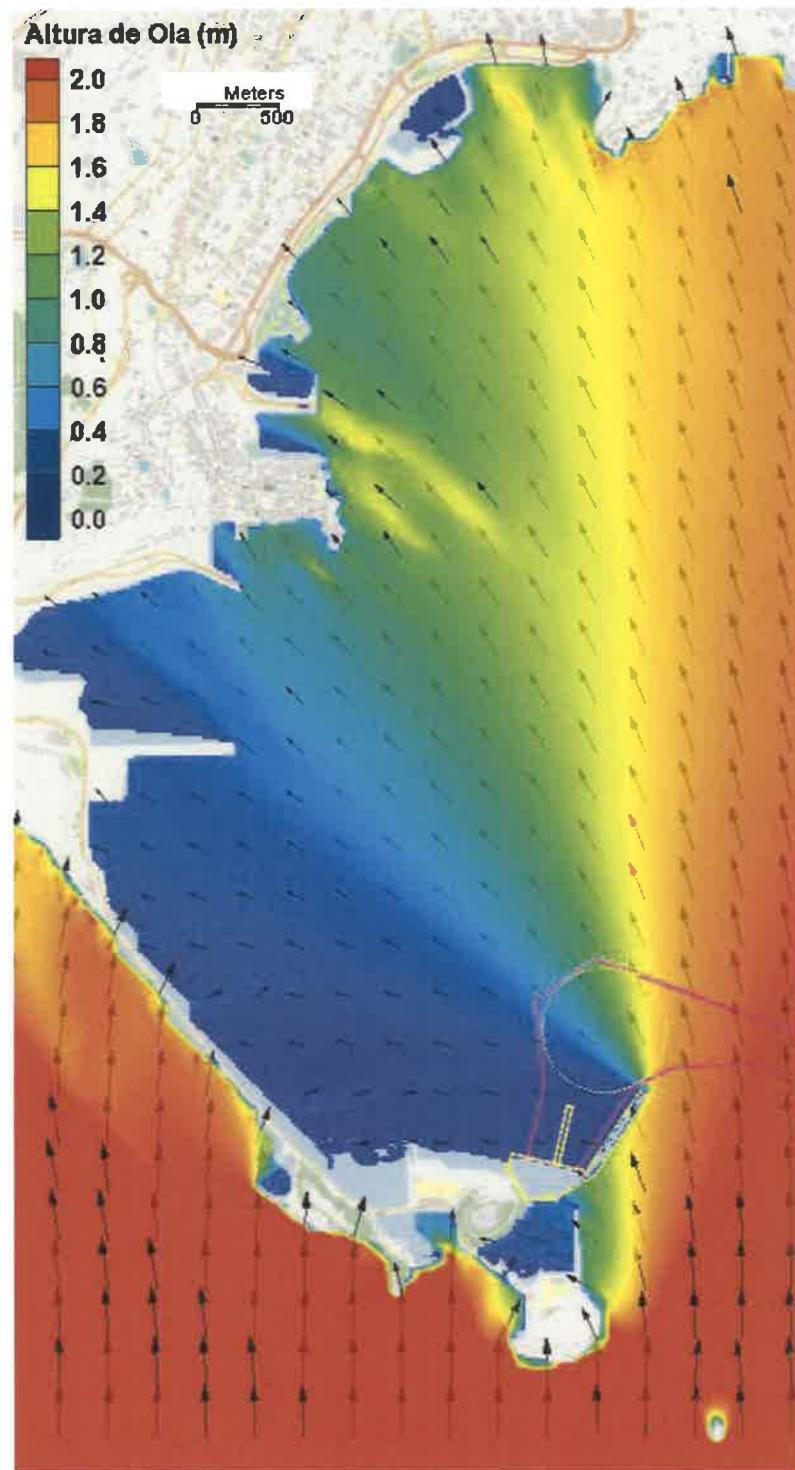


Figura 31 Propagación del oleaje. Caso S1. Sur. Hs 2.4 m. Tp 7 seg.

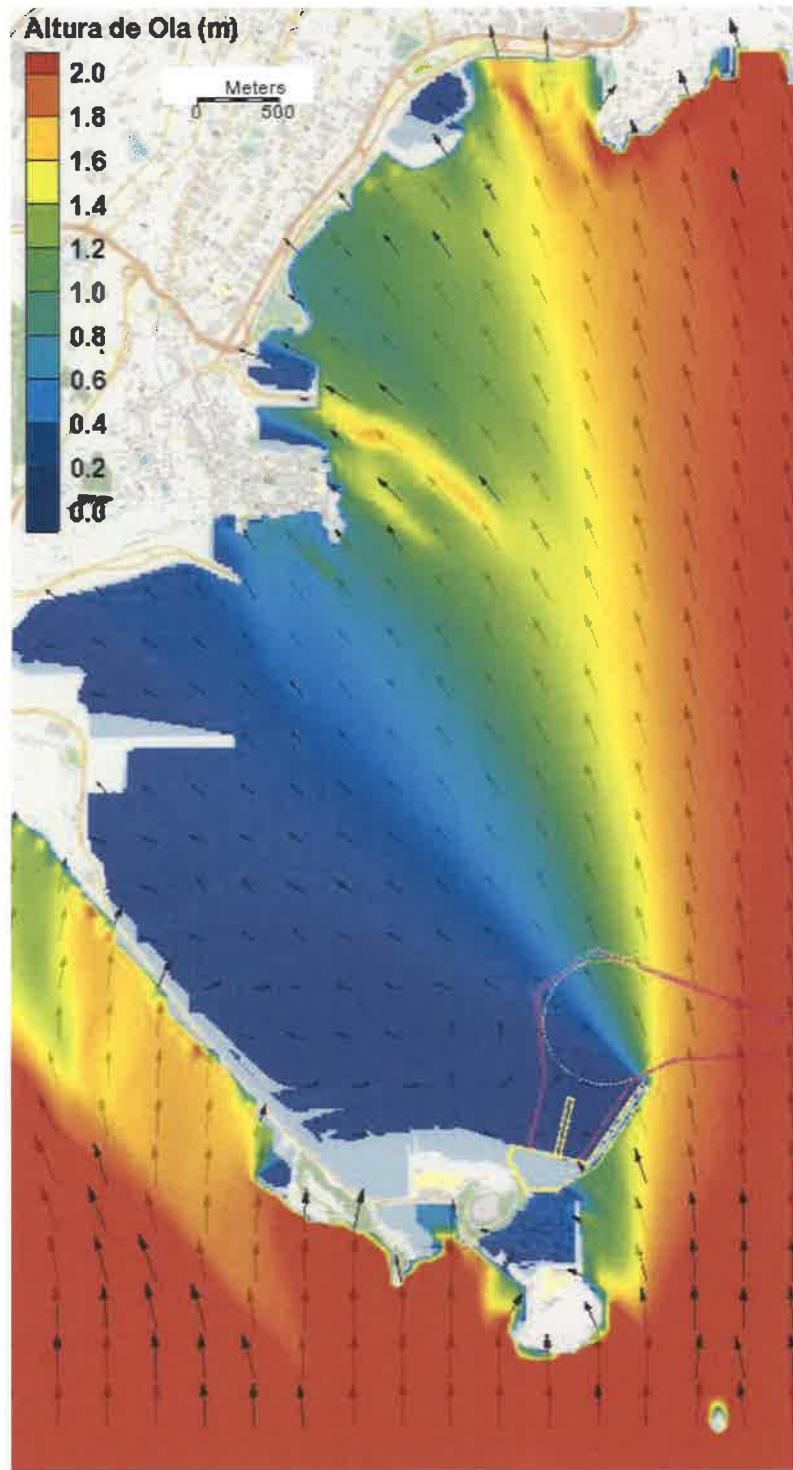


Figura 32 Propagación del oleaje. Caso S2. Sur. Hs 2.4 m. Tp 13 seg.

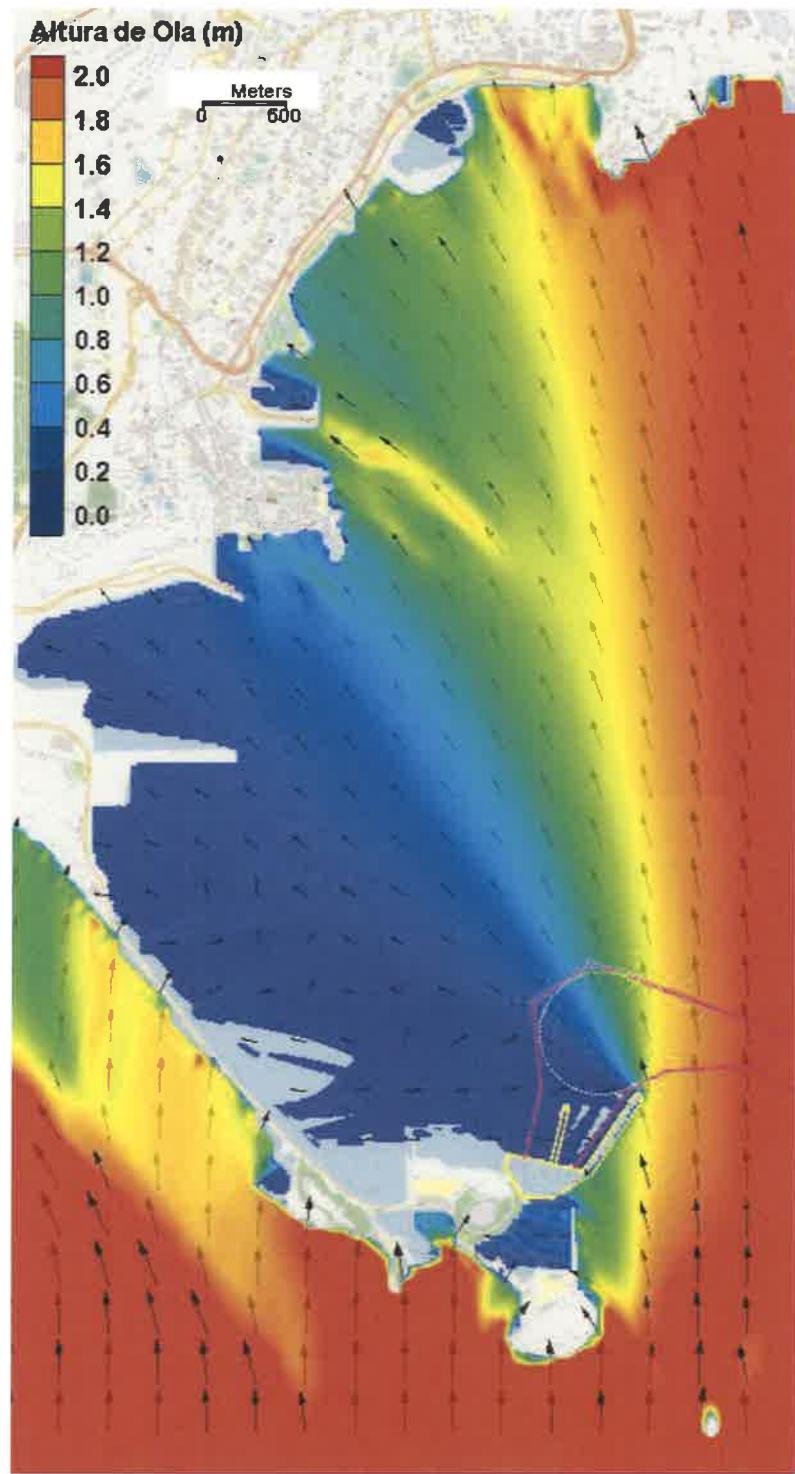


Figura 33 Propagación del oleaje. Caso S3. Sur. Hs 2.4 m. Tp 17 seg.

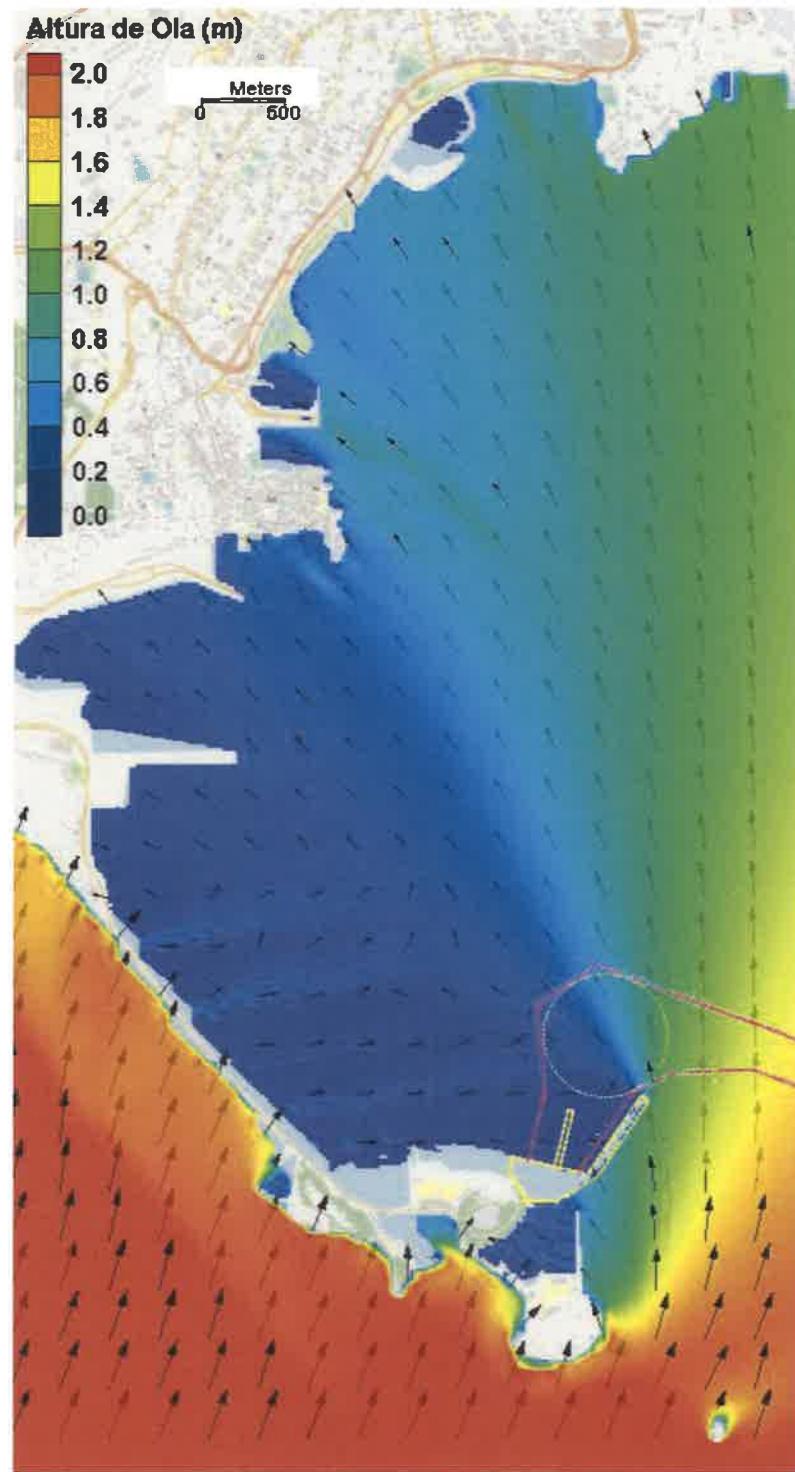


Figura 34 Propagación del oleaje. Caso SSW1. SSW. Hs 2.1 m. Tp 7 seg.

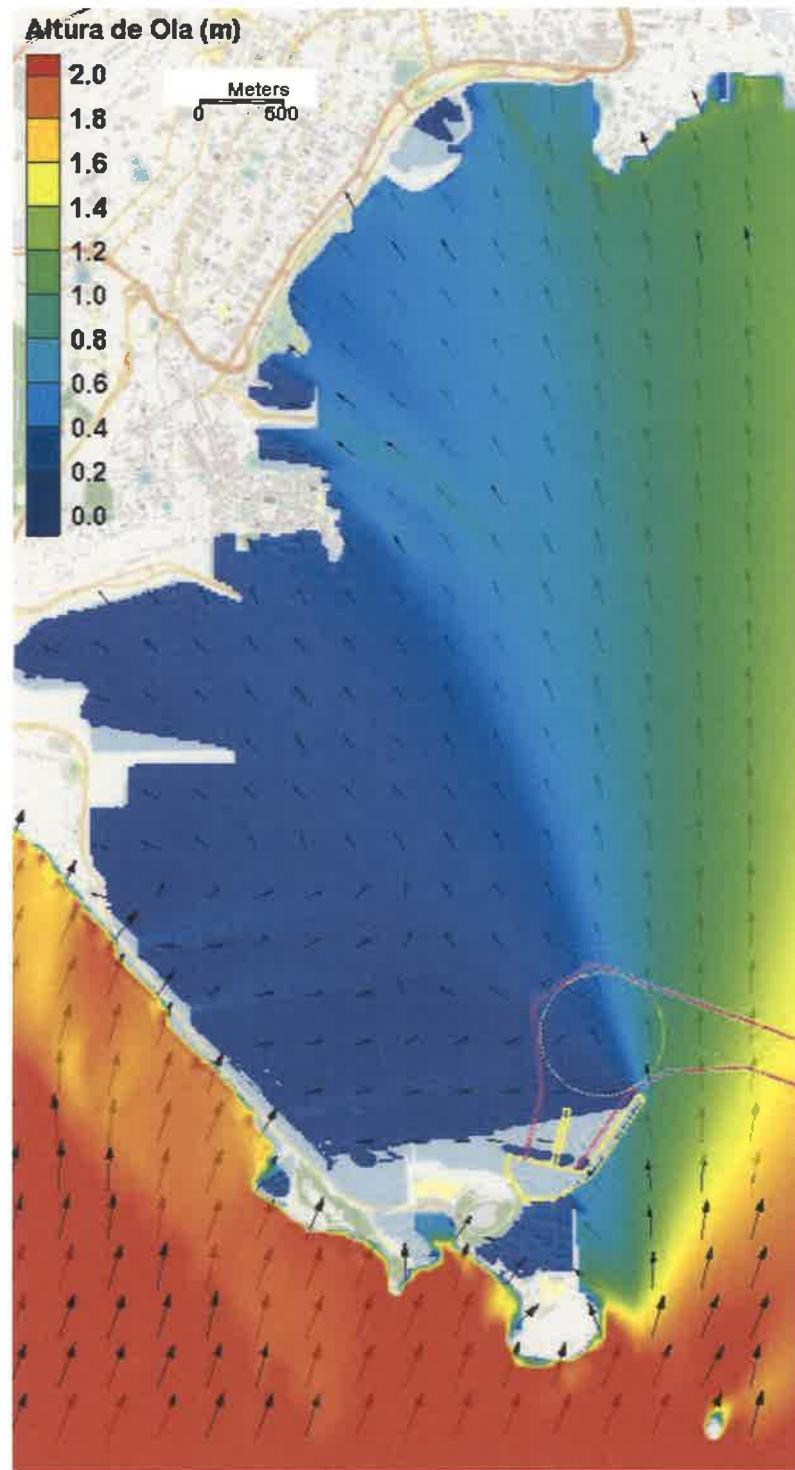


Figura 35 Propagación del oleaje. Caso SSW2. SSW. Hs 2.1 m. Tp 13 seg.

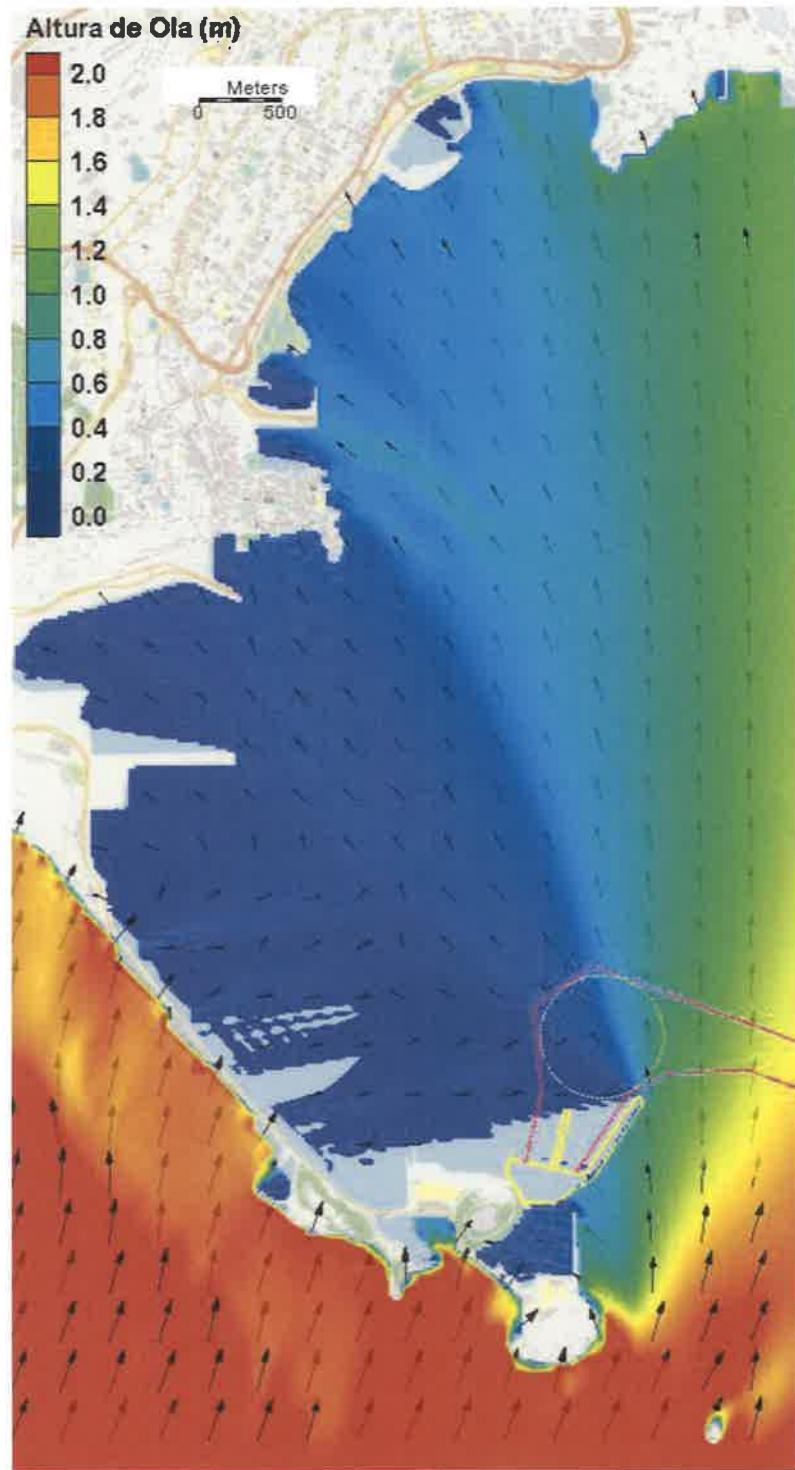


Figura 36 Propagación del oleaje. Caso SSW3. SSW. Hs 2.1 m. Tp 17 seg.

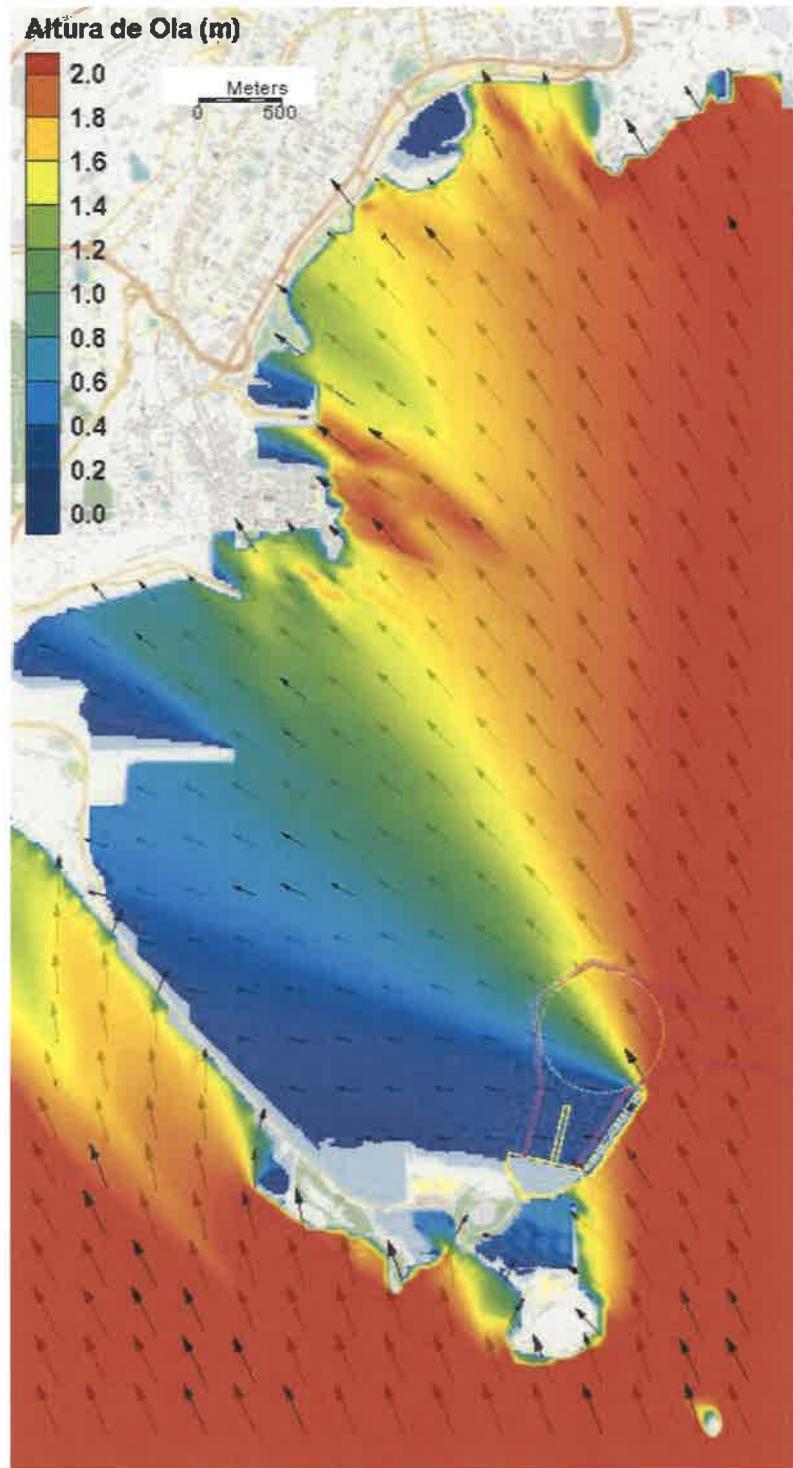


Figura 37 Propagación del oleaje. Caso SSE1. SSE. Hs 2.4 m. Tp 7 seg.

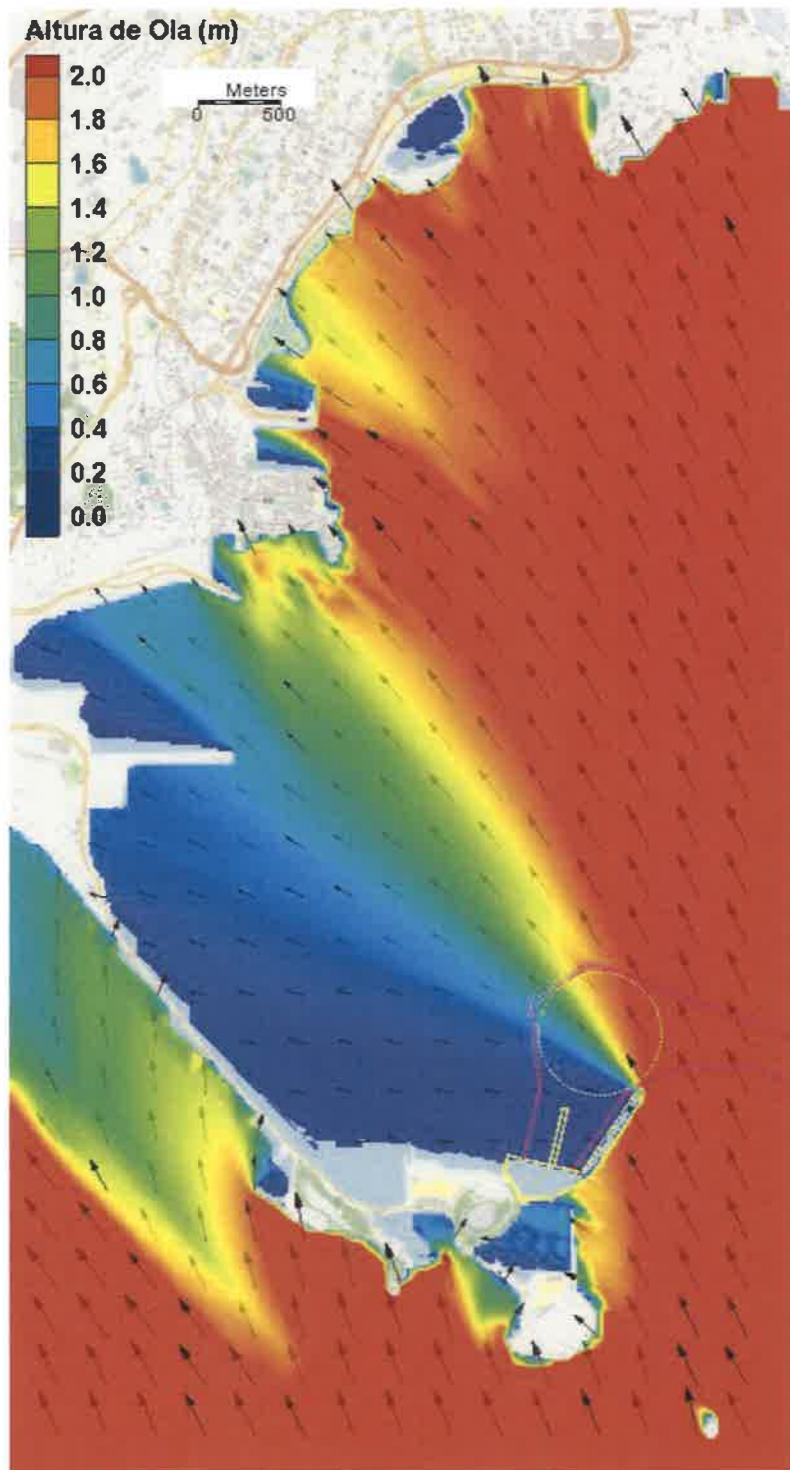


Figura 38 Propagación del oleaje. Caso SSE2. SSE. Hs 2.4 m. Tp 13 seg.

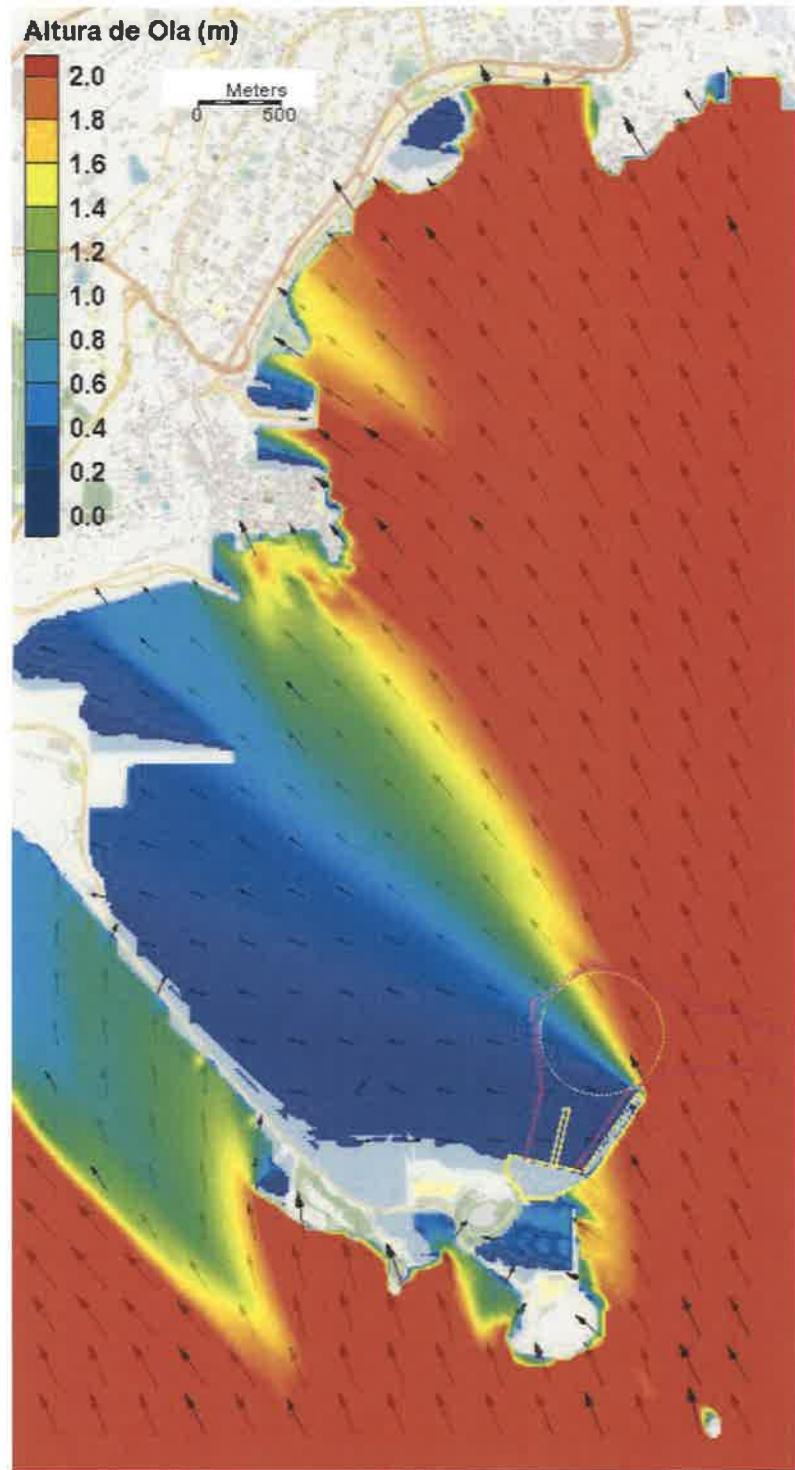


Figura 39 Propagación del oleaje. Caso SSE3. SSE. Hs 2.4 m. Tp 17 seg.

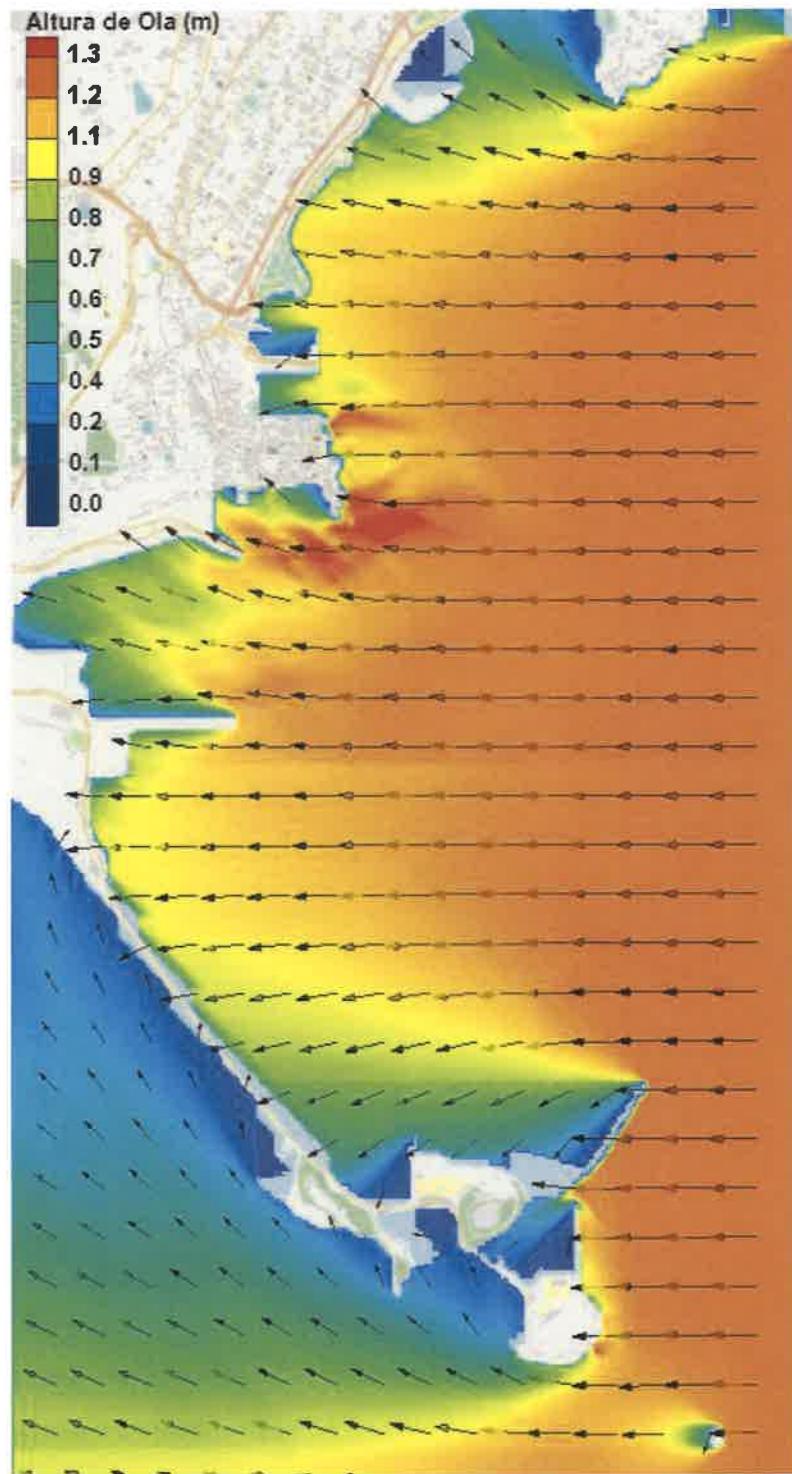


Figura 40 Propagación del oleaje. Caso E1. Este. Hs 1.2 m. Tp 5 seg.

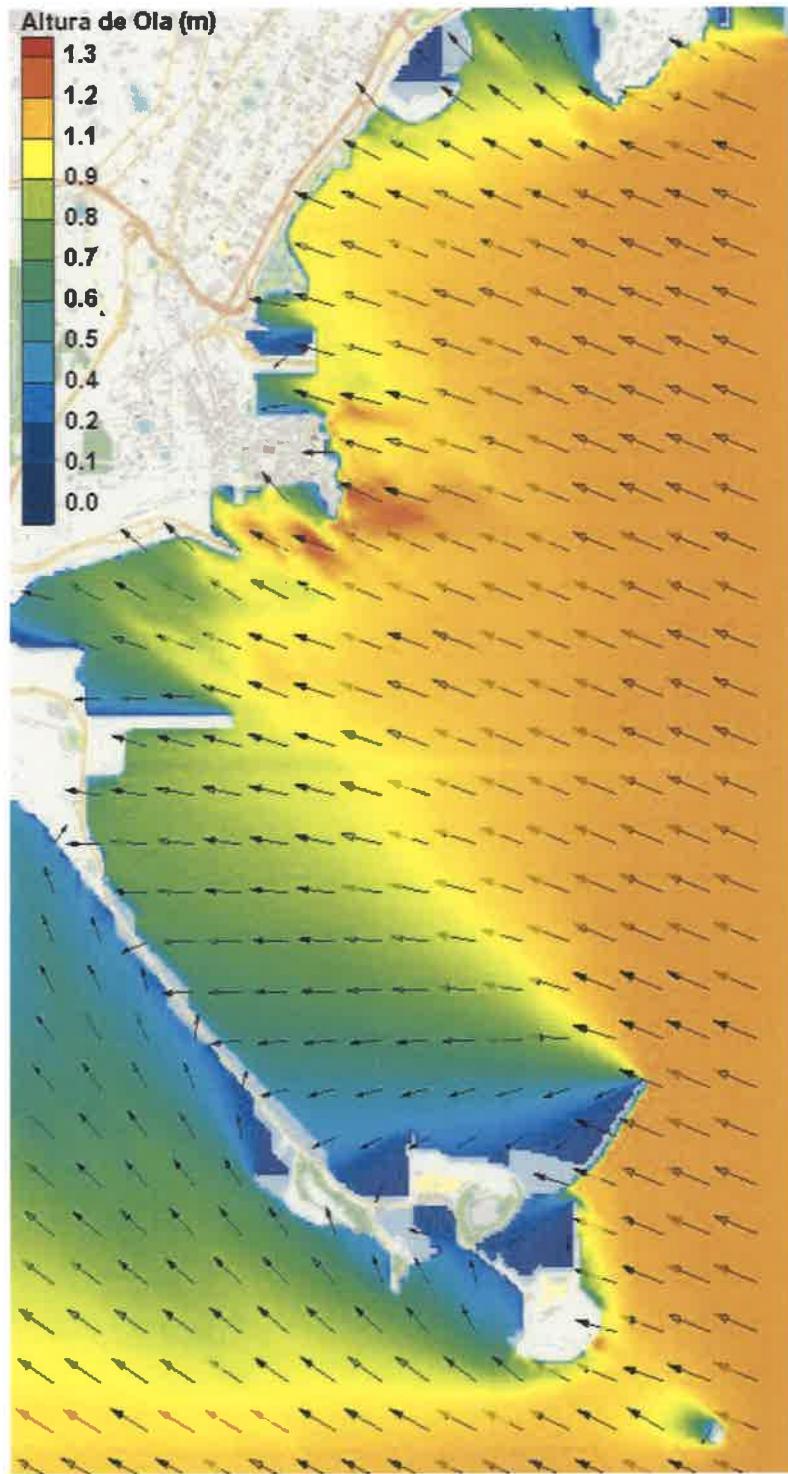


Figura 41 Propagación del oleaje. Caso ESE1. ESE. Hs 1.13 m. Tp 5 seg.

4.2.3. Modelación detallada del área de estudio

Se implementó un modelo matemático que permite simular todos los procesos de transformación del oleaje a medida que avanza hacia la costa (refracción, difracción, reflexión, asombramiento, disipación de energía por rompiente), en una malla de elementos finitos. Si bien permite considerar el efecto de la fricción de fondo en la pérdida de energía del oleaje, con criterio conservativo no se lo consideró en la modelización.

El modelo se alimenta con condiciones de borde que representan el oleaje incidente desde el mar, estimado a partir de las simulaciones efectuadas precedentemente (**Tabla 12**).

Los parámetros que inciden en la propagación del oleaje son su período y su dirección de incidencia. La altura de ola incide principalmente en la determinación del efecto de rompiente, y es un aspecto que no es crítico en el presente estudio cuando se consideran niveles de pleamar elevados, que son los que permiten olas de mayor altura.

Para la construcción del modelo se elaboró un modelo digital del lecho, basado en el relevamiento efectuado para el presente estudio, complementado en la zona exterior donde se encuentra el borde del modelo detallado, empleando la grilla de 20 m x 20 m del modelo general.

La información batimétrica empleada referida a un nivel máximo de agua igual a 3.4 m MSL se ilustra en la siguiente figura.



Figura 42 Batimetría empleada para construir el modelo detallado

Se generaron dos modelos, el primero corresponde a la situación actual, y el segundo incluye los rellenos correspondientes a los dos estribos del puente a ser construidos.

Se efectuaron simulaciones del modelo con los estribos sin incluir los efectos de reflexión en las márgenes, a los efectos de determinar las alturas de ola de diseño incidentes sobre las protecciones de los estribos y áreas adyacentes, considerando un nivel de pleamar máximo igual a 3.4 m. Las simulaciones realizadas y las alturas de ola incidentes sobre los estribos con una recurrencia de 100 años se presentan en la siguiente tabla.

Caso	Cuadrante de origen	Tp (seg)	Borde modelo detallado		Altura de ola Hs (m) incidente sobre estribos	
			Hs (m)	Dir (°)	Norte	Sur
SSE1	SSE	7	1.00	138	0.60	0.25
SSE2	SSE	13	0.95	132	0.80	0.40
SSE3	SSE	17	0.85	131	0.65	0.30
ESE1	ESE	5	1.00	116	1.00	1.40
ESE2 (Sensibilidad)	ESE	5	1.00	110 (-6°)	0.70	1.50
ESE3 (Sensibilidad)	ESE	5	1.00	122 (+6°)	1.70	0.45
E1	Este	5	1.15	95	1.60	1.75*

* Nota: Concentración de energía al Sur del Estribo

Tabla 13 Condiciones de oleaje extremo modeladas y resultados de alturas de ola sobre los estribos

Conforme a estos resultados, se considera adecuado que el diseño de ambos estribos y de la protección de la traza en la zona de transición hacia la Avenida Amador se realice considerando una única altura significativa de ola, Hs igual a 1.75 m, con un período característico de 5 segundos.

Las siguientes figuras ilustran los campos de oleaje obtenidos para cada caso simulado. Un resultado destacable de las modelaciones para olas provenientes del cuadrante Este, es la concentración de energía de olas que se produce a lo largo del borde costero al Sur del estribo en el tramo de empalme con la Avenida Amador. Este efecto que se deriva de la batimetría del lecho marino en la zona, muy probablemente es el causante de los procesos erosivos que se han verificado en el borde del relleno sobre el cual se desarrollará el citado tramo, el cual habría retrocedido a lo largo del tiempo desde su posición original.

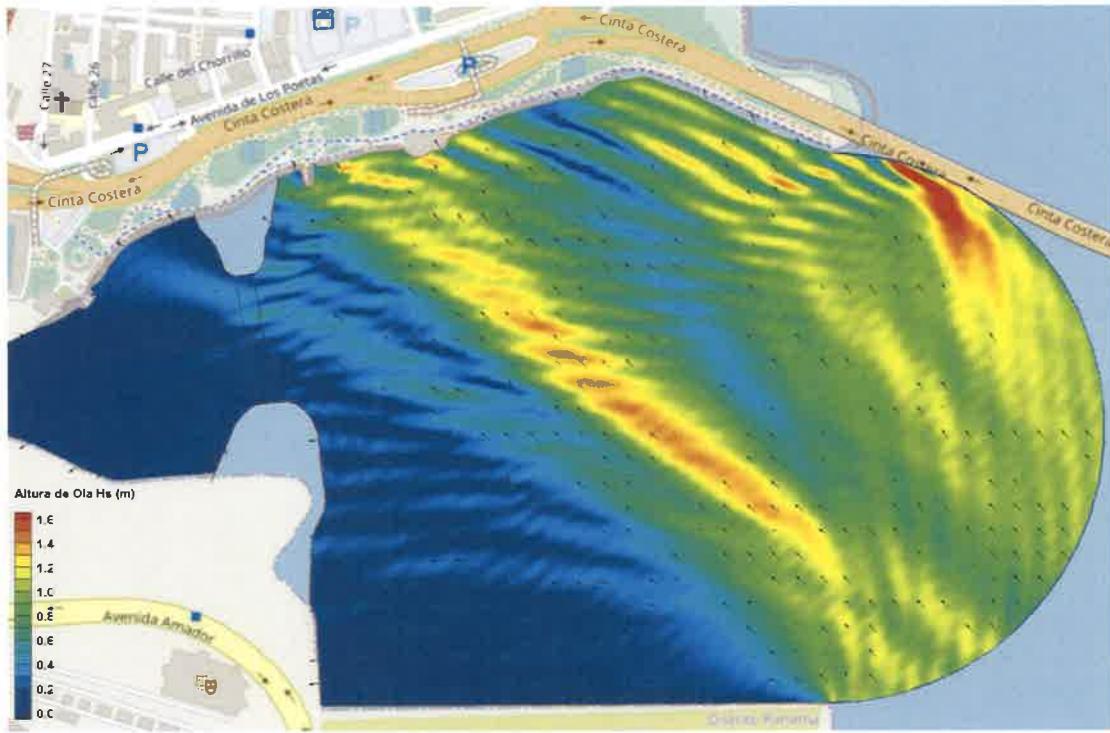


Figura 43 Resultados modelo detallado. Caso SSE1. Recurrencia 100 años



Figura 44 Resultados modelo detallado. Caso SSE2. Recurrencia 100 años

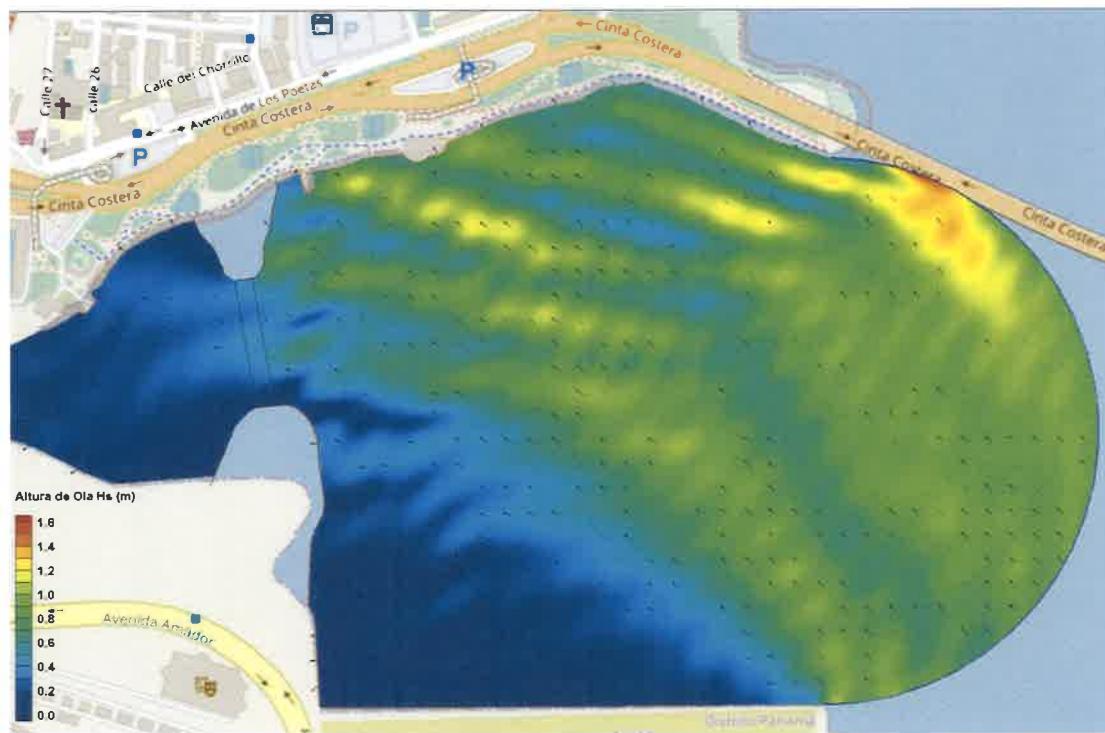


Figura 45 Resultados modelo detallado. Caso SSE3. Recurrencia 100 años

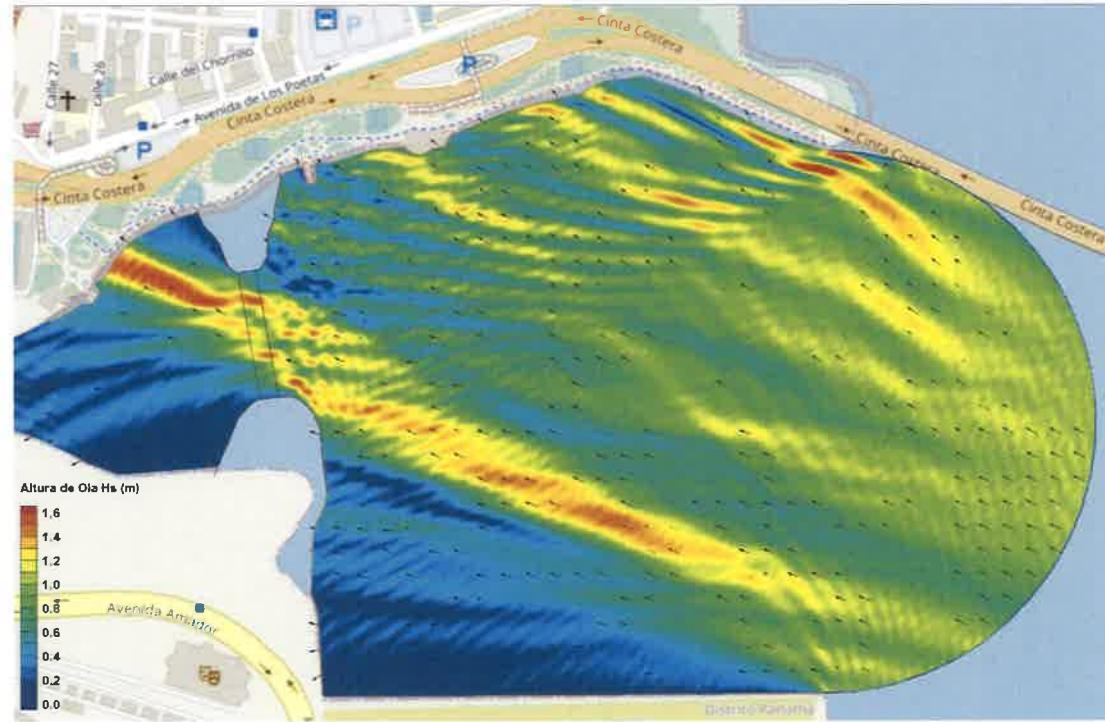


Figura 46 Resultados modelo detallado. Caso ESE1. Recurrencia 100 años

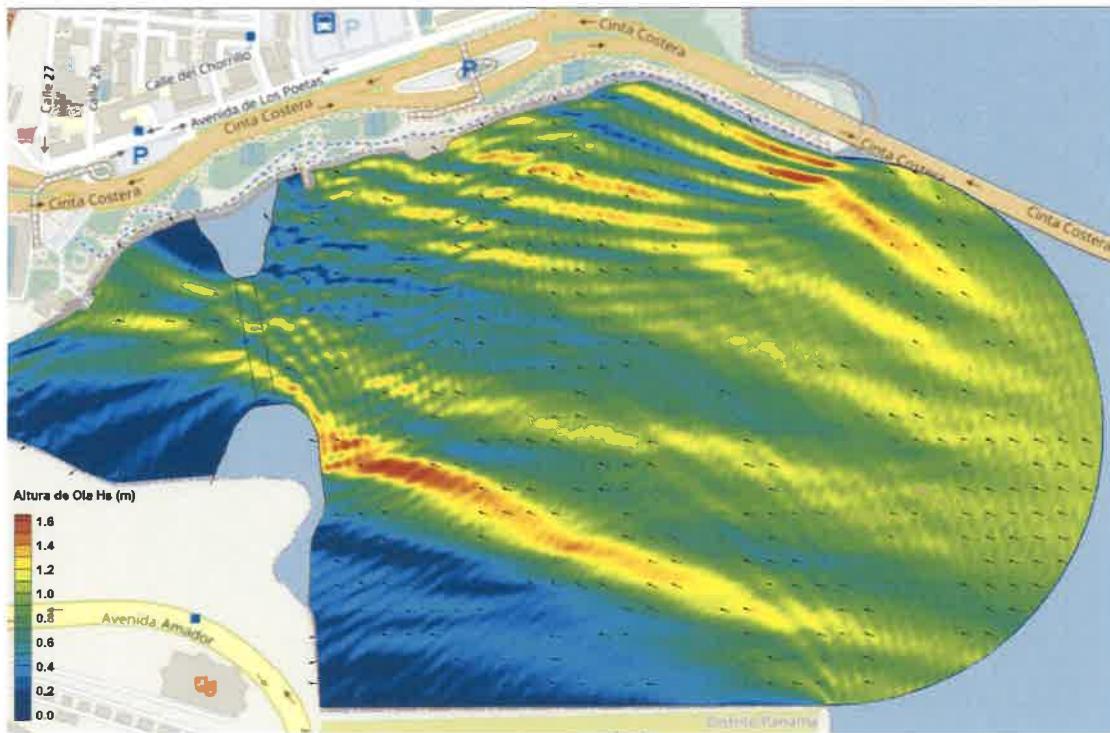


Figura 47 Resultados modelo detallado. Caso ESE2. Recurrencia 100 años

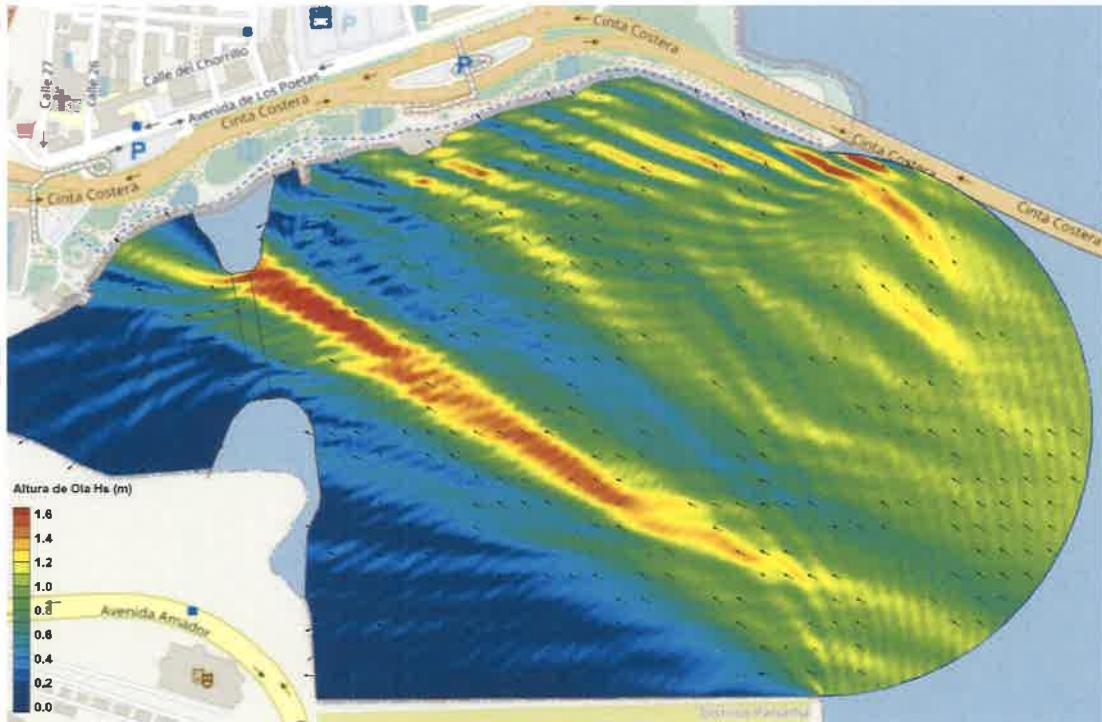


Figura 48 Resultados modelo detallado. Caso ESE3. Recurrencia 100 años

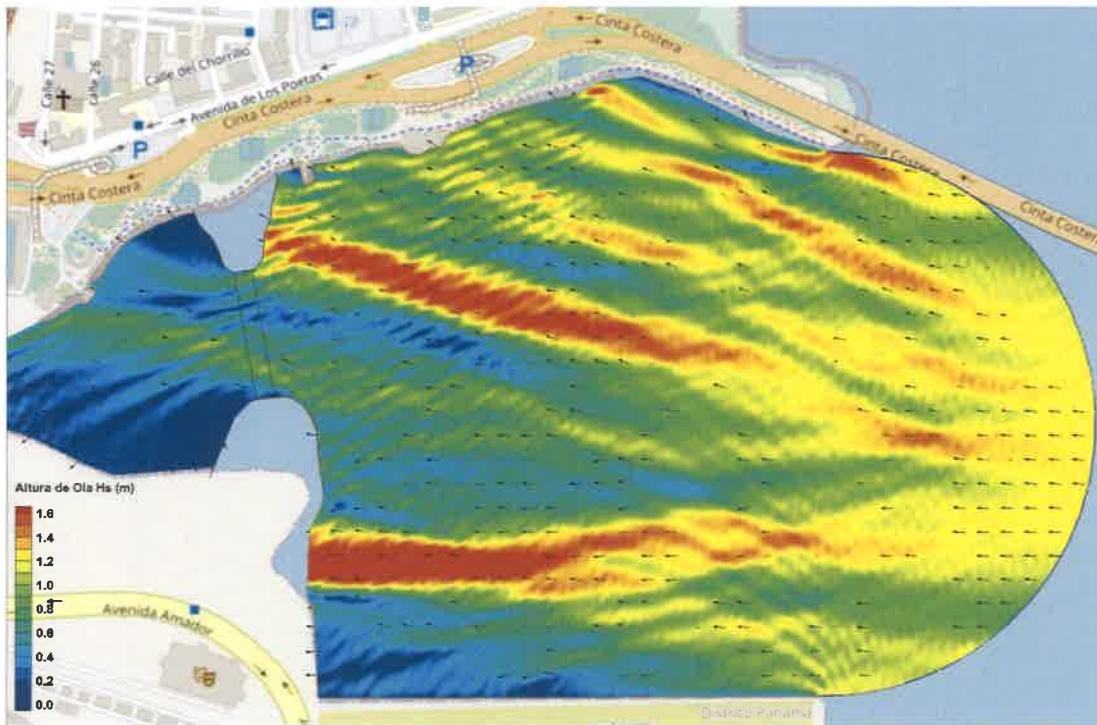


Figura 49 Resultados modelo detallado. Caso E1. Recurrencia 100 años

También se realizaron simulaciones comparativas de ambos modelos (con y sin estribos) considerando un coeficiente de reflexión K_r igual a 0.4, las cuales representan en forma más realista los niveles de agitación en el interior de la región modelada, y con el nivel medio de mareas altas de Sicigias (MHWS), igual a 2.3 m MSL (4.9 m MLWS).

Estas simulaciones se realizaron utilizando condiciones de oleaje más frecuentes, con aproximadamente un año de recurrencia, a fin de analizar el grado de agitación que puede ser percibido con mayor habitualidad y que puede incidir en el equilibrio morfológico de la zona. Considerando los diagramas de dispersión, se mantuvieron los períodos de 7, 13 y 17 segundos para las olas provenientes del SSE, y se redujeron de 5 a 4 segundos para las del ESE y Este.

Caso	Cuadrante de origen	Tp (seg)	Borde modelo detallado	
			Hs (m)	Dir (°)
SSE1	SSE	7	0.37	138
SSE2	SSE	13	0.35	132
SSE3	SSE	17	0.31	131
ESE1	ESE	4	0.52	116
ESE2 (Sensibilidad)	ESE	4	0.52	110 (-6°)
ESE3 (Sensibilidad)	ESE	4	0.52	122 (+6°)
E1	Este	4	0.55	95

Tabla 14 Condiciones de oleaje con recurrencia anual modeladas

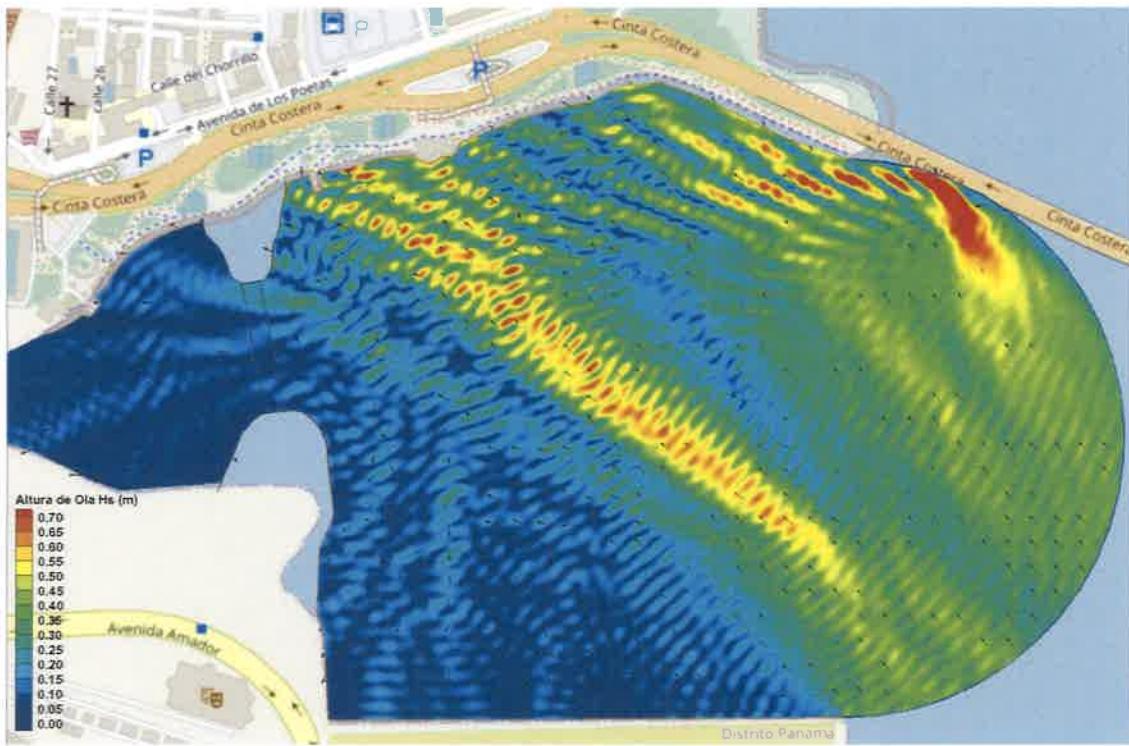


Figura 50 Resultados modelo detallado. Caso SSE1. Recurrencia 1 año. Con Puente

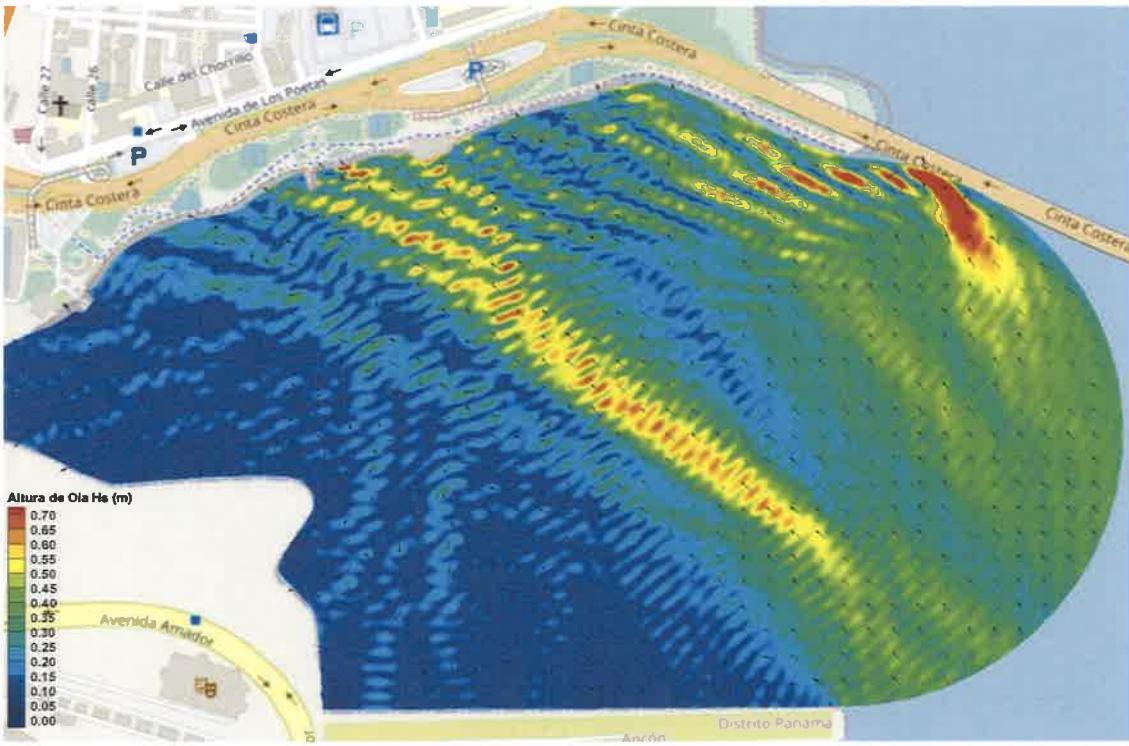
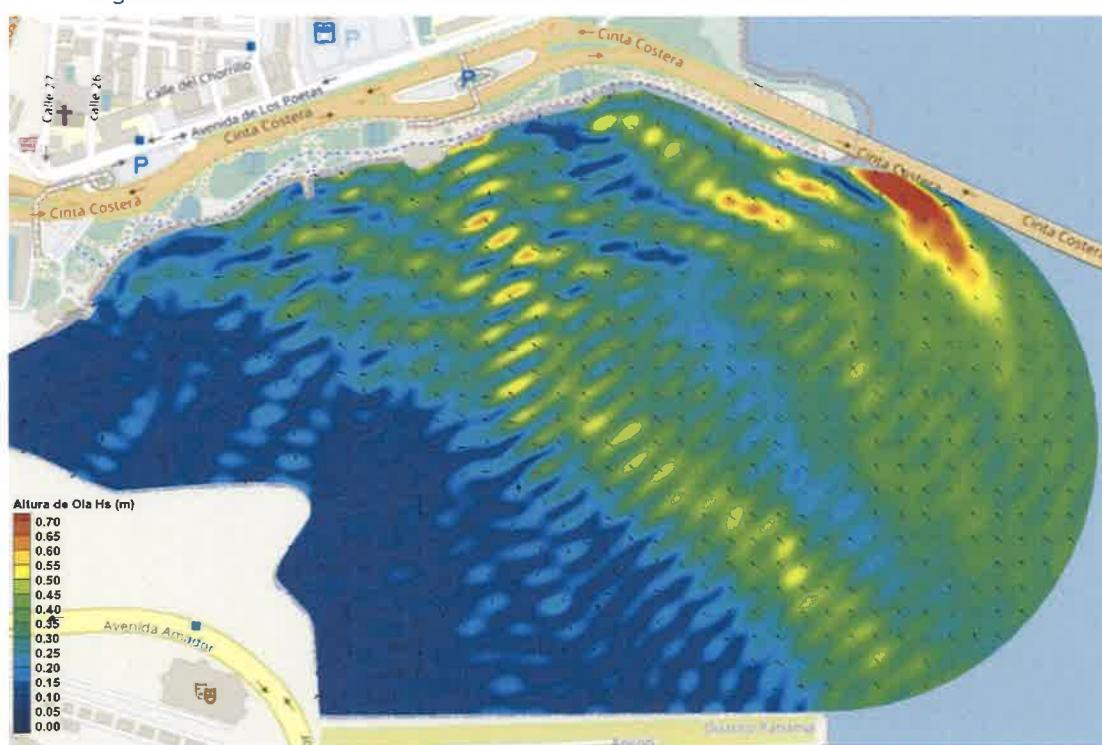
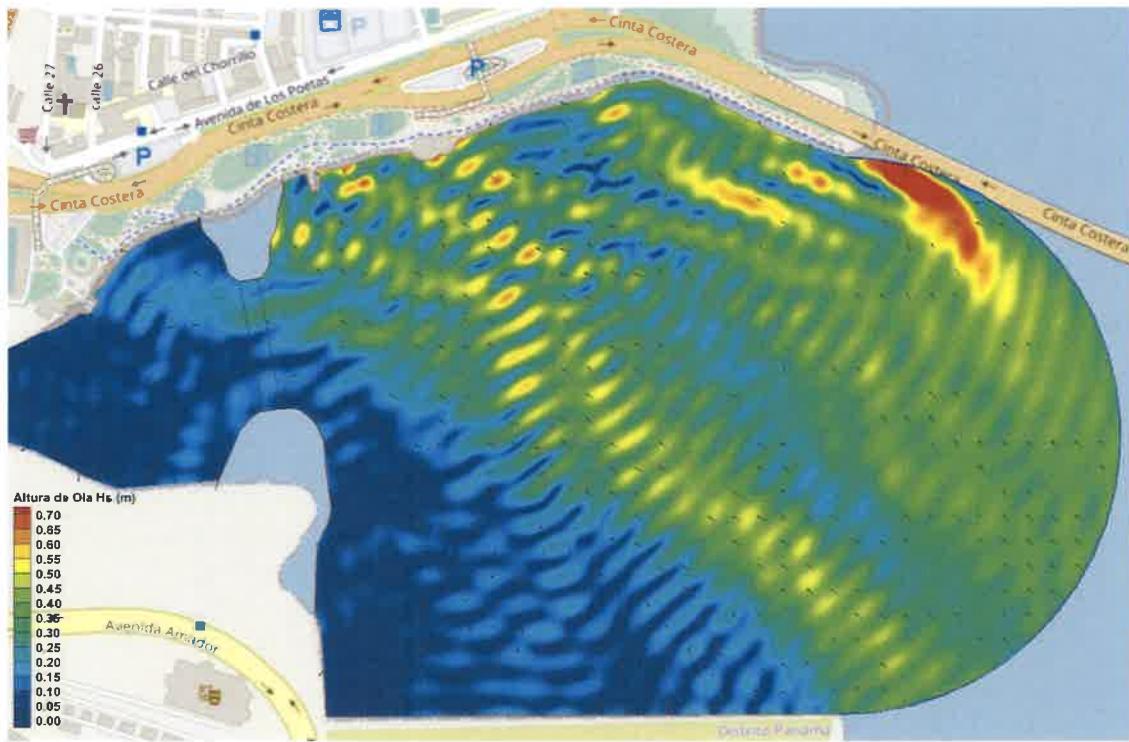


Figura 51 Resultados modelo detallado. Caso SSE1. Recurrencia 1 año. Sin Puente



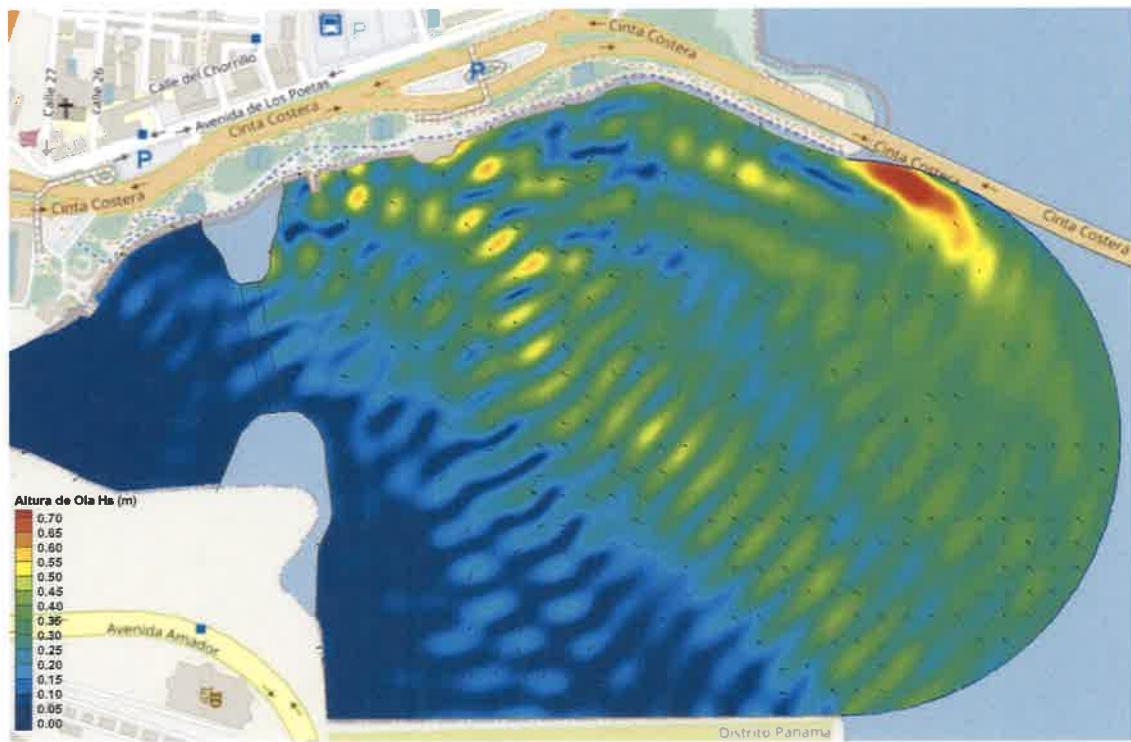


Figura 54 Resultados modelo detallado. Caso SSE3. Recurrencia 1 año. Con Puente

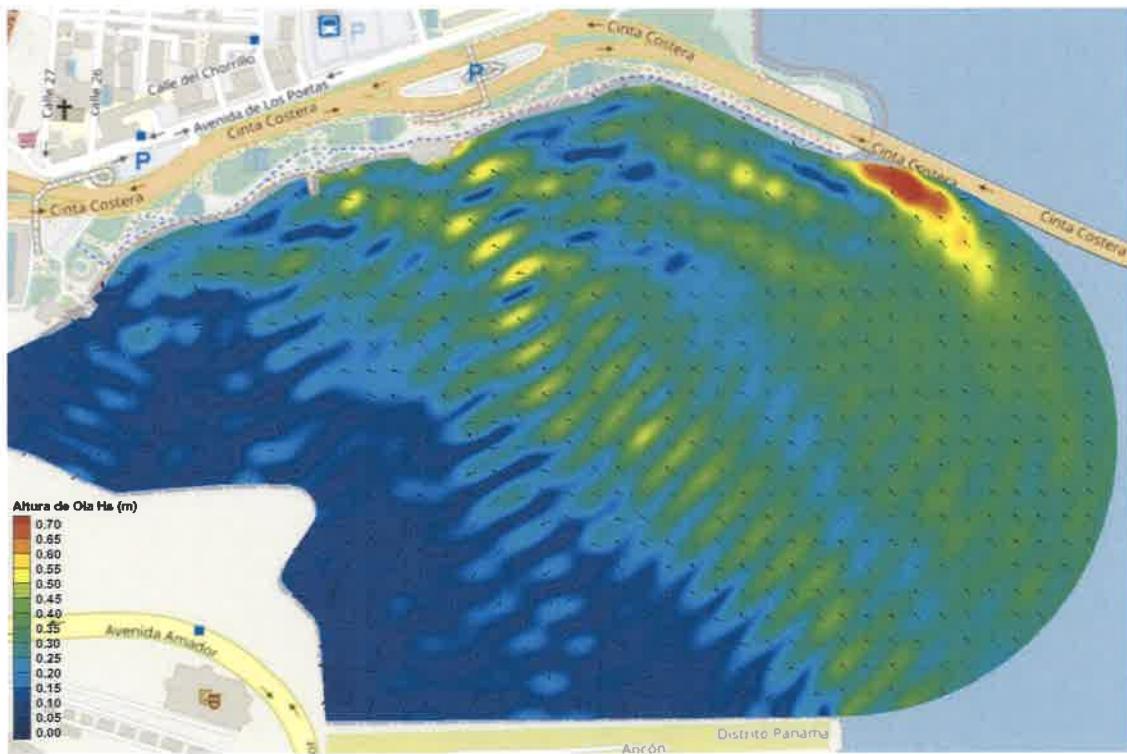


Figura 55 Resultados modelo detallado. Caso SSE3. Recurrencia 1 año. Sin Puente

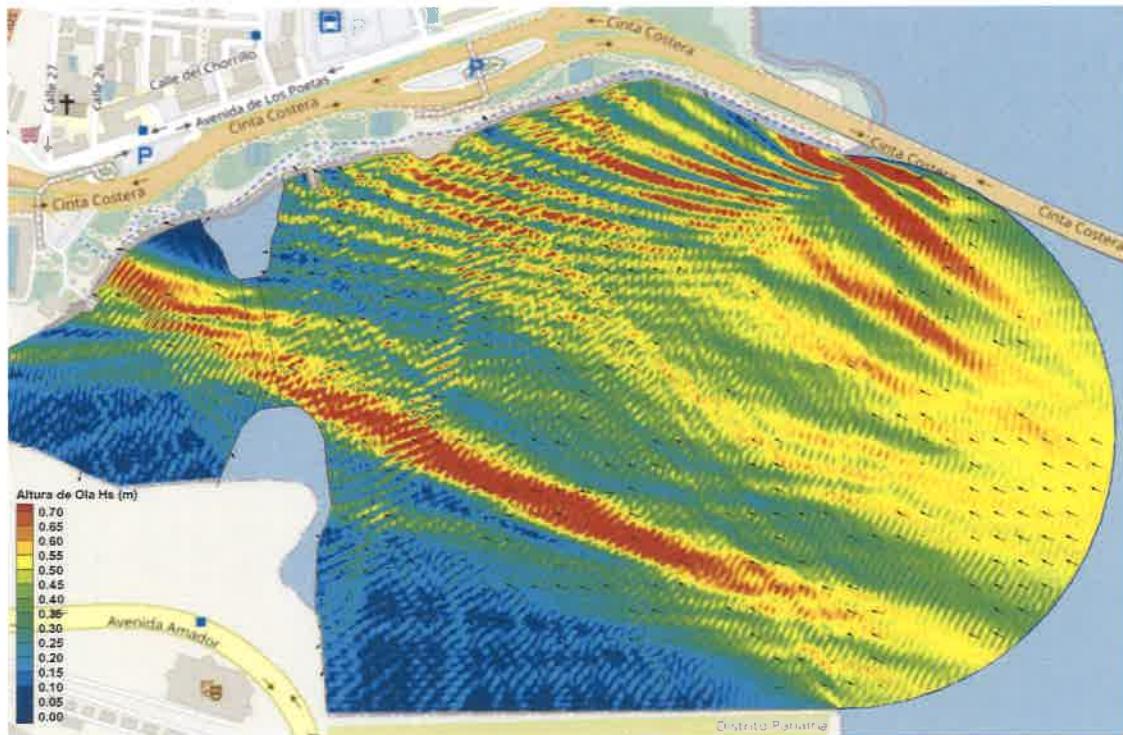


Figura 56 Resultados modelo detallado. Caso ESE1. Recurrencia 1 año. Con Puente

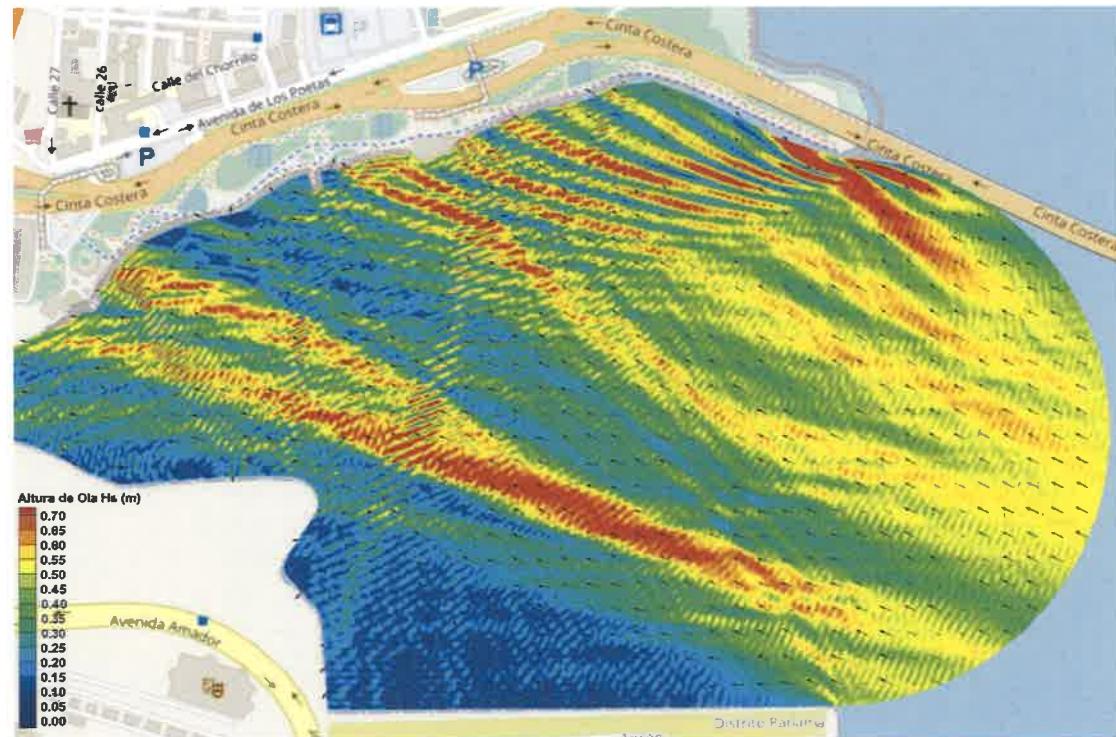


Figura 57 Resultados modelo detallado. Caso ESE1. Recurrencia 1 año. Sin Puente

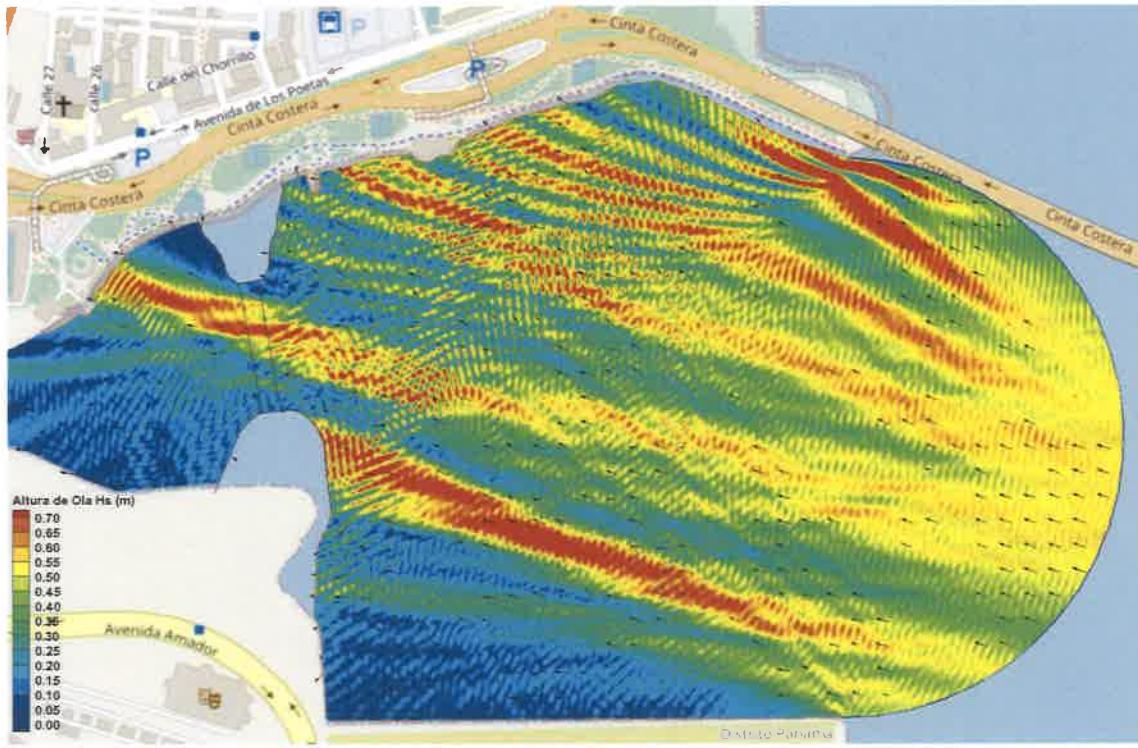


Figura 58 Resultados modelo detallado. Caso ESE2. Recurrencia 1 año. Con Puente

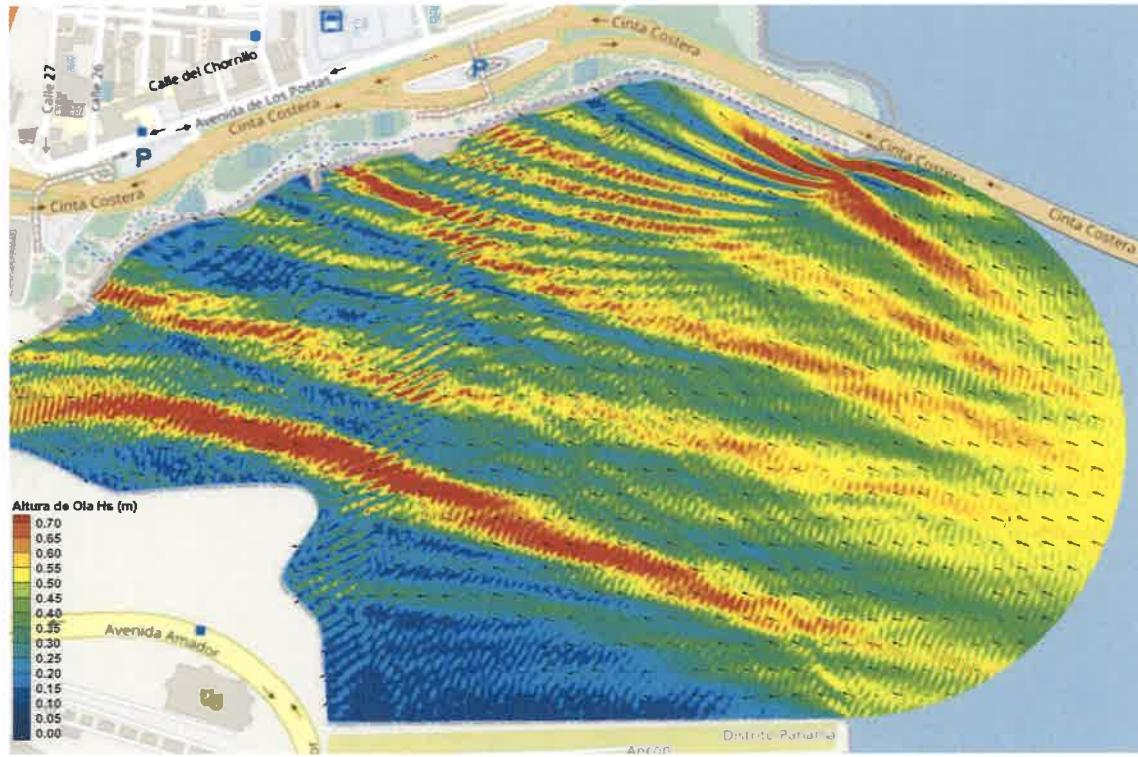


Figura 59 Resultados modelo detallado. Caso ESE2. Recurrencia 1 año. Sin Puente

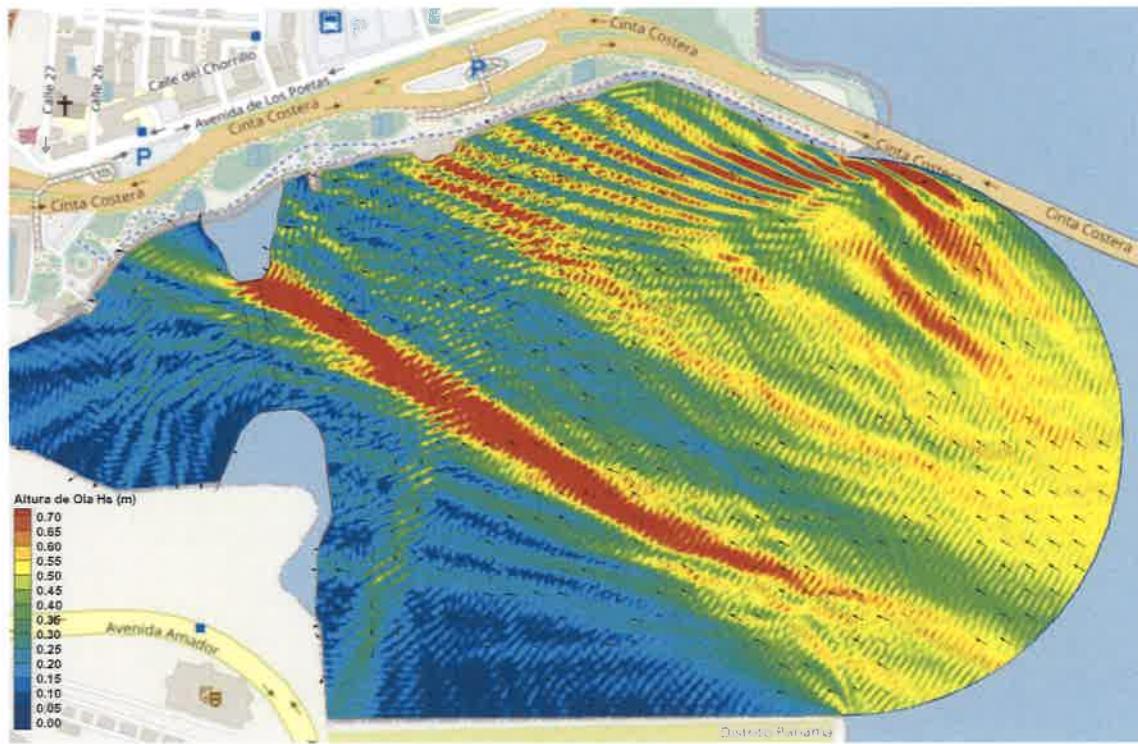


Figura 60 Resultados modelo detallado. Caso ESE3. Recurrencia 1 año. Con Puente

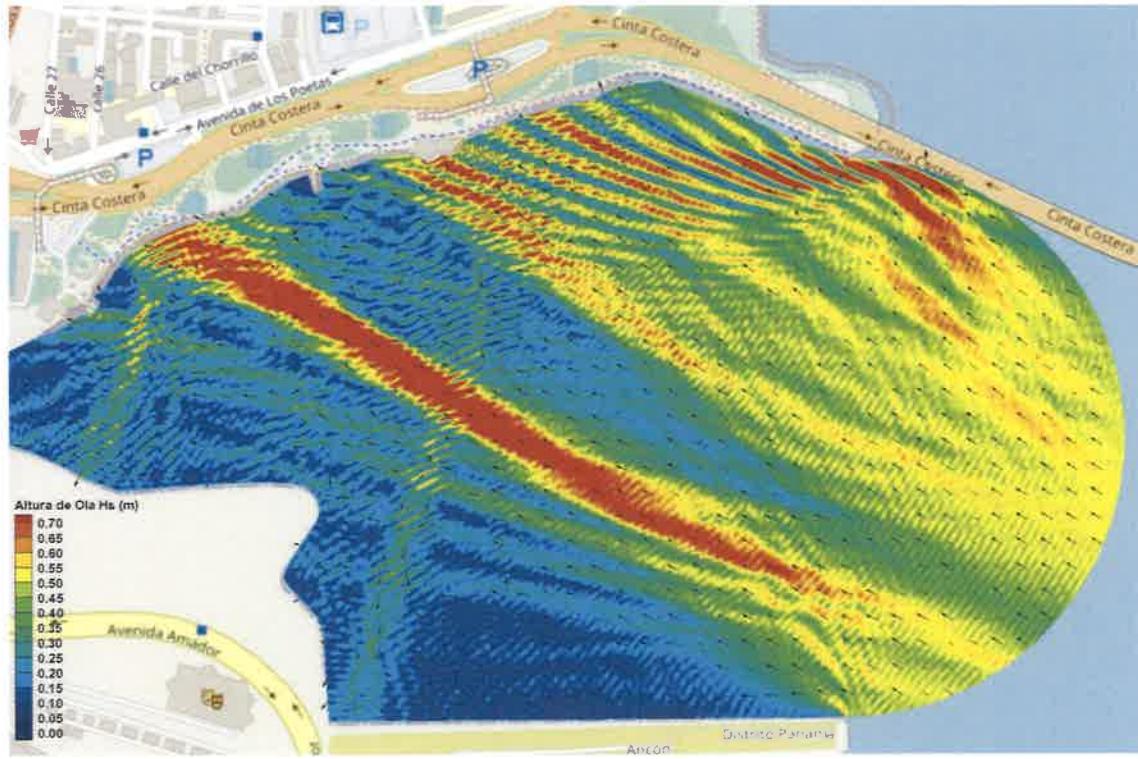


Figura 61 Resultados modelo detallado. Caso ESE3. Recurrencia 1 año. Sin Puente

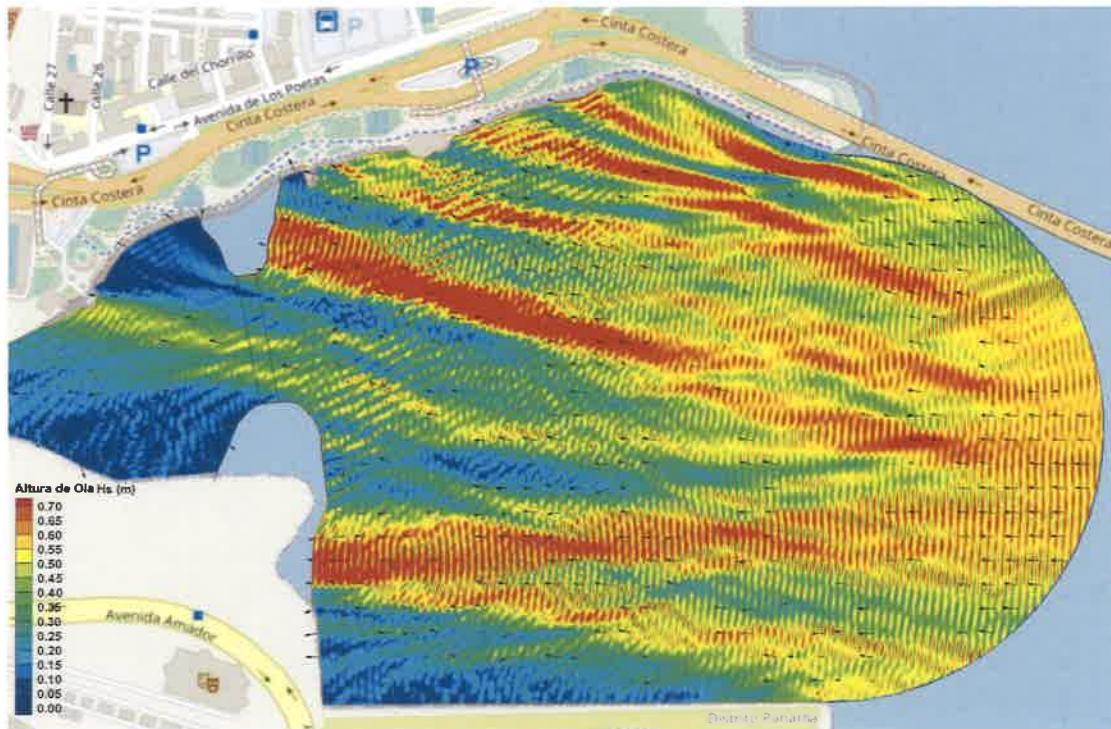


Figura 62 Resultados modelo detallado. Caso E1. Recurrencia 1 año. Con Puente

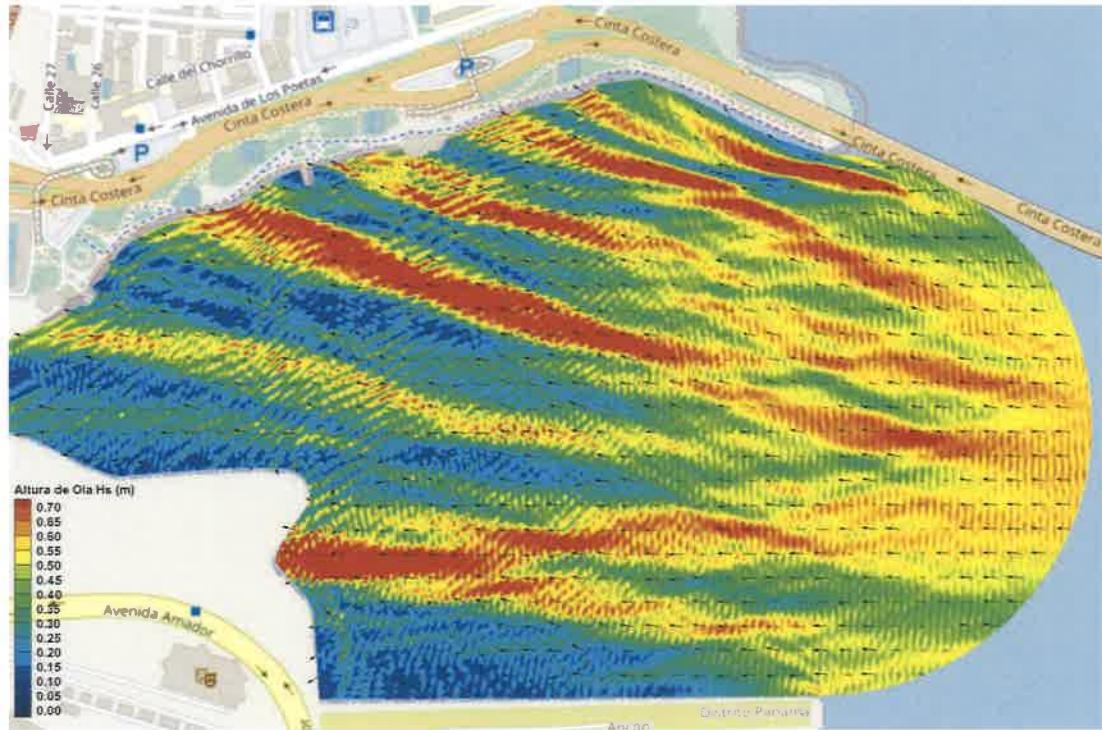


Figura 63 Resultados modelo detallado. Caso E1. Recurrencia 1 año. Sin Puente

Estos resultados muestran que, de acuerdo a la dirección de incidencia y período de las olas, la influencia del Puente en la zona ubicada al Oeste del mismo es la siguiente:

El oleaje oceánico de largo período (modelado de 7 a 17 segundos) y que incide predominantemente desde la dirección SSE, es muy débil al Oeste de la posición donde se proyecta el puente (alturas significativas variables entre 5 y 20 cm con un año de recurrencia) y prácticamente no es afectado por la presencia de los estribos del puente, dado que penetra por difracción en toda el área sin que se produzcan zonas de “sombra” significativas.

En cambio, los oleajes que más sienten la presencia de los estribos del puente son los provenientes del Este y ESE, los cuales, de acuerdo al diagrama de dispersión estadístico de alturas, períodos de pico espectral y direcciones de olas, ocurren solamente un 0.3% del tiempo en el año. En estos casos de baja probabilidad de ocurrencia a nivel anual, se producen las siguientes afectaciones:

❖ Zonas de “sombra” del estribo Norte (Chorrillo):

Se produce una disminución localizada de la agitación por olas en un sector acotado, de entre 50 y 150 metros de extensión hacia el Oeste, según sea el ángulo de incidencia de las olas.

Este estribo prácticamente no tiene influencia en la agitación en la zona del embarcadero existente.

❖ Zonas de “sombra” del estribo Sur (Amador):

La agitación en la zona del embarcadero existente se modifica en forma diferente en los distintos análisis de sensibilidad efectuados. Según el ángulo de incidencia del oleaje en el borde del modelo matemático, la altura de ola máxima puede reducirse o incrementarse, en un orden aproximado de +/- 10%. Ello depende de cómo influye la interposición del estribo Sur en la transformación del oleaje a medida que se interna en el área de estudio. En las condiciones más habituales de oleaje, la incidencia será despreciable. Las alturas significativas de olas con 1 año de período de retorno, podrían alcanzar un orden de magnitud de 1 metro si ingresan desde los ángulos más desfavorables, y ello no se ve alterado por la existencia o no del estribo Sur del puente.

La zona el interior del espejo de agua, más hacia el Oeste de la ubicación del Estadio Maracaná, y especialmente hacia el sector Sur, es donde se produce una mayor reducción de la altura de ola por la sombra del estribo Sur.

En resumen, los oleajes oceánicos más frecuentes en esta zona son extremadamente débiles y ello no se verá afectado significativamente por la presencia de los estribos del puente. Los oleajes generados por vientos locales del cuadrante Este, poco frecuentes, se verán afectados localmente en las zonas de sombra de los estribos, especialmente en el caso del estribo Sur, mientras que la zona del embarcadero existente tendrá modificaciones variables de la agitación según el ángulo de incidencia del oleaje, que estarán en el orden de +/- 10% de los valores actuales.

En relación con las actividades de la etapa constructiva, aunque no resulta probable que la alteración del oleaje y las corrientes que se produzcan generen efectos morfológicos permanentes en el lecho, si las mismas implicaran modificaciones significativas del entorno del puente, antes de la estabilización del lecho para la circulación del equipamiento bajo la traza y las estructuras necesarias para el hincado de los pilotes se presentará el análisis respectivo.

5. MODELACIÓN HIDRODINÁMICA

5.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DEL ÁREA

El conocimiento de las corrientes que atraviesan la zona del puente y de las modificaciones de las mismas originadas en la construcción de los estribos de éste es una información necesaria para la realización de los estudios de socavación y evaluación de la sedimentología del área.

A continuación, se analizan los órdenes de magnitud esperables de las corrientes de marea.

En el Capítulo 9 de la Publicación No. FHWA-HIF-12-003, Hydraulic Engineering Circular No. 18 (HEC-18), “Evaluating Scour at Bridges. Fifth Edition” (Abril 2012) se analizan diversas metodologías a ser tenidas en cuenta cuando se debe calcular la socavación en un estuario con influencia de mareas. En el presente caso, en el cual el flujo de agua está dominado por las grandes amplitudes de marea del Pacífico, y la componente “fluvial” correspondiente a los caudales de la cuenca es intermitente.

Los flujos en la sección del nuevo puente son reversibles, entrantes durante la marea creciente, y saliente durante la bajante, generándose las mayores velocidades en condiciones cercanas al nivel medio, las cuales son proporcionales a la amplitud de la marea. Las condiciones de marea y los caudales de intercambio asociados se pueden visualizar en la siguiente figura:

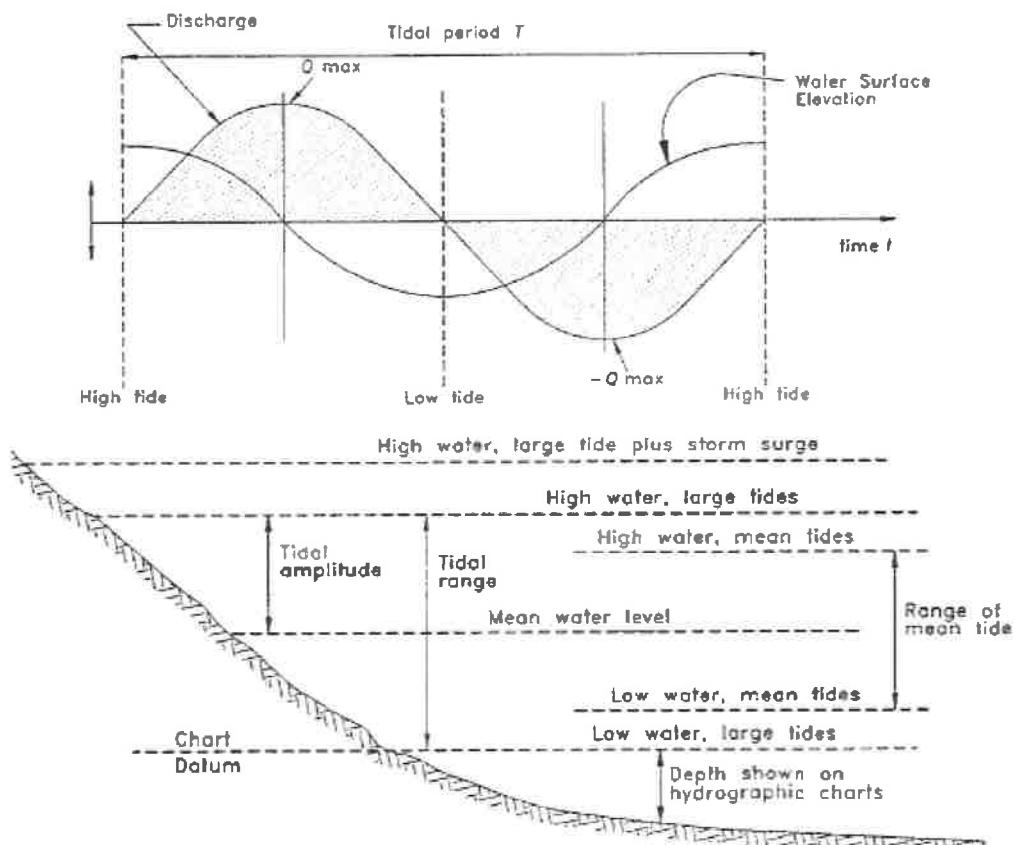


Figura 64 Características de la marea y flujos asociados (Neil, 2004).

El Departamento de Estructuras de la Administración de Carreteras de Maryland, propone para el cálculo del caudal máximo que atraviesa la sección del puente, la siguiente formulación que utiliza el concepto del “prisma de mareas” (Maryland State Highway Administration, 2015):

$$Q_{\max} = \frac{3.14 A_s * H}{T}$$

Donde

Q_{\max} = caudal máximo en un ciclo de mareas (cu. ft/sec o m^3/s)

A_s = superficie del recinto interior para marea media (ft^2 o m^2).

H = Diferencia de nivel entre pleamar y bajamar (ft o m)

T = Período de la marea (segundos)

Otra forma de calcular este caudal, es multiplicar A_s por el máximo valor de la derivada del nivel en función del tiempo, a lo largo del ciclo de mareas. En cualquier caso, claramente la velocidad del flujo será directamente proporcional a la amplitud de la marea que se considere en la evaluación.

En el presente caso, $A_s = 200,000 m^2$, aproximadamente. Los estribos del Puente reducirían el área interior resultando del orden de $190,000 m^2$.

El caudal máximo resultante de la aplicación de la fórmula anterior sin puente, para una amplitud de marea de siccias (5.2 m) es de unos $76 m^3/s$, mientras que para la marea máxima considerada (6.7m) son unos $97 m^3/s$ (casi un 30% de incremento). Esta es la variación máxima esperable en la componente de velocidad debido al caudal de la marea extraordinaria.

Para la condición con puente, los caudales se reducirían un 5%, a $72 m^3/s$ para marea de siccias y $93 m^3/s$ para la marea máxima.

5.1.1. Determinación del caudal de la cuenca

La cuenca de aporte al área de estudio, si bien es pequeña, puede aportar un caudal no despreciable con respecto al flujo de mareas, aunque será un hidrograma de corta duración, puesto que su tiempo de concentración es menor a 10 minutos. Se ha determinado los siguientes parámetros para determinar el caudal de la cuenca.

5.1.1.1. Coeficiente de Escorrentía

Según el Ministerio de Obras Públicas exige la utilización de los siguientes valores mínimos de C:

$C = 0.85$ Para diseños pluviales en áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento.

$C = 0.90 - 1.00$ Para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas.

$C = 1.00$ Para diseños pluviales en áreas completamente pavimentadas.

Según la descripción anterior se ha utilizado un coeficiente de escorrentía de 0.95.

5.1.1.2. Tiempo de Concentración

Se utilizó la ecuación que por su definición se asemeja a las características de la cuenca; en este caso la ecuación de Kirpich.

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

L = longitud del curso de agua más largo, m.

H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m

5.1.1.3. Intensidad de Lluvia

Las fórmulas de intensidad de lluvia fueron adoptadas de la norma del MOP el cual recomienda la utilización de las fórmulas presentadas en el en el Estudio de Drenaje de la Ciudad de Panamá, elaborado en el año de 1972. Estas fórmulas fueron obtenidas de datos estadísticos sobre precipitaciones pluviales en un periodo de 57 años, dichos datos fueron obtenidos en las Estaciones Meteorológicas de Balboa Heights y Balboa Docks, adyacentes a la Ciudad de Panamá y en la Estación Pluviométrica de la Universidad de Panamá.

Para un PR de 50 años.

$$i = \left[\frac{370}{33 + TC} \right]$$

Para un PR de 25 años.

$$i = \left[\frac{370}{37 + TC} \right]$$

Para un PR de 20 años.

$$i = \left[\frac{357}{37 + TC} \right]$$

Para un PR de 10 años.

$$i = \left[\frac{323}{36 + TC} \right]$$

Para un PR de 5 años.

$$i = \left[\frac{294}{36 + TC} \right]$$

Para un PR de 2 años.

$$i = \left[\frac{227}{29 + TC} \right]$$

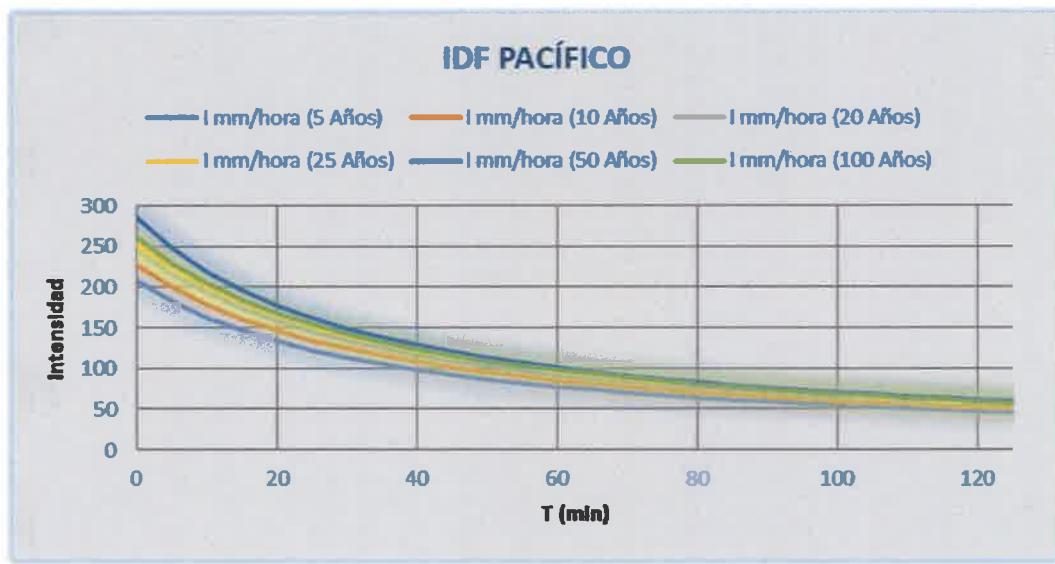


Figura 65 Curva Intensidad Frecuencia del MOP- Pacífico

5.1.1.4. Estimación del Caudal

El caudal se determinará por el Método Racional, por encontrarnos en una cuenca de menos de 250 Ha como lo indica el Manual de Requisitos y Normas Generales del MOP. Se muestra a continuación la ecuación del método racional:

$$Q = \frac{C i A}{360} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

Q: Caudal punta de cálculo en m^3/s

C: Coeficiente de escorrentía

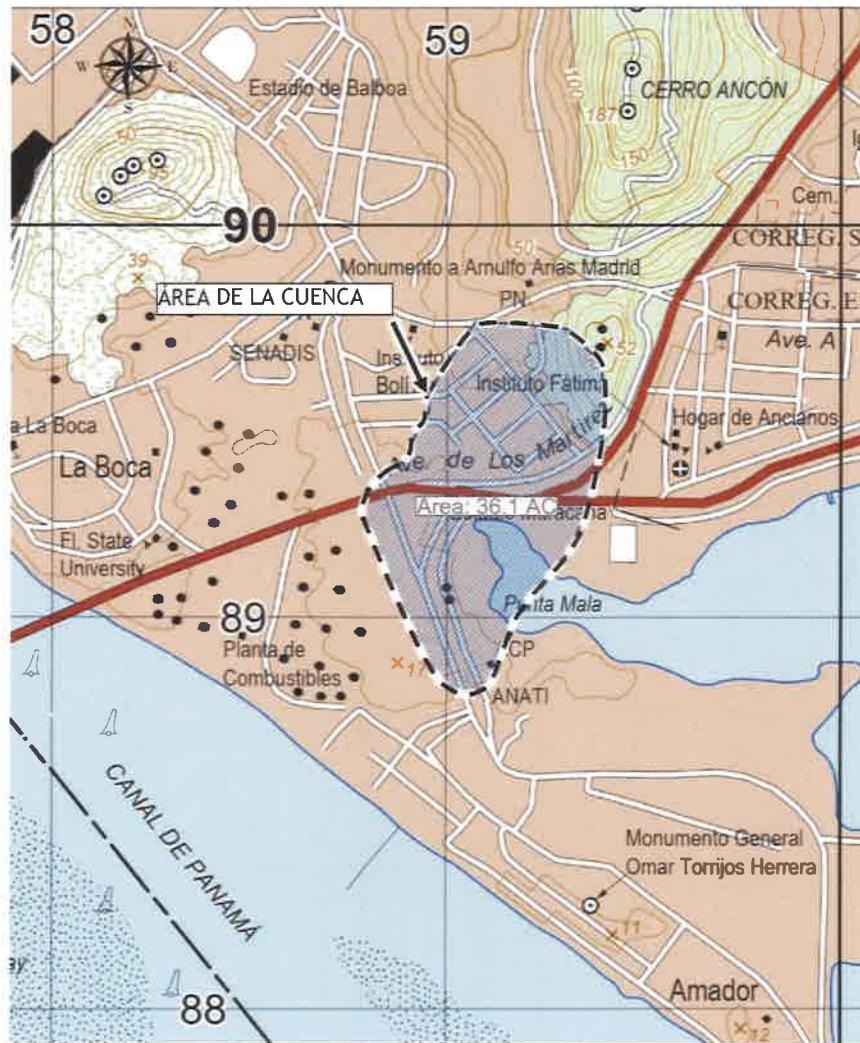


Figura 66 Área de la cuenca

Teniendo definida el área, se calcularán a continuación los caudales de aporte utilizando los parámetros descritos previamente:

Área de la Cuenca (Ha)	Longitud del Cauce (Km)	Diferencia de Elevación (m)	Pendiente m/m	Tc (min)	Tc Mínimo (min)
36.10	0.639	40	0.063	8.18	5.00

Tabla 15 Parámetros de la cuenca de aporte a la zona de estudio

Los caudales por periodo de retorno que aporta la cuenca se presentan en la siguiente tabla.

P Retorno	Caudal
Años	m^3/s
2	14.64
5	16.1
10	17.69
20	19.12
25	19.81
50	21.74
100	22.86

Tabla 16 Caudales de la cuenca de aporte a la zona de estudio para diferentes recurrencias

5.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

La modelación hidrodinámica se ha desarrollado empleando el software Delft-3D, el cual es apropiado para resolver los patrones de flujo en un área compleja como es el entorno del futuro puente, la cual queda prácticamente en seco durante las bajamaras.

Delft-3D resuelve las ecuaciones de Navier Stokes para un fluido incompresible, para aguas superficiales y asumiendo las hipótesis de Boussinesq. El conjunto de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales en combinación con un apropiado conjunto de condiciones iniciales y de contorno es resuelto en una malla de diferencias finitas utilizando el método RANS.

5.3. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

El modelo fue operado en forma promediada en la vertical, sobre una grilla triangular no estructurada muy densa, de unos 10 metros de lado, que se presenta en la Figura 67.

El modelo digital del lecho implementado en base al relevamiento batimétrico efectuado, se presenta en la Figura 68.

Se empleó un paso de tiempo máximo de 1 segundo, el cual es reducido automáticamente por el modelo en caso de resultar necesario para el cumplimiento de las condiciones de estabilidad.

El coeficiente de rugosidad de Manning fue estimado igual a 0,020, dado que el lecho es irregular y se caracteriza por la presencia de canales pluviales y de encauzamiento de la marea en bajamar. Una variación de este parámetro dentro de rangos razonables genera variaciones poco significativas en las velocidades del flujo.



Figura 67 Grilla del modelo Implementado.

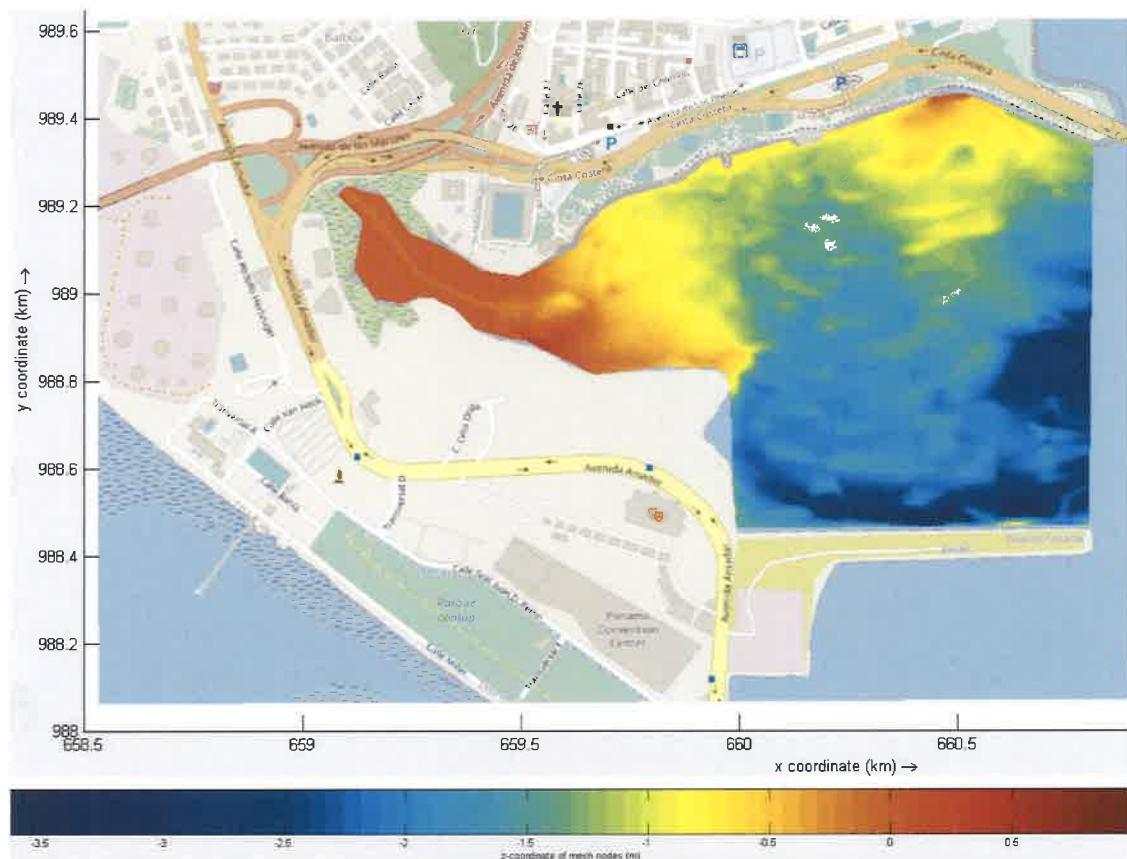


Figura 68 Modelo digital del lecho modelado con respecto al Nivel Medio del Mar (MSL).

5.4. CONDICIONES DE CONTORNO PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS

La condición de borde en el lado Este del modelo corresponde a las mareas típicas de siccias con amplitud 5.2 m y a una marea extrema con amplitud 6.7 m, previamente definidas.

En la Figura 69 se ilustran ambas condiciones. El modelo se corrió durante 18 horas, siendo el primer período de 6 horas solamente para estabilizar la solución a partir de las condiciones iniciales de nivel uniforme y caudal nulo, y las 12 horas subsiguientes corresponden al ciclo de marea evaluado.

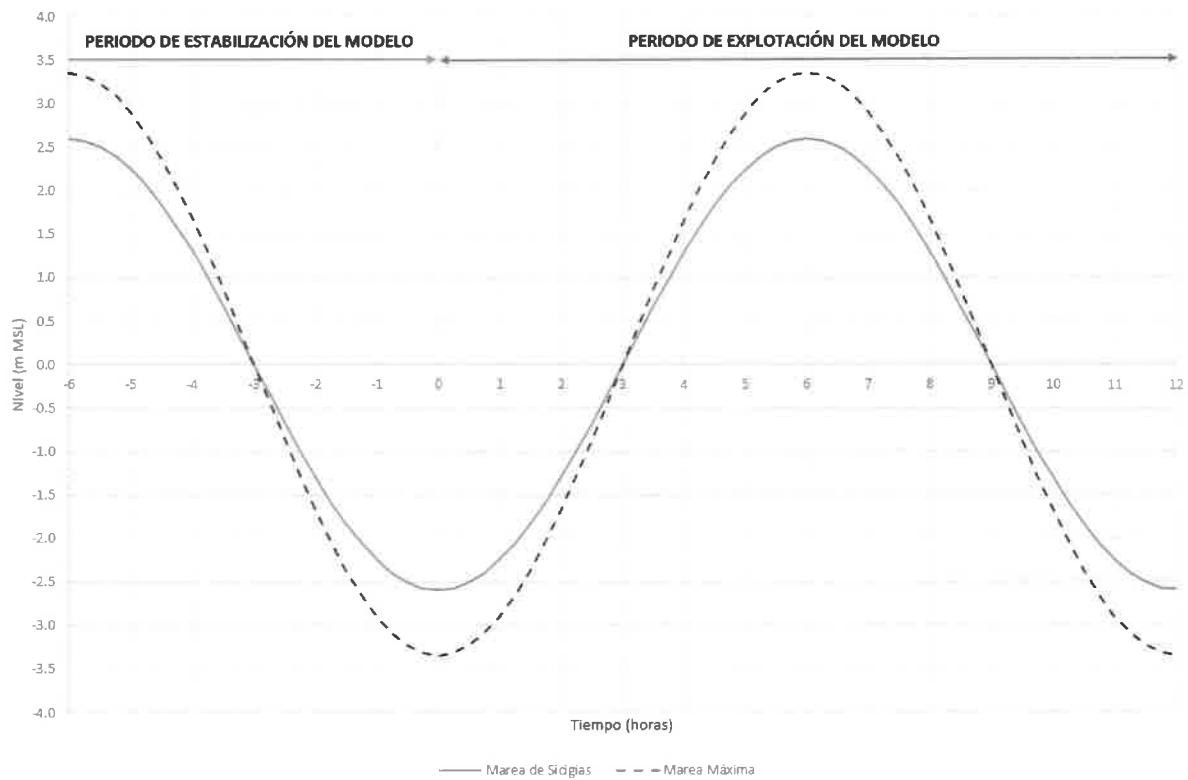


Figura 69 Condiciones de borde de mareas.

En cuanto al caudal de la cuenca de aporte, se consideró el valor correspondiente a 100 años de recurrencia, igual a $23 \text{ m}^3/\text{s}$. Este caudal pico es de muy corta duración (minutos), pero como puede ocurrir en cualquier momento del ciclo de mareas, se lo consideró constante. Es importante tener en cuenta entonces al apreciar los resultados en los escenarios con caudal pluvial, que los mismos no responden a una situación real en cuanto a permanencia, sino que representan la peor condición que podría ocurrir en cada instante del ciclo de mareas.

En los escenarios sin caudal pluvial de recurrencia centenaria, se mantuvo un valor mínimo de $1 \text{ m}^3/\text{s}$, a los efectos de que el área modelada no quede totalmente en seco.

Los escenarios simulados son los siguientes:

Nº	Marea	Geometría	Caudal pluvial	Objetivo
E1	Sicigias	Sin Puente	1 m ³ /s	Analizar los impactos habituales de la presencia del puente en las condiciones hidrodinámicas del entorno
E2	Sicigias	Con Puente	1 m ³ /s	
E3	Máxima	Sin Puente	1 m ³ /s	Analizar las velocidades máximas y los impactos de del puente en las condiciones hidrodinámicas del entorno durante un evento de marea extremo
E4	Máxima	Con Puente	1 m ³ /s	
E5	Sicigias	Sin Puente	23 m ³ /s	Evaluar las velocidades máximas en el entorno del puente para 100 años de recurrencia de caudal pluvial y una marea astronómica típica de sicigias
E6	Sicigias	Con Puente	23 m ³ /s	

No se ha combinado el caudal pluvial de 100 años de recurrencia con una marea extrema por ser un escenario muy improbable cuya recurrencia sería mucho más elevada que 100 años.

5.5. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS

En primer lugar, de la Figura 70 a la Figura 75 se presentan los resultados de caudal y velocidad media obtenidos en la sección del nuevo Puente Amador, para cada escenario, lo cual permite comprender los procesos que se desarrollan.

En los escenarios E1 y E2 con marea de sicigias y caudal pluvial mínimo, el pico de velocidad se produce cuando el lecho queda prácticamente seco debido a que el nivel de marea es inferior a la cota del lecho, por lo cual queda un muy bajo tirante de agua (de solo unos centímetros en promedio). Los caudales pico son del orden de 80 m³/s, reduciéndose ligeramente en el escenario con Puente, tal como era esperable de acuerdo al análisis del prisma de mareas. Las velocidades de marea alcanzan un orden de magnitud de 25 cm/s.

En los escenarios E3 y E4 con marea máxima y caudal pluvial mínimo, el pico de velocidad se produce también cuando el lecho queda prácticamente seco, pero la componente mareológica es un poco mayor, alcanzando los 30 cm/s. Los caudales pico son del orden o ligeramente superiores a 100 m³/s, reduciéndose también ligeramente en el escenario con Puente. Se pueden apreciar algunas oscilaciones menores del caudal, que se producen por la dificultad de convergencia del modelo puesto que continuamente hay sectores del lecho que se secan o se inundan, pero ello no afecta significativamente los resultados obtenidos.

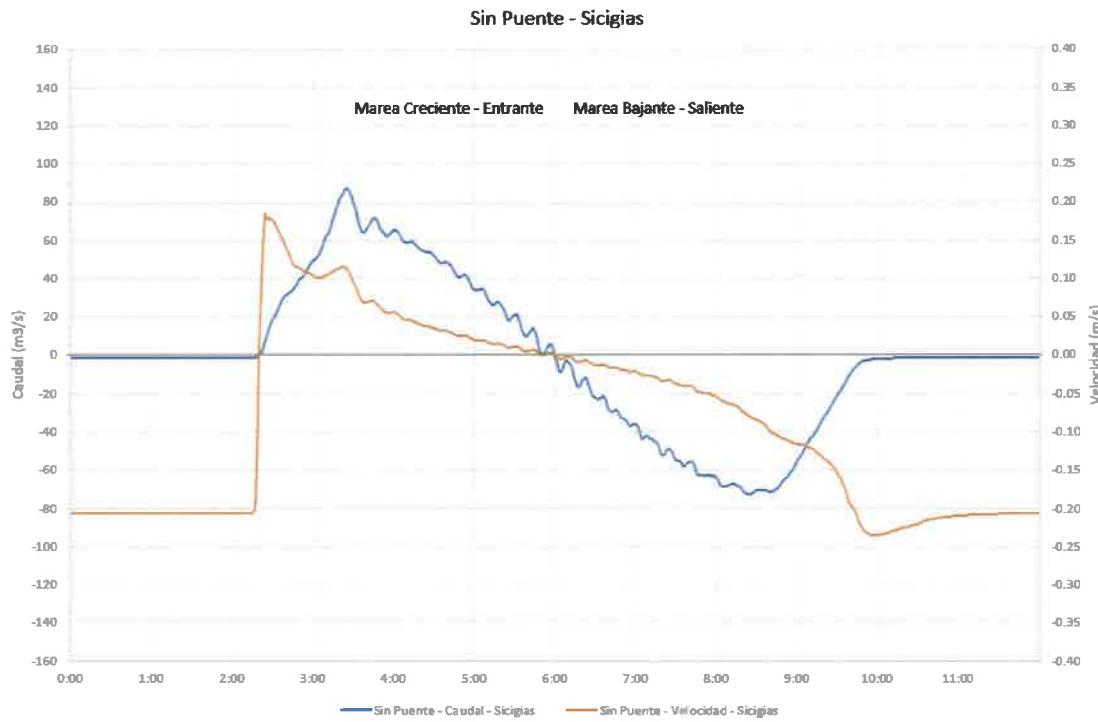


Figura 70 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 1.

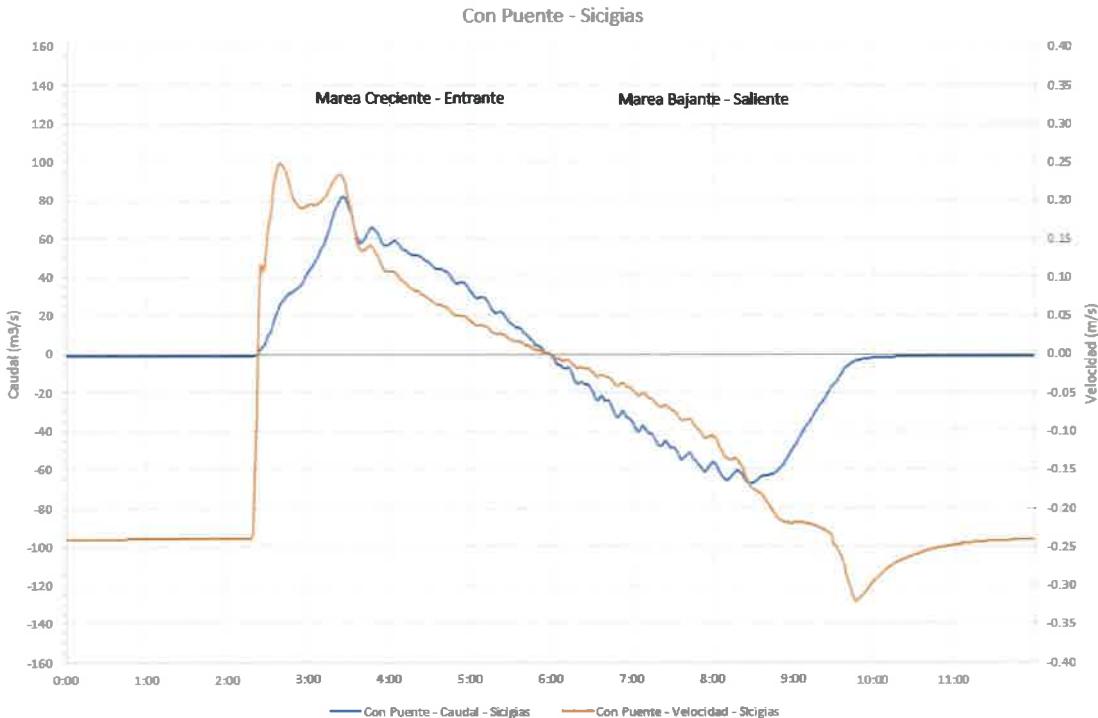


Figura 71 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 2.

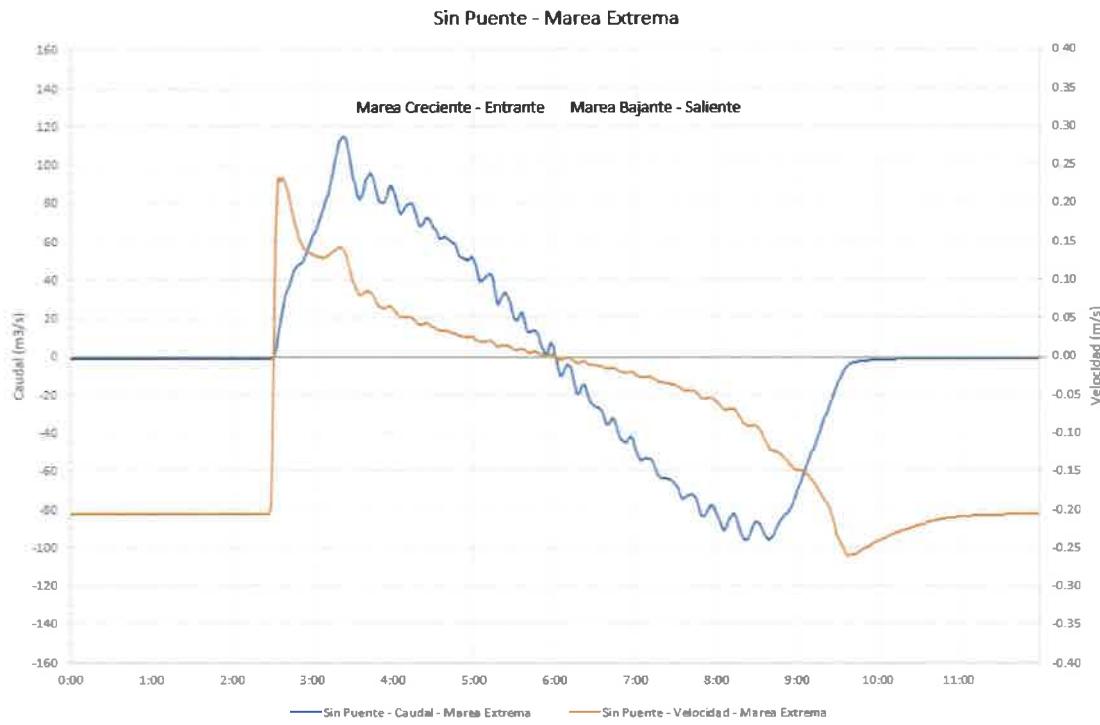


Figura 72 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 3.

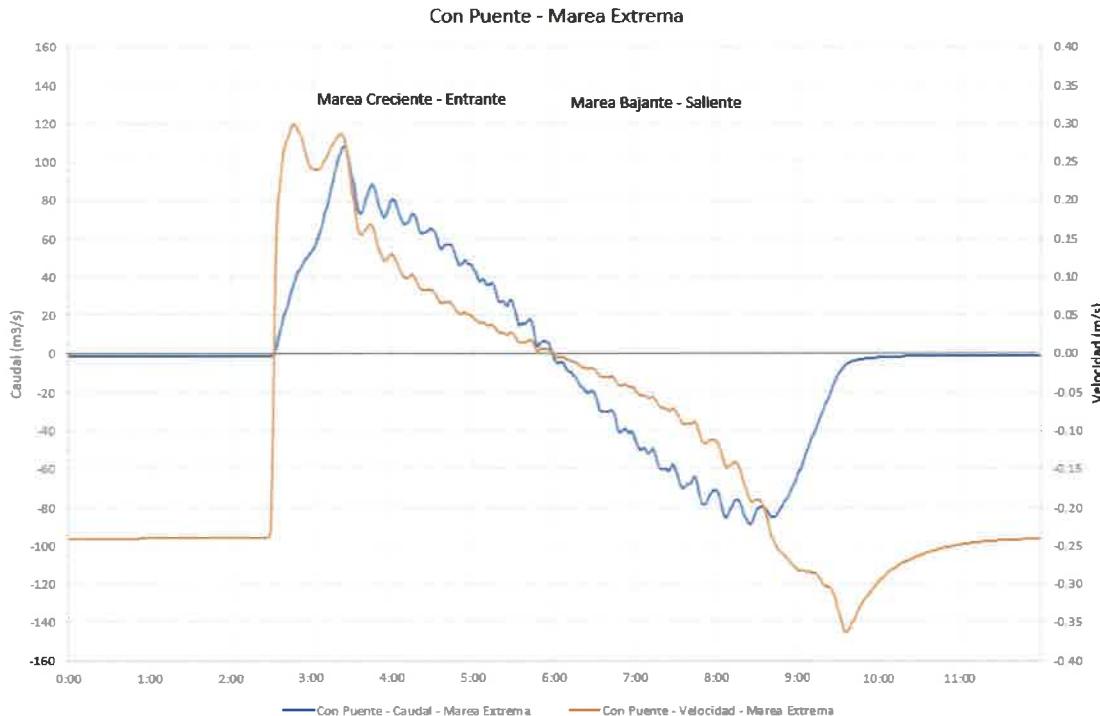


Figura 73 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 4.

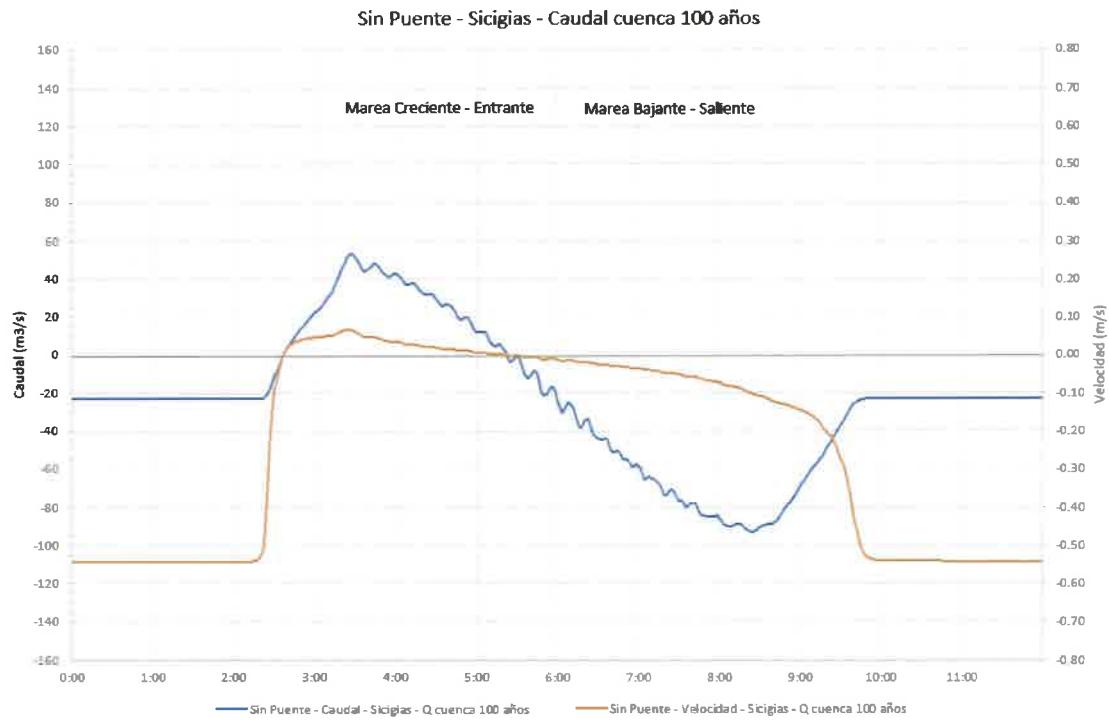


Figura 74 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 5.

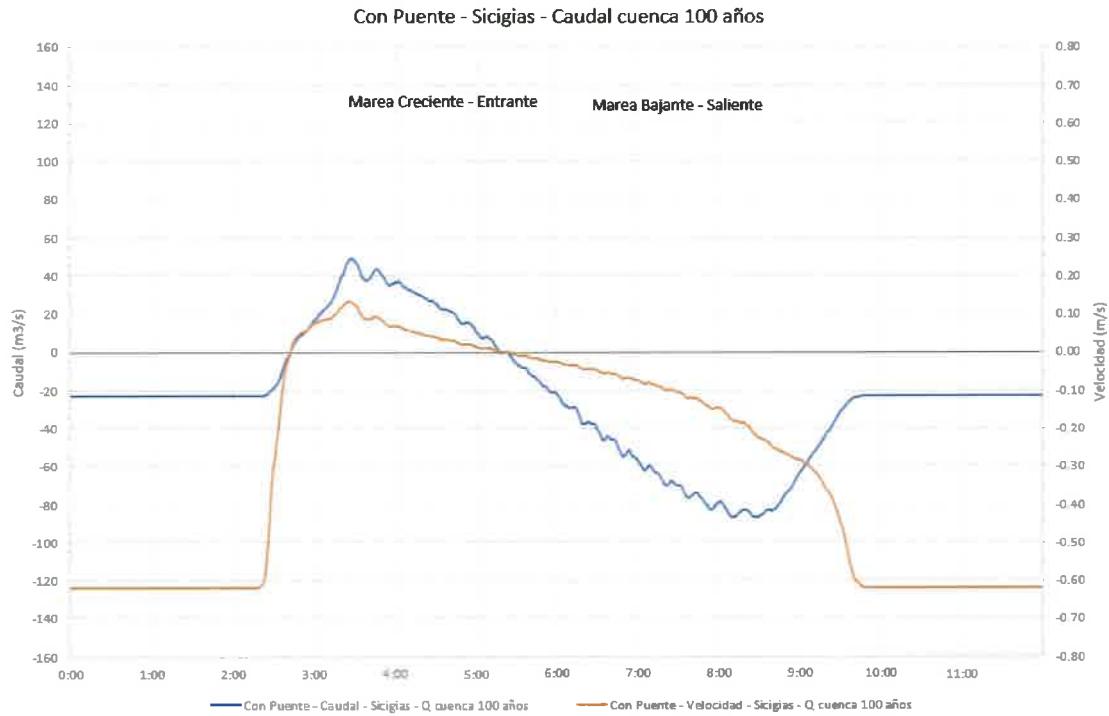


Figura 75 Caudales y velocidades medias en la sección del puente. Escenario 6.

Los escenarios E5 y E6 muestran claramente que el caudal pluvial es responsable de las mayores velocidades, que son las siguientes:

- Sin puente: velocidad media 0.54 m/s, área de escurrimiento igual a 42 m², implicando un tirante promedio de unos 10 cm.
- Con puente: velocidad media 0.62 m/s, área de escurrimiento igual a 37 m², implicando un tirante promedio de unos 16 cm.

Cabe recordar que, aunque las gráficas muestran velocidades constantes durante las primeras y últimas 2 horas y media del ciclo, en realidad la duración del evento será mucho más corta, manteniéndose las velocidades máximas durante unos minutos solamente, debido a que el hidrograma de la cuenca de aporte tiene una duración muy limitada. Asimismo, el traslado del hidrograma desde la salida del drenaje hasta el puente puede provocar alguna amortiguación del caudal pico, por lo que considerar un caudal constante resulta conservativo. Esto implica que las posibilidades reales de que se produzcan erosiones en la zona del puente son escasas.

Los instantes de máximas velocidades de marea corresponden a aproximadamente las 3.5 hs del inicio del ciclo en bajamar (poco después de que el nivel de la marea creciente supera el nivel medio) y aproximadamente a las 9 horas, cuando el nivel vuelve a descender por debajo del nivel medio. Con respecto al inicio de la simulación, se deben sumar 6 horas de estabilización.

En las siguientes figuras se ilustran las condiciones de velocidad máxima de marea para los escenarios E1 a E4, junto con una condición ilustrativa de un momento en el cual el caudal que fluye es el pluvial. Para los escenarios E5 y E6, se ilustra una condición de velocidad máxima provocada por el caudal pluvial de recurrencia centenaria.

Se puede apreciar en todos los casos que la velocidad no es uniforme en la sección del puente, sino que para condiciones de bajo nivel de agua se encausa en un pequeño canal de mareas cercano a la margen de Chorrillo (en el escenario E5 sin puente), alcanzando un valor máximo de 0.87 m/s, mientras que en el escenario E6 con puente, la velocidad máxima se produce en adyacencias del estribo Norte, incrementándose a 1.02 m/s, y con 16 cm de profundidad.

Las diferencias de velocidades entre los Escenarios Sin Puente para los momentos de máximo flujo de creciente y bajante se presentan en la Figura 88 y la Figura 89. En creciente la reducción de velocidad alcanza prácticamente hasta la zona del embarcadero, siendo no obstante más importante en cercanías del estribo. En bajante las reducciones de velocidad son muy inferiores cerca del estribo, y prácticamente despreciables en la zona del embarcadero, por lo que los sedimentos que se depositen durante la pleamar podrán ser arrastrados como en la actualidad.

Por otro lado, en la Figura 90 y en la Figura 91 se pueden apreciar las diferencias entre las velocidades máximas para un caudal pluvial constante de 1 m³/s y para el caudal de recurrencia 100 años, ilustrándose el efecto de interrupción de la pequeña canalización natural existente al Norte por parte del estribo del lado Chorrillo. La zona afectada por la diminución de velocidad aguas arriba del estribo Norte para escenarios con caudal pluvial abarca unos 150 m desde el estribo, y no afecta la zona adyacente al embarcadero existente.

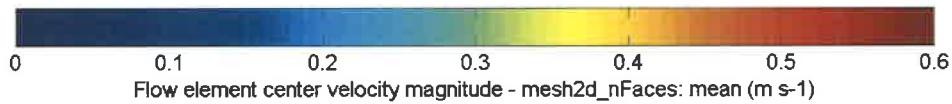


Figura 76 Velocidades máximas en creciente. Escenario 1 – Sicigias Sin Puente.

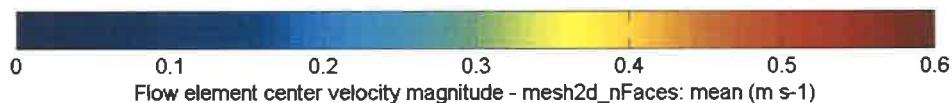
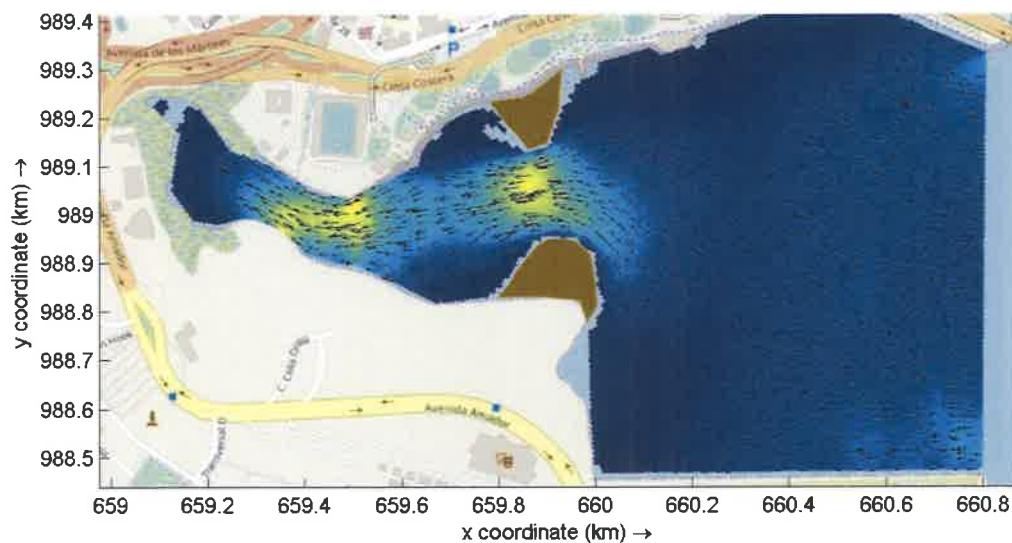


Figura 77 Velocidades máximas en creciente. Escenario 2 – Sicigias Con Puente.

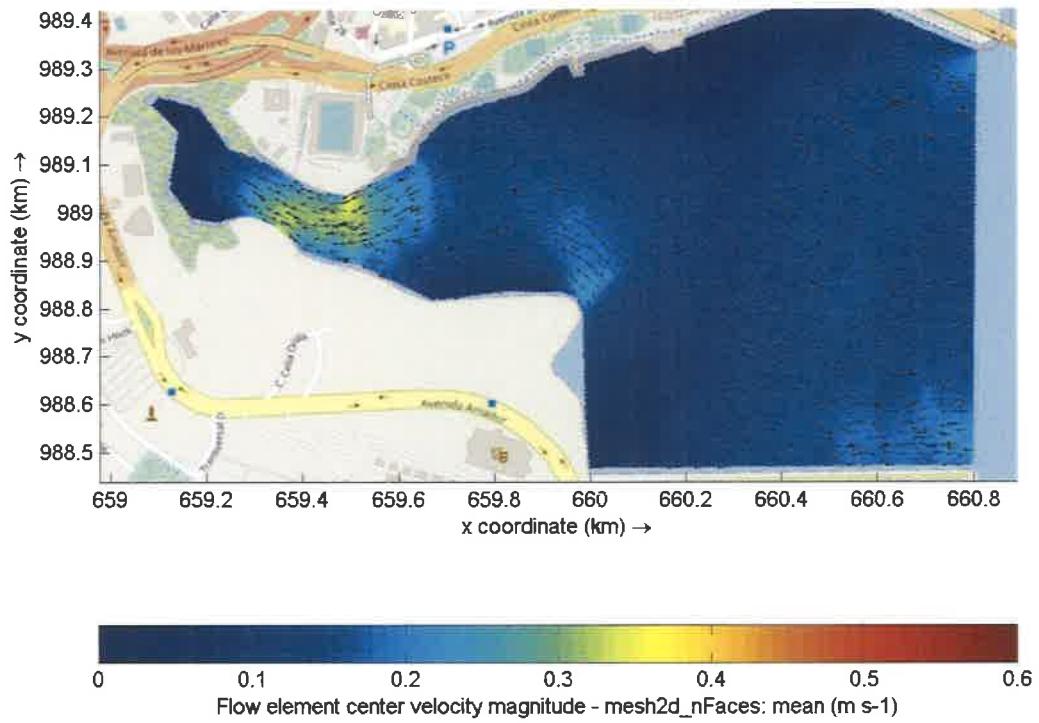


Figura 78 Velocidades máximas en creciente. Escenario 3 – Marea máxima Sin Puente.

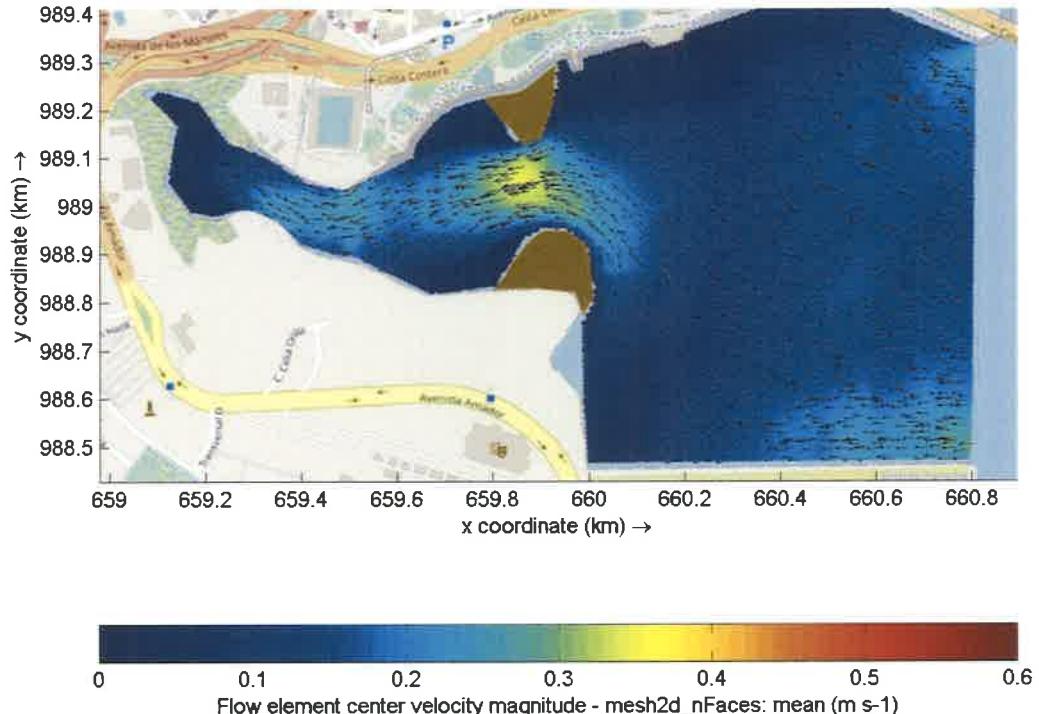


Figura 79 Velocidades máximas en creciente. Escenario 4 – Marea máxima Con Puente.

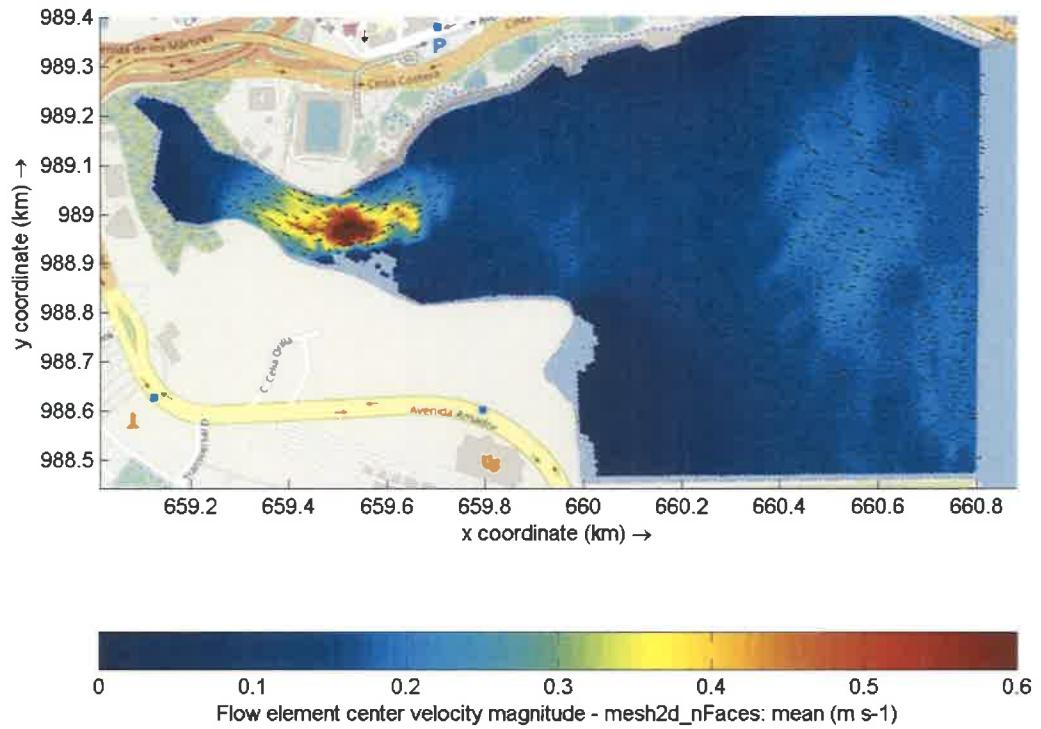


Figura 80 Velocidades máximas en bajante. Escenario 1 – Sicigias Sin Puente.

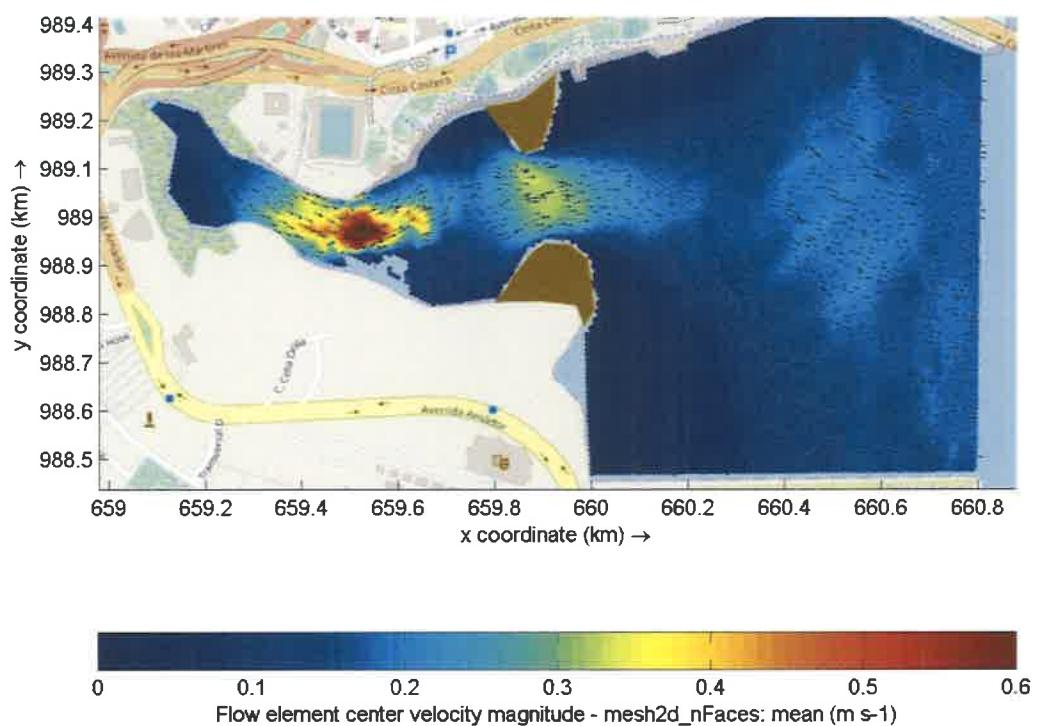


Figura 81 Velocidades máximas en bajante. Escenario 2 – Sicigias Con Puente.

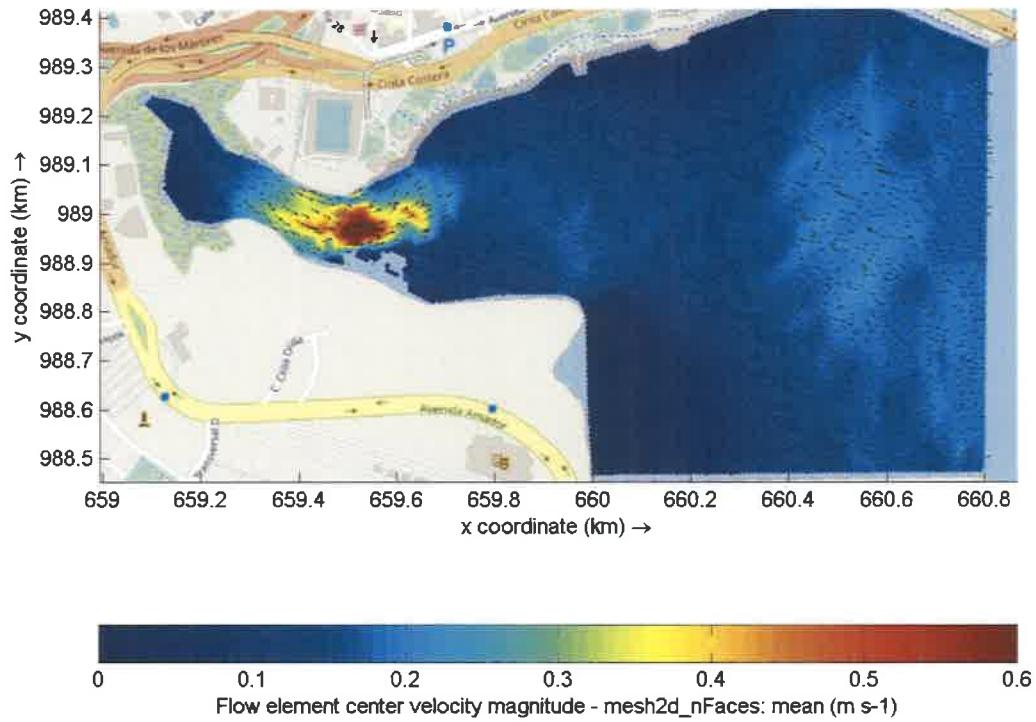


Figura 82 Velocidades máximas en bajante. Escenario 3 – Marea máxima Sin Puente.

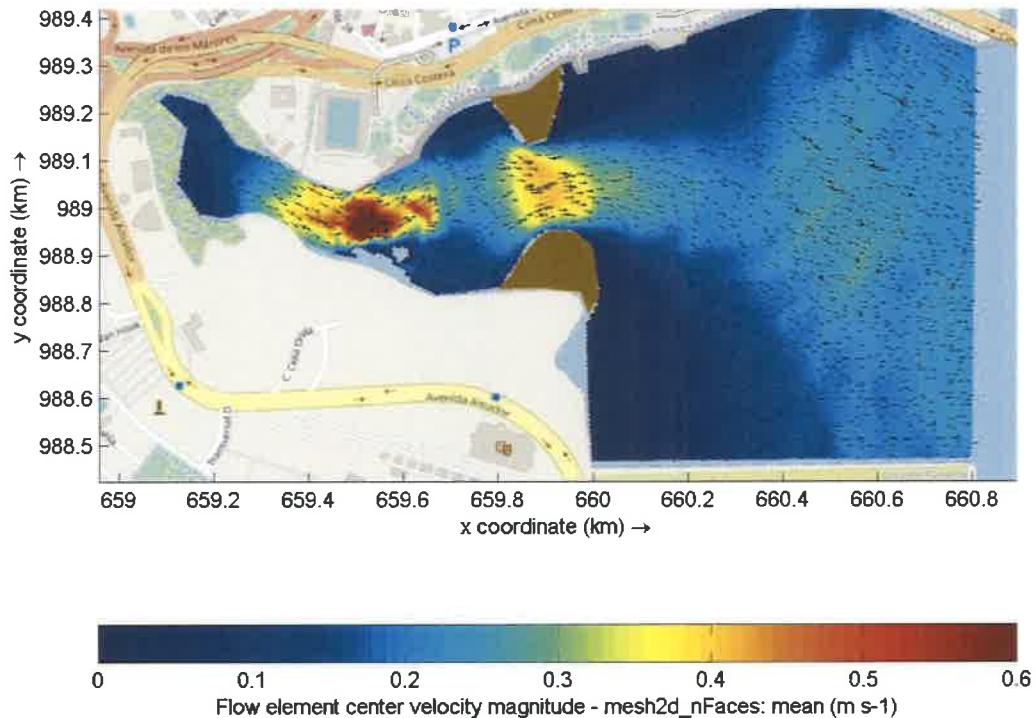


Figura 83 Velocidades máximas en bajante. Escenario 4 – Marea máxima Con Puente.

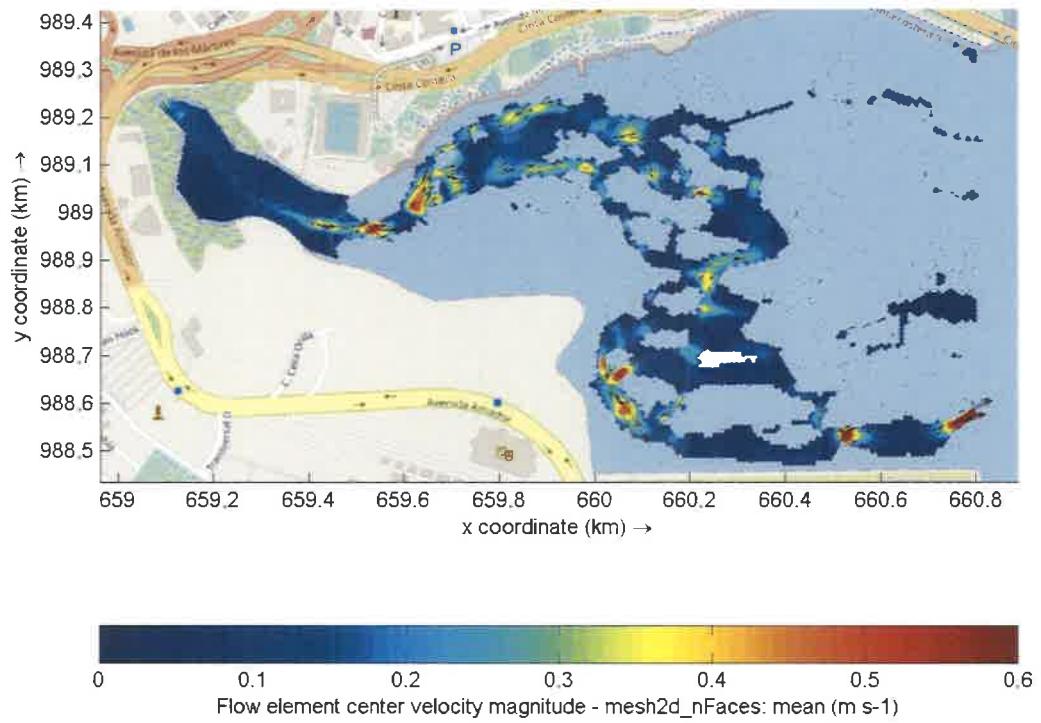


Figura 84 Velocidades máximas por caudal pluvial mínimo. Escenario 1 – Sicigias Sin Puente.

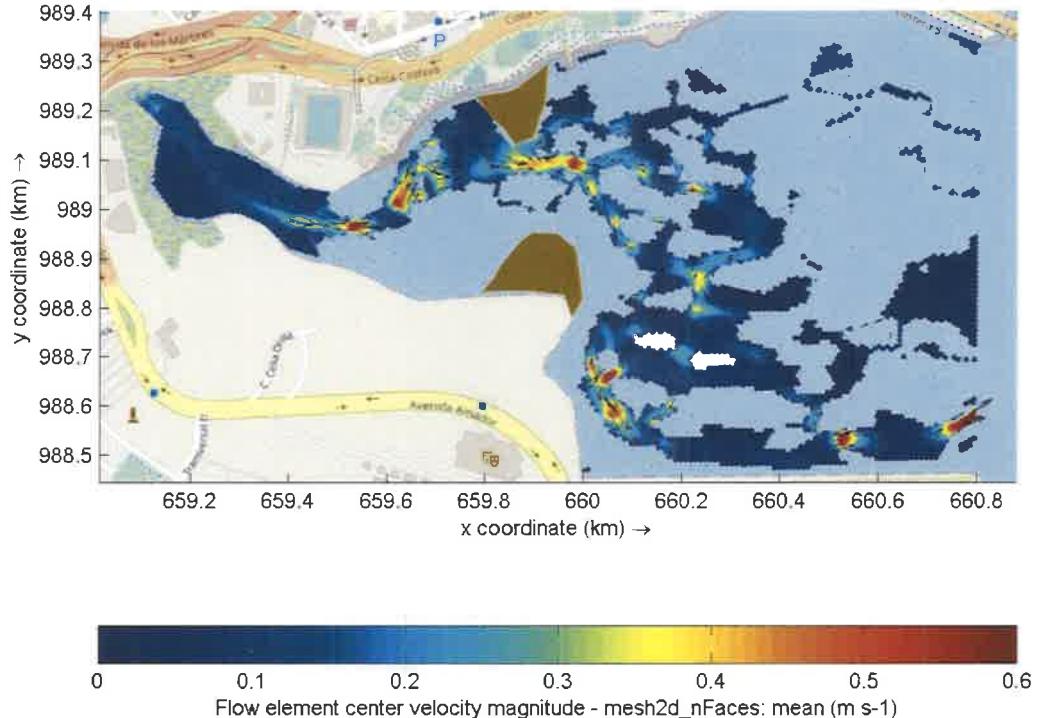


Figura 85 Velocidades máximas por caudal pluvial mínimo. Escenario 2 – Sicigias Con Puente.

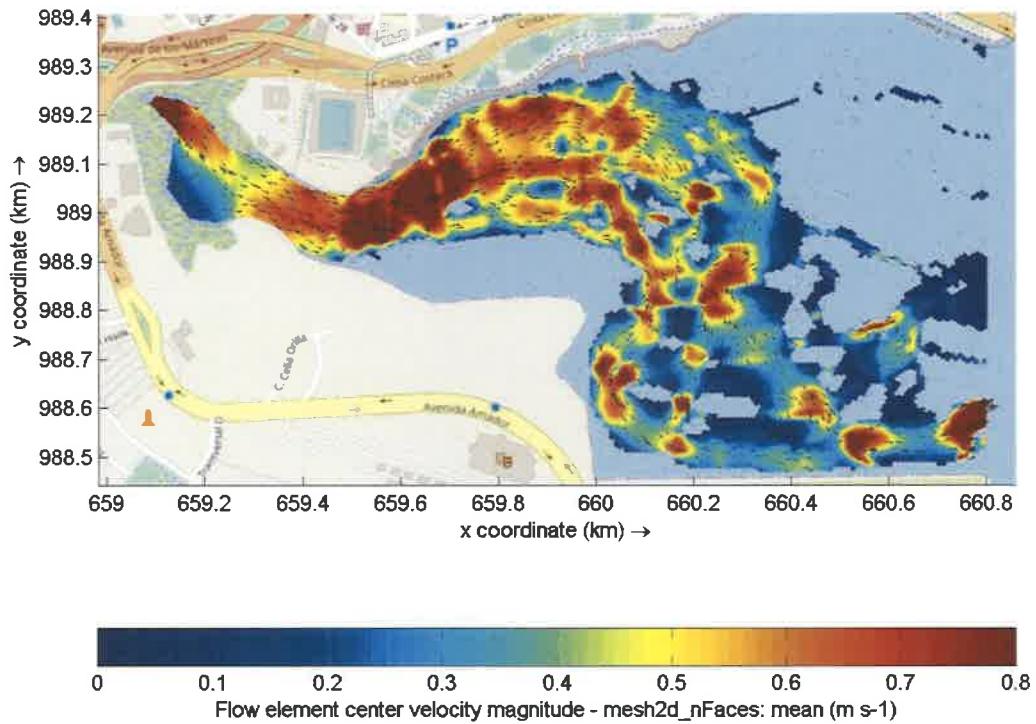


Figura 86 Velocidades máximas por caudal pluvial 100 años. Escenario 5 – Sicigias Sin Puente.

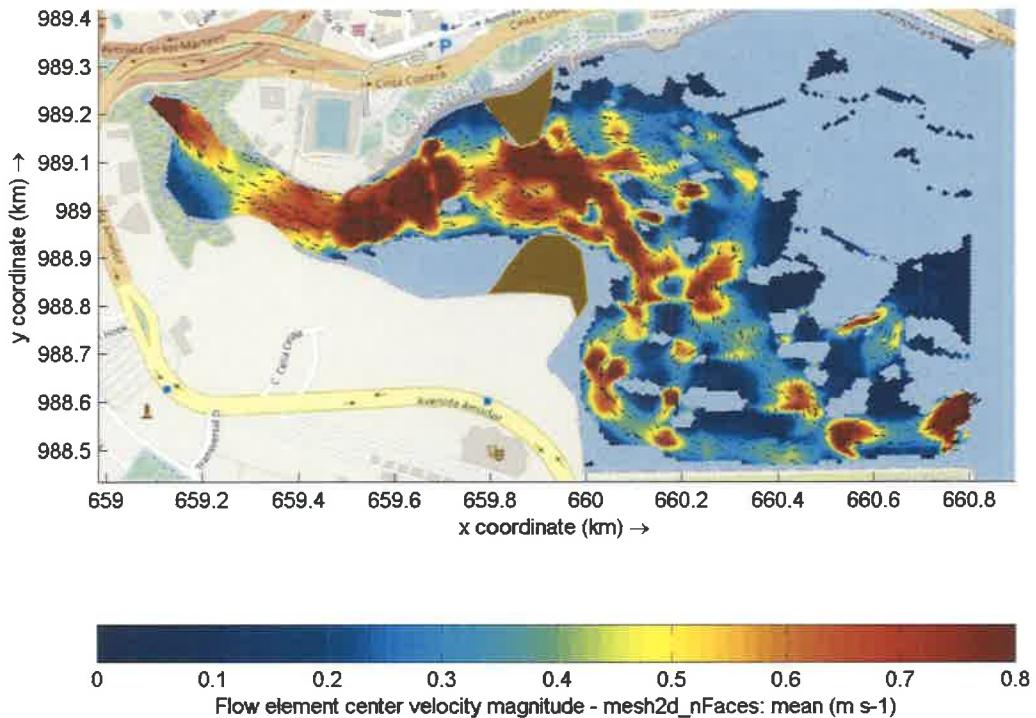
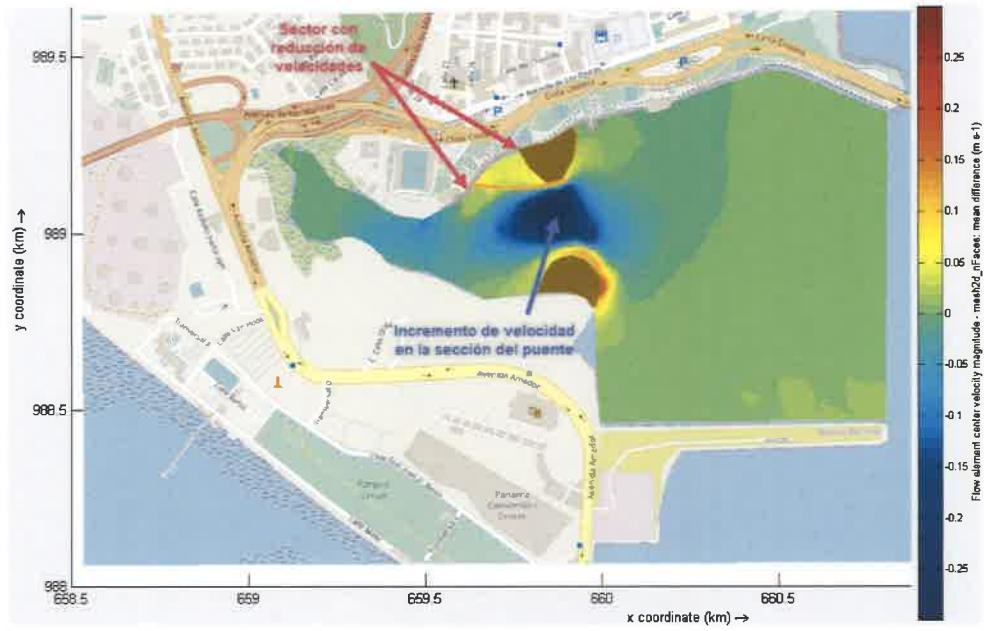
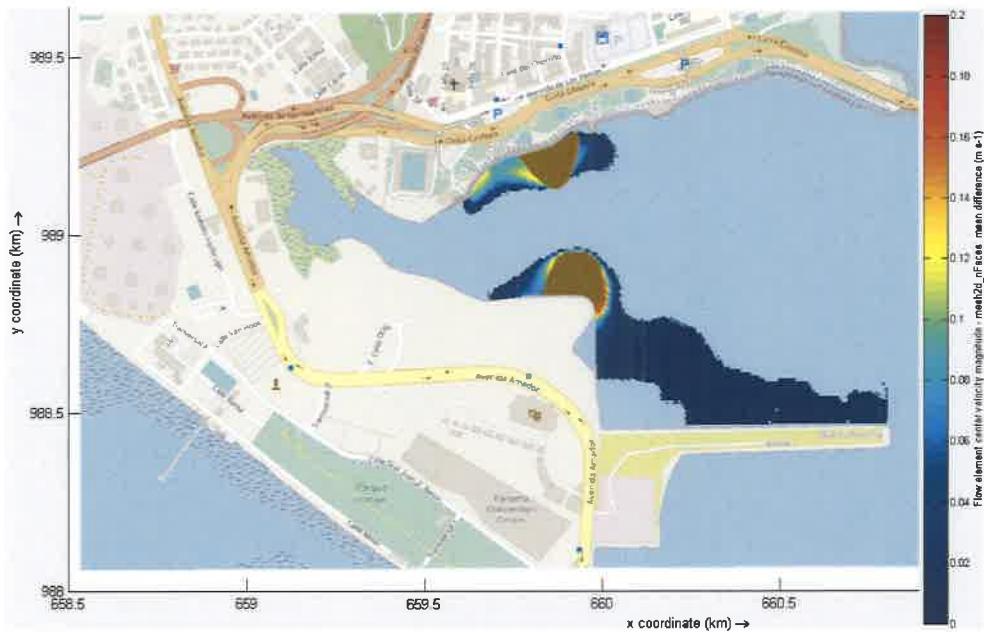


Figura 87 Velocidades máximas por caudal pluvial 100 años. Escenario 6 – Sicigias Con Puente.



Diferencias



Reducción

Figura 88 Diferencia en las velocidades máximas de Creciente en Sicigias debido a los estribos. Velocidad Sin Puente – Velocidad Con Puente.

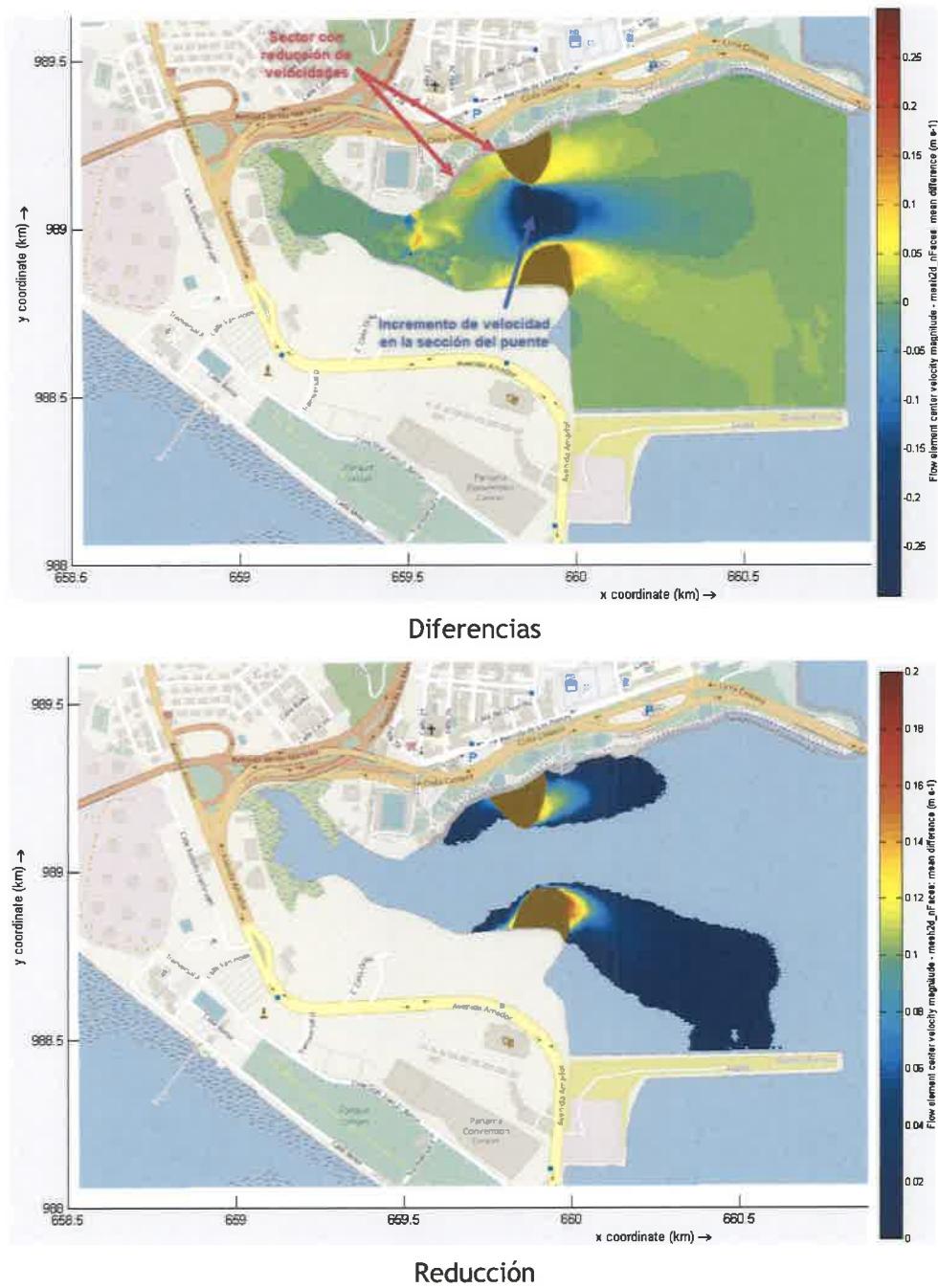


Figura 89 Diferencia en las velocidades máximas de Bajante en Sicigias debido a los estribos. Velocidad Sin Puente – Velocidad Con Puente.

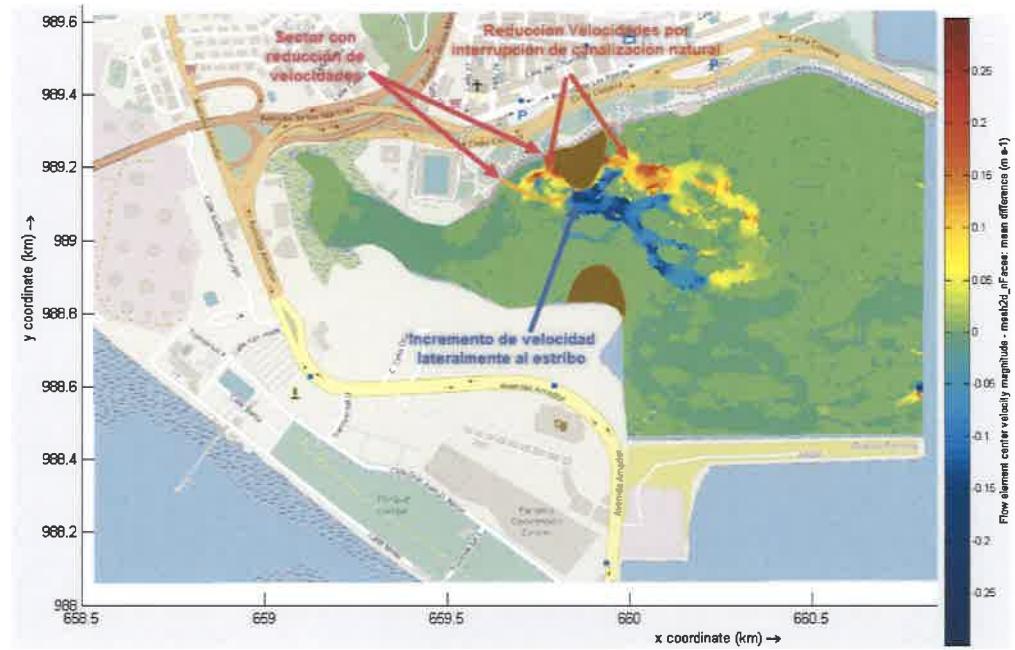


Figura 90 Diferencia en las velocidades con caudal pluvial constante de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ debido a los estribos. Velocidad Sin Puente – Velocidad Con Puente.

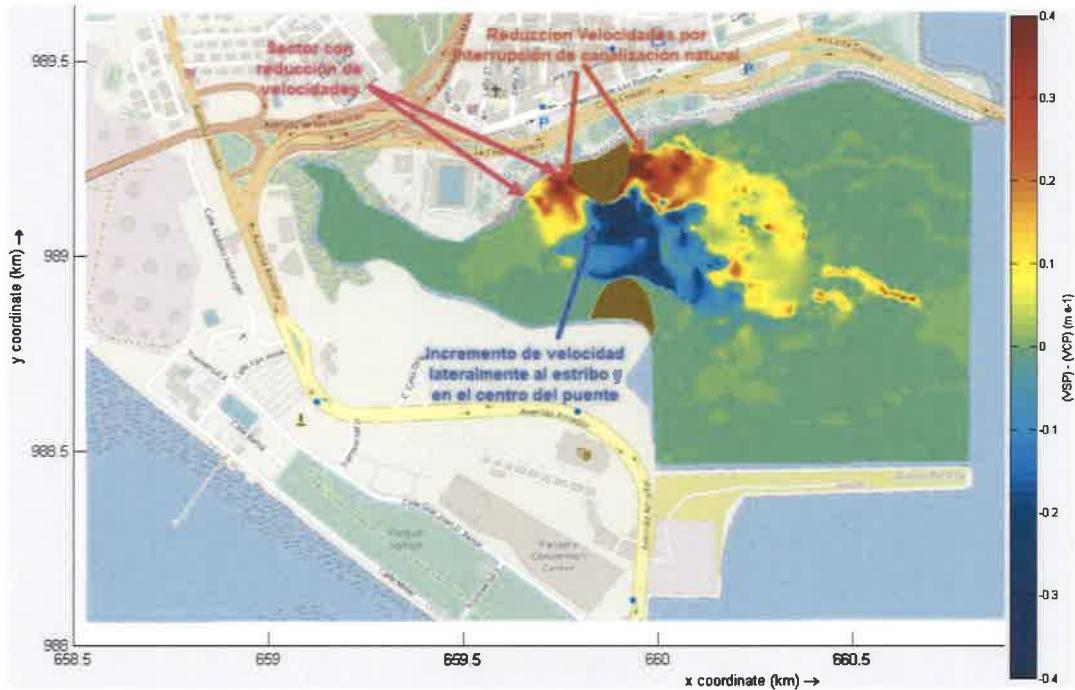


Figura 91 Diferencia en las velocidades con caudal pluvial de recurrencia 100 años debido a los estribos. Velocidad Sin Puente – Velocidad Con Puente.

6. ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO

6.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE PROCESOS SEDIMENTOLÓGICOS EN LA BAHÍA DE PANAMÁ Y EN EL ENTORNO DEL PUENTE

Los procesos sedimentológicos típicos correspondientes a sedimentos finos, se pueden conceptualizar de la siguiente manera:

- La fuente normal de provisión de sedimentos en suspensión en el agua son los cursos de agua cercanos a la Bahía. Por lo tanto, la concentración base de sedimentos disponibles para decantar, surge de un aporte externo.
- La velocidad de caída de los sedimentos finos en suspensión suele ser muy pequeña, milésimos de milímetro por segundo. La velocidad de caída se incrementa fuertemente por la formación de flóculos (flocs), proceso que ocurre siempre que el material sea de un determinado rango granulométrico (muy fino), y cuando exista la posibilidad de que las partículas se pongan en contacto y el medio acuático favorezca las interacciones entre ellas. A partir de un 5% de salinidad los flóculos se forman con mucha más facilidad, y en consecuencia aumenta significativamente la velocidad de caída. Normalmente, la diferencia entre la velocidad de caída para partículas finas individuales y floculadas, es de entre 500 a 1000 veces mayor para las floculadas, lo cual implica velocidades del orden de 0,2 - 0,8 mm/s (Migniot, 1968).
- No obstante, para condiciones de concentración muy bajas, del orden de 10 a 100 mg/l, las velocidades de caída son mucho menores, en el rango entre 0,1 y 0,01 mm/s o menos, como se puede apreciar en el gráfico siguiente.

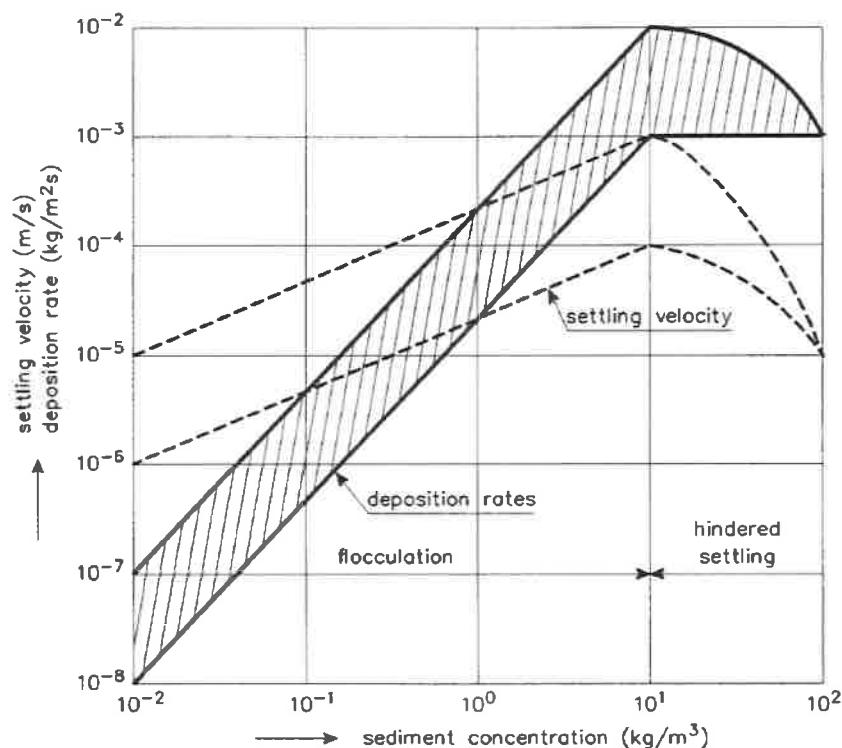


Figura 92 Velocidad de caída y tasa de deposición en función de la concentración (Van Rijn, 1993)

- Como los sedimentos están floculados su velocidad de caída es relativamente alta y pueden depositarse rápidamente en el lecho cuando hay baja turbulencia (tensiones de corte por debajo de valor crítico de deposición) disminuyendo la concentración en la masa de agua. Si las tensiones de corte aumentan por encima del valor crítico de erosión, sea por alta velocidad de la corriente o por la incidencia de olas, los sedimentos son vuelto a poner en suspensión y vuelven a la columna de agua donde se produce un aumento de concentración.
- En cada período en que la tensión de corte está por debajo del valor crítico de deposición, se deposita una cantidad de masa que depende de la concentración de sedimentos en suspensión que esté disponible en el agua, de su velocidad de caída, y del valor de la tensión de corte de deposición.
- En cada momento en que las tensiones de corte superan los valores críticos, la masa de sedimento que se puede erosionar es proporcional a la tensión de corte del flujo, y es función de la tensión de corte crítica según el estado de consolidación del material, y la tasa de erosión depende de un coeficiente que expresa la cantidad de masa que es erosionada por metro cuadrado del lecho y por segundo.
- En todos los sitios donde las tensiones de corte por olas y corrientes son suficientes para resuspender totalmente los sedimentos depositados recientemente, no se produce sedimentación.
- En cambio, en sitios donde las tensiones de corte nunca superan el valor critico de erosión, los sedimentos depositados recientemente no logran ser erosionados. La tasa de deposición depende en estos sectores de la cantidad de material presente en la columna de agua y que puede depositarse. Un ejemplo de este tipo de sitios en el área bajo estudio es el área interior de la dársena del Club de Yates y Pesca de la ciudad de Panamá, delimitada por los rompeolas, donde las olas y corrientes son despreciables, y se produce una alta sedimentación debido a que recibe el aporte directo de sedimentos transportados por el río Matasnillo y otros afluentes costeros.
- En zonas donde las condiciones de oleaje y/o corrientes no sean suficientes como para que todo el material que se deposita sea erosionado, se producirá una sedimentación parcial.

La construcción de los estribos del puente generará una reducción del oleaje incidente y de las velocidades del flujo en las zonas de “sombra”, lo cual implica que se producirá un proceso de sedimentación en los sectores donde las tensiones de corte sobre el lecho no sean suficientes para resuspender los materiales que se depositan sobre éste.

Conforme a los estudios realizados las tensiones de corte producidas por el oleaje se reducirán en un sector de hasta 150 m al Oeste del estribo Norte (lado Chorrillo), sin afectar significativamente el sector aledaño al embarcadero existente, y en un sector más amplio al Sur (del lado Amador), principalmente por apantallamiento del oleaje del sector Este.

En cambio, las reducciones de la velocidad de la corriente serán significativas especialmente hacia al Norte, verificándose en los diferentes escenarios de marea de siccias y caudales pluviales analizados que el sector más afectado también se corresponde con una distancia de unos 150 m al Oeste del estribo, con una leve afectación de la zona más cercana al embarcadero existente durante la creciente, que prácticamente desaparece durante la bajante.

6.2. PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como se indicó previamente, los sedimentos presentes en el agua pueden decantar en el lecho bajo condiciones de baja velocidad de la corriente y olas débiles, y luego si las condiciones de esfuerzo de corte sobre el lecho superan un valor crítico, pueden ser erosionados y puestos en suspensión nuevamente. La resistencia a la erosión es causada por fuerzas de atracción entre las partículas, y está influida por la compactación que se produce para sedimentos antiguamente depositados, por lo cual los materiales que se encuentran a mayor profundidad son más difíciles de erosionar que los más superficiales.

Se define una "velocidad de corte" que está relacionada con la tensión de corte sobre el fondo y la densidad del agua a través de la expresión $U_*^2 = \tau/\rho$

La velocidad U_* se puede relacionar con la velocidad media \bar{U} a través del coeficiente de Chezy C .

$$\frac{\bar{U}}{U_*} = \frac{C}{\sqrt{g}}$$

Para suelos poco consolidados se cuenta con referencias bibliográficas con valores de esfuerzos de corte críticos de erosión en estuarios, variables entre 0.05 y 0.15 N/m² (Van Rijn, 1993). Considerando que los sedimentos que se puedan depositar en los momentos de baja velocidad durante cada ciclo de marea y oleaje reducido, pueden tener concentraciones (densidades secas) inferiores a 100/150 kg/m³, las tensiones críticas de arrastre podrían ser muy bajas, del orden de 0.05 N/m².

Para sedimentos recientemente depositados, no consolidados, tales como sedimentos finos en estuarios y áreas intermareales (lodo/lama), varios autores como Courmault (1971), Partheniades (1970), Thorn y Parsons (1980), han propuesto expresiones que relacionan la velocidad de corte crítica con características del sedimento. Los valores mínimos de la velocidad de corte crítica varían de acuerdo al tiempo de consolidación desde $u_c = 0.01$ m/s (para un período de consolidación de algunos días) a $u_c = 0.03$ m/s (para un período de consolidación de varias semanas).

Courmault (1971) propuso la siguiente expresión:

$$U_c = 5.5 \cdot 10^{-5} W_s + 2.6 \cdot 10^{-8} W_s^2$$

para: $150 \text{ kg/m}^3 < W_s < 450 \text{ kg/m}^3$, donde W_s es el peso específico seco expresado en (kg/m³) y u_c en (m/s). El valor mínimo es $u_c = 0.009$ m/s correspondiendo a una tensión de corte crítica de erosión 0.08 N/m².

Las tasas de erosión asociadas en (kg/m².s) fueron:

$$E = 2 \times 10^{-4} \left(\frac{\tau_b}{\tau_{bc}} - 1 \right)$$

Thorn y Parsons (1980) investigaron experimentalmente los sedimentos de tres estuarios: Forth (Escocia), Río Brisbane (Australia) y Belawan (Indonesia) y propusieron:

$$U_c = 7.4 \times 10^{-5} W_s^{1.14}$$

para: $80 \text{ kg/m}^3 < W_s < 200 \text{ kg/m}^3$, donde W_s se expresa en (kg/m^3) y u_c en (m/s) . Para sedimentos poco consolidados los valores mínimos de u_c son del orden de 0.01 m/s.

Las tasas de erosión asociadas en $(\text{kg/m}^2 \cdot \text{s})$ fueron:

$$E = 2.6 \times 10^{-3} (\tau_b - \tau_{bc})$$

Parchure et al. (1985) encontraron que la densidad del sedimento (lodo en lagos, embalses) se incrementa con la distancia vertical a partir del fondo y consecuentemente también se incrementa u_c . Los valores de u_c para muestras superficiales fueron del orden de 0.01 m/s mientras que, a profundidades de 1 m, $u_c = 0.02$ a 0.025 m/s.

Schweim et al. (2002) realizaron una investigación combinando experimentos y simulación numérica para evaluar ecuaciones que describen la erosión y la deposición de sedimentos cohesivos. En el caso de erosión de lechos homogéneos calibraron la siguiente ecuación:

$$E = M \left(\frac{\tau_b}{\tau_{bce}} - 1 \right)$$

obteniendo $M = 3.48 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^2 \text{s}$ y $\tau_{bce} = 0.2 \text{ N/m}^2$ ($u_c = 0.014 \text{ m/s}$).

Estas tasas de erosión permiten que el material depositado en momentos de baja tensión de corte sea resuspendido luego, por lo cual el lecho mantiene un equilibrio dinámico.

La Hydraulic Engineering Circular No. 18 (2012) presenta el gráfico de la Figura 93 que relaciona el esfuerzo de corte crítico con la granulometría y tipo de sedimento. Se indica que el valor mínimo de 0.1 N/m^2 se obtiene para un tamaño de grano igual a unos 0.2 mm.

En función de estos antecedentes, una primera estimación de la tensión crítica de erosión para sedimentos recientemente depositados en capas de espesor inferior a 10 cm (con densidades secas - concentraciones inferiores a 200 gr/lt), podría obtenerse con un valor de velocidad crítica igual a 1 cm/s, resultando la tensión de corte crítica igual a 0.1 N/m^2 .

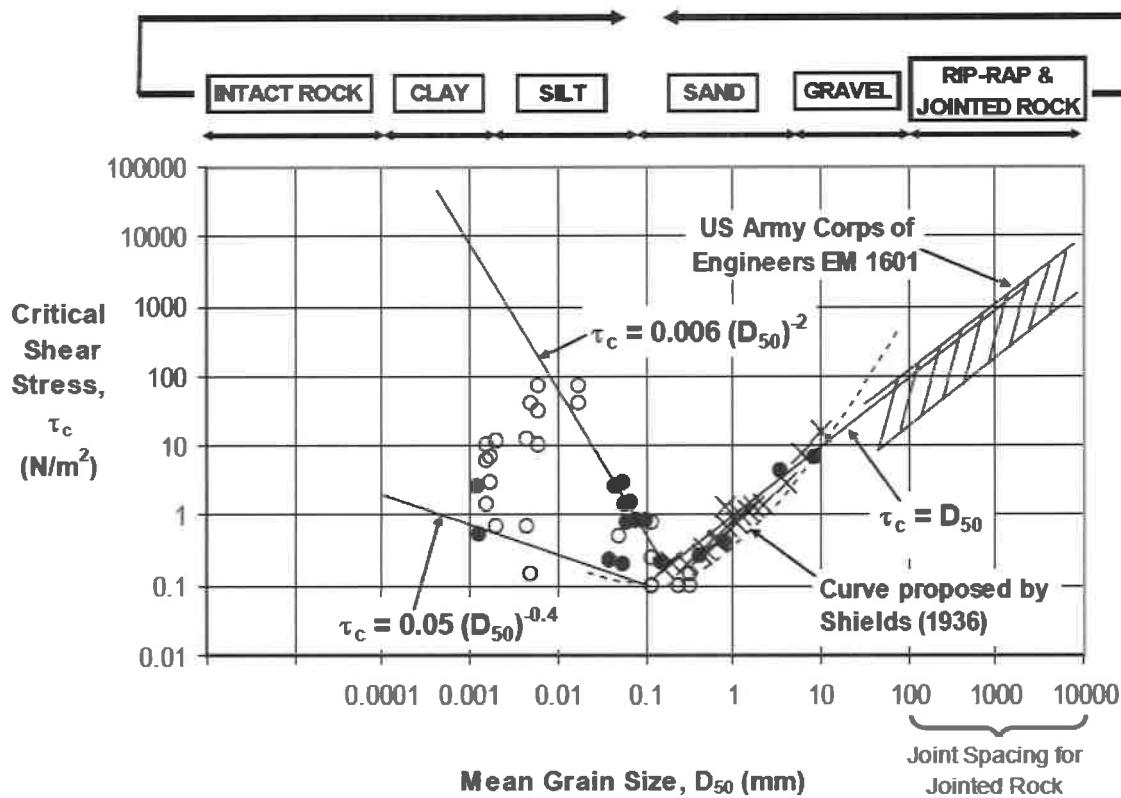


Figura 93 Esfuerzo de corte crítico según la granulometría del sedimento

6.3. ESTIMACIÓN DE TENDENCIAS SEDIMENTOLÓGICAS FUTURAS

Los registros antecedentes de concentraciones de sedimentos en suspensión muestran gran dispersión de valores, no existiendo registros sistemáticos de largo período, sino muestreos puntuales realizados para estudios y proyectos específicos.

A su vez, las profundidades de agua en la zona de interés son muy variables llegando a secarse el lecho en parte del ciclo de mareas, lo cual, por un lado, va reduciendo la altura de ola que puede mantenerse sin romper, y por otro, aumenta la tensión de corte en momentos en que la profundidad se acerca a cero, puesto que es inversamente proporcional.

Ello dificulta realizar análisis evolutivos que permitan estimar en cuanto tiempo el lecho afectado por una reducción del esfuerzo de corte llegará a un nivel de equilibrio.

En condiciones de media marea bajante de siccias, los coeficientes de Chezy y las tensiones de corte correspondientes, se ilustran en las siguientes figuras. En la Figura 95 se puede apreciar que además de la zona de "sombra" de los estribos, existen muchas otras zonas donde la tensión de corte está por debajo de 0.1 N/m^2 (áreas azul oscuro), y que, por lo tanto, serían pasibles de sedimentación al no superarse el orden de magnitud de una tensión crítica de erosión típica del sedimento fino que se pudo haber depositado. Sin embargo, estas zonas están en equilibrio y no sufren una sedimentación sistemática, debido a la tensión de corte adicional que provee el oleaje.

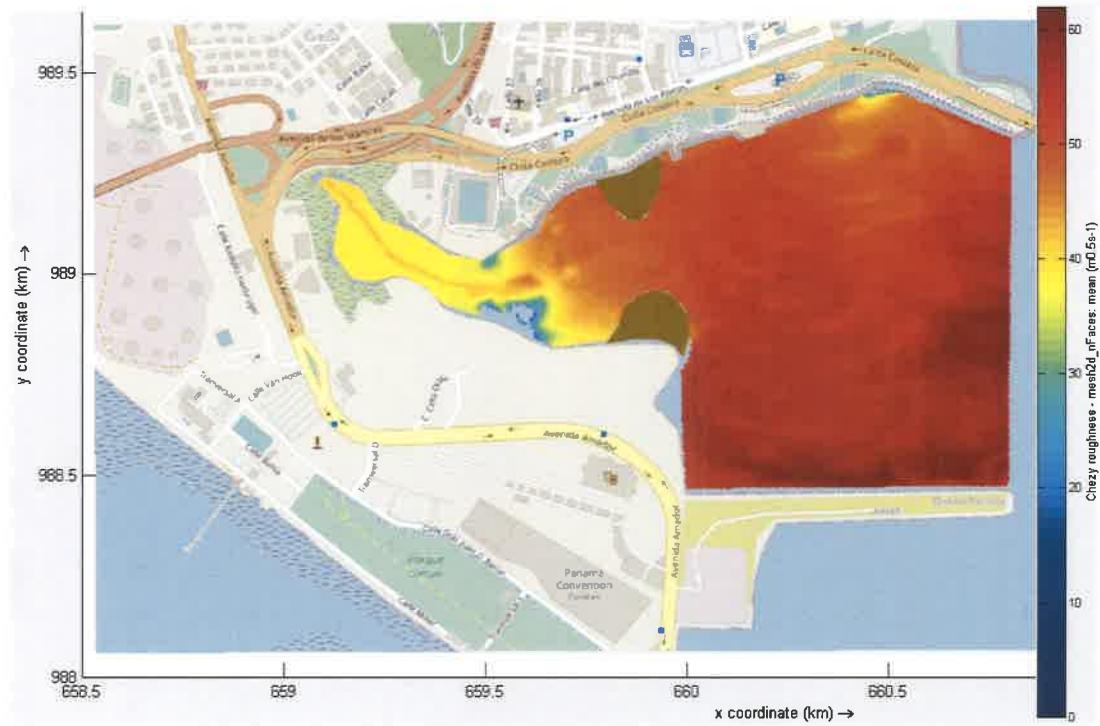


Figura 94 Coeficientes de Chezy característicos durante la bajante. Escenario 2.

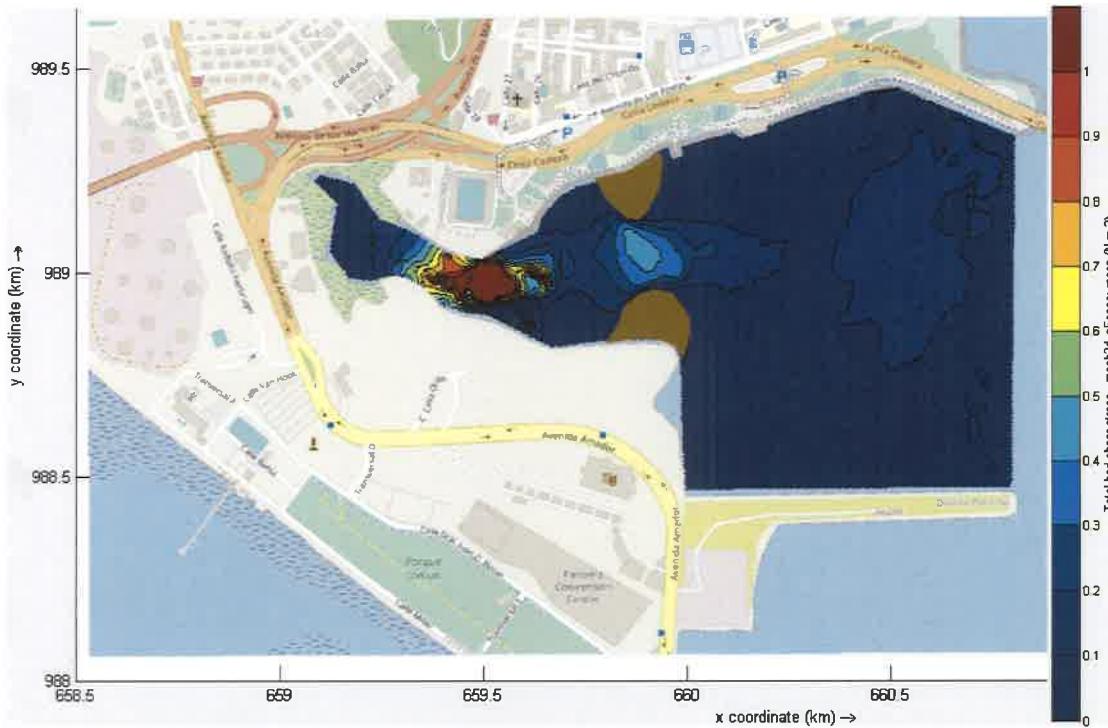


Figura 95 Tensiones de corte máximas durante la bajante. Escenario 2.



Estos resultados muestran que las zonas donde se puede producir un fenómeno de sedimentación que sea significativo, son aquellas que corresponden a las áreas donde el oleaje es sistemáticamente atenuado por los estribos del puente. Estas zonas no abarcan las inmediaciones del embarcadero existente.

En un área de unos 150 m de extensión máxima donde se produce apantallamiento del oleaje al Oeste del Estribo Norte, cuyas profundidades actuales son del orden de entre 0.7 y 1.0 m MSL, se producirá progresivamente una sedimentación. Por comparación con zonas donde existe obstrucción de la propagación del oleaje, y teniendo en cuenta que se mantendrá un flujo de agua en el semiperíodo de pleamar, se estima que a largo plazo el espesor depositado podría alcanzar un 1 metro en el extremo Este contra el estribo (alcanzándose una cota del orden de 0 m MSL), reduciéndose el depósito hasta anularse hacia el borde del área afectada.

7. EVALUACIÓN DE PROCESOS EROSIVOS EN EL PUENTE

7.1. OBJETIVOS Y METODOLOGÍAS APLICADAS

El objetivo de este capítulo es realizar una predicción de las socavaciones en las pilas y estribos del puente, utilizando metodologías que tienen en consideración los flujos de agua evaluados mediante la modelización matemática hidrodinámica y el cálculo mediante formulaciones apropiadas de sus efectos sobre el lecho en las inmediaciones de estas estructuras, debido a la turbulencia generada por las mismas.

Para ello se aplicó la metodología de cálculo de las socavaciones propuesta por la Publicación No. FHWA-HIF-12-003, *Hydraulic Engineering Circular No. 18 (HEC-18), “Evaluating Scour at Bridges. Fifth Edition”* (abril 2012), conjuntamente con los criterios expuestos en la Publicación No. FHWA-HRT-16-045, *Updating HEC-18, “Pier Scour Equations for Noncohesive Soils”* (octubre 2016), complementados por la metodología de cálculo de la socavación generalizada propuesta por Lischtván y Lebediev.

Los parámetros hidrodinámicos necesarios para el cálculo fueron determinados mediante la aplicación del modelo hidrodinámico, considerando escenarios hídricos y mareológicos conservativos, resultando los más desfavorables los correspondientes a un caudal de la cuenca de aporte pluvial con recurrencia de 100 años.

7.2. PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA SOCAVACIÓN

A continuación, se presentan los diferentes parámetros de cálculo empleados.

Parámetros de cálculo de la socavación localizada dependientes del puente:

- Ancho de los pilotes del puente: 1,8 m
- Disposición de pilas: en grupos de 3 pilotes individuales, separados 10.9 m entre sí, aproximadamente alineados con el flujo principal
- Distancia entre pilas: 50 m
- Altura del cabezal: por encima del nivel máximo de agua

Estos parámetros permiten calcular en forma independiente la fosa de socavación de cada pilote, puesto que no interfieren entre sí.

Parámetros sedimentológicos:

Los parámetros relacionados al tipo de sedimentos del lecho se obtuvieron a partir de las perforaciones geotécnicas efectuadas para el proyecto.

Se encuentra presente una capa de lama del Pacífico de espesor variable por encima de una capa de roca meteorizada, la cual se apoya en roca sana, según se ilustra en la Figura 96.

Las características granulométricas de la capa superficial de lama determinadas por el laboratorio TECNILAB son las siguientes:

- Perforación 4: Clasificación SM (Arena Limosa). Arena 61.70 %, Finos 38.30%. $D_{50} = 0.13$ mm
- Perforación 6: Clasificación SC (Arena Arcillosa con Grava). Grava 29.59% Arena 51.71 %, Finos 18.7%. $D_{50} = 0.34$ mm
- Las características granulométricas detalladas se presentan en las siguientes figuras.

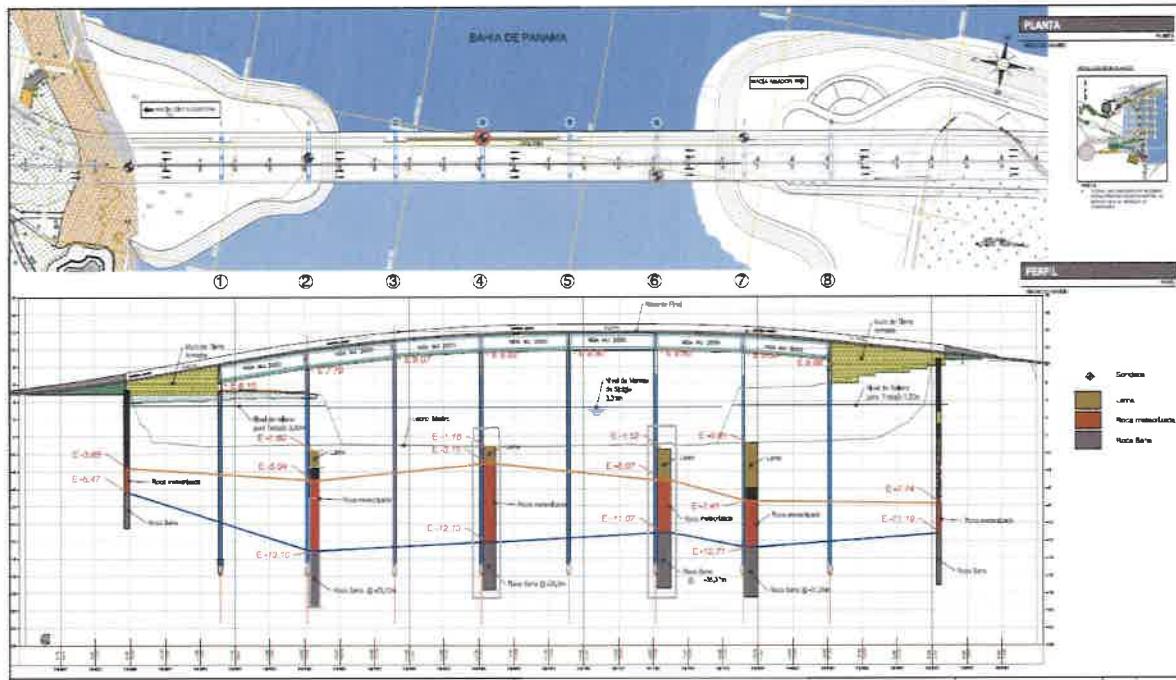


Figura 96 Ubicación de perforaciones geotécnicas 4 y 6

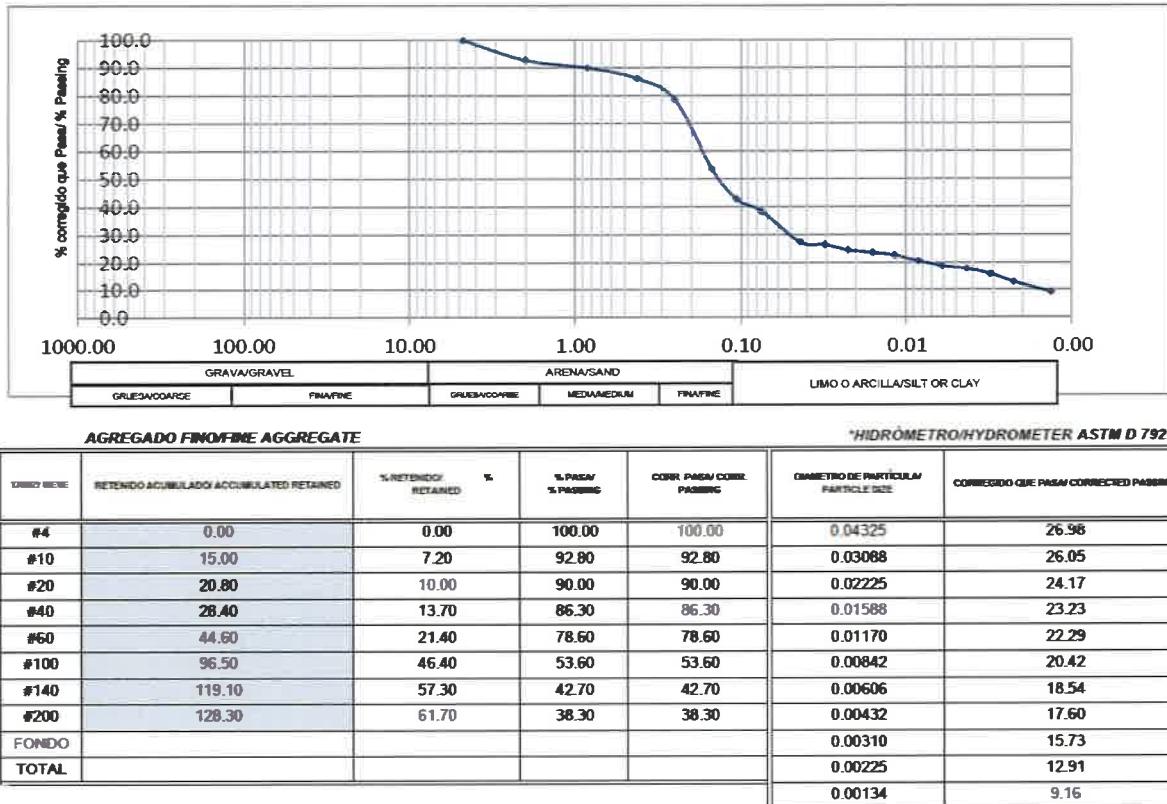


Figura 97 Granulometría muestra SPT-1 Perforación 4

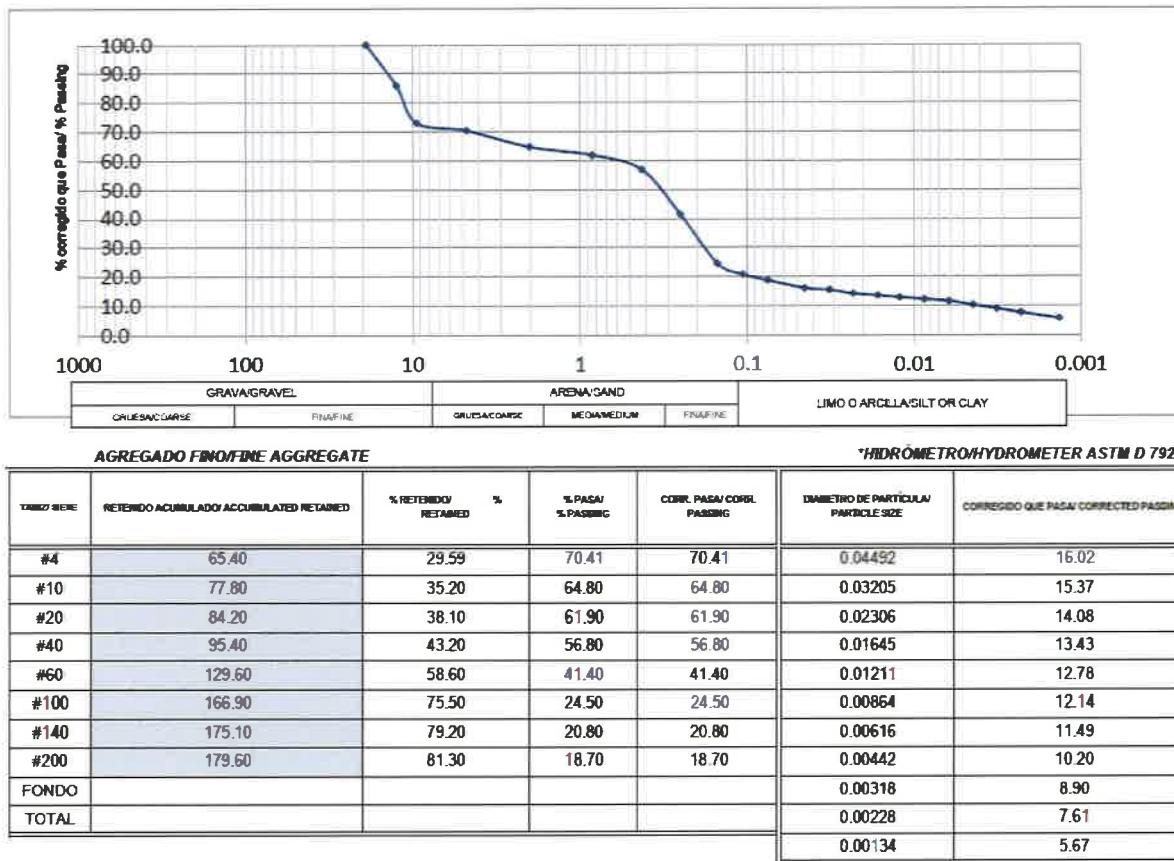


Figura 98 Granulometría muestra SPt-1 Perforación 6

Las condiciones más conservativas en términos de la capacidad erosiva de la corriente están representadas por la Perforación 4, que además es la más cercana al sector con mayores velocidades del flujo.

7.3. SOCAVACIÓN GENERALIZADA Y POR CONTRACCIÓN

El cálculo de la socavación en las pilas se inicia estimando la socavación generalizada o degradación del lecho, situación que ocurre por ejemplo cuando por efecto de crecidas se producen descensos del lecho independientemente de la presencia del Puente.

Luego se calcula la erosión por contracción de la sección del cauce, que se produce al incrementarse las profundidades por efecto de la reducción del área de escurrimiento que se genera debido a la interposición de terraplenes en el lecho que obstruyen parcialmente el flujo.

La Figura 99 muestra un esquema de las variables involucradas.

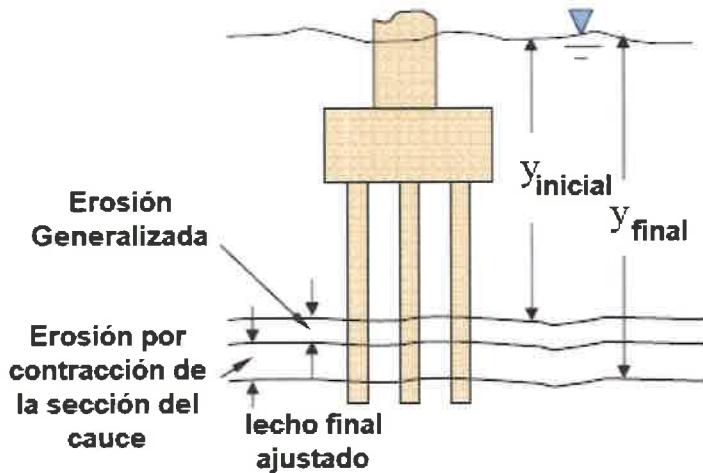


Figura 99 Esquema de ajuste del lecho por erosión generalizada y por contracción

La socavación general representa al descenso generalizado del lecho del río, como consecuencia del incremento transitorio de la capacidad de transportar sedimentos por parte de la corriente, ante el pasaje de una crecida.

Si bien resulta improbable que se produzca un descenso generalizado del lecho como respuesta a una crecida de corta duración, se analizará este proceso y se lo comparará con el que resulta de la contracción del flujo en el puente, a fin de adoptar un espesor de socavación conservativo. Considerando las recomendaciones de la HEC-18, se adopta un diámetro D₅₀ característico del sedimento (lama) igual a 0.2 mm. Conforme a la distribución granulométrica de la muestra obtenida en la perforación #4 se estima un coeficiente de gradación elevado, $\sigma = 4$.

La siguiente expresión propuesta en la HEC-18 permite determinar si el flujo puede estar transportando sedimentos durante la crecida, al superar la velocidad crítica de erosión V_c:

$$V_c = 6.19 h^{1/6} D_{50}^{1/3}$$

Considerando una profundidad h = 0,16 m resulta V_c = 0,27 m/s, por lo que puede haber transporte de sedimentos durante la crecida, dado que las velocidades son superiores.

No obstante, se emplearán las ecuaciones de cálculo correspondientes a “agua clara” sin transporte de sedimentos, por ser más conservativas.

La metodología propuesta por Lischtyan y Lebediev ha sido desarrollada para cauces sin transporte generalizado, donde la erosión se detiene cuando a raíz de la mayor profundidad de agua, la velocidad de la corriente desciende lo suficiente como para que no se produzca arrastre.

La formulación es la siguiente:

$$h_{si} = \left(\frac{q_i}{4.7 d_s^{0.28}} \right)^{1/(x+1)}$$

Donde:

h_{si} : profundidad de erosión en la vertical “i” de la sección (m)

q_i : caudal específico en la vertical “i” de la sección (m^2/s)

ds : diámetro característico del sedimento (m)

x : coeficiente que depende del tamaño del material del lecho. Para el caso de arenas finas y medias como el presente, el valor de x es de 0.41.

En la formulación tradicional de la fórmula, en vez del factor 4.7 se encuentra un factor igual a 0.68 B , donde B es un coeficiente que depende del período de retorno de la crecida analizada, y las unidades de ds están en metros. Implícitamente se estaría utilizando un período de retorno de 1 año, correspondiente al valor de $B = 4.7 / (0.68 \cdot 1000^{0.28}) = 1.0$. Si por ejemplo se considerara un período de retorno de 50 a 100 años ($B = 0.82$ a 0.77 , respectivamente), la socavación se incrementaría en un factor $(1/B)^{0.71}$, que es igual a 1.18 para 50 años y 1.2 para 100 años.

Para aplicar el método de Lischtvan Lebediev se requieren los siguientes parámetros:

- Caudal correspondiente a la condición de crecida, el cual se supone actúa durante un tiempo suficiente para alcanzar la condición de equilibrio sedimentológico. Se adoptó un caudal de crecida de recurrencia centenaria, igual a $23 m^3/s$, a pesar de que su duración es muy breve debido al pequeño tamaño de la cuenca de aporte.
- Nivel de pelo de agua asociado al caudal (obtenido a través de la modelación matemática). Se adoptó el nivel en la sección obtenido mediante el modelo 2D.
- Diámetro representativo del sedimento (adoptado como $d_s = D_{50} = 0.2 mm$).
- Distribución de caudales en la sección transversal (o velocidades y profundidades).

Dado que en este caso no existe un “cauce” fluvial marcado, sino que el lecho es una superficie prácticamente horizontal en cota -1.0 m MSL, con irregularidades menores causadas por pequeños canales, y que seguramente las acciones de la construcción del puente tenderán a regularizar esta superficie, no se realiza el análisis “por verticales” sino que se consideran las condiciones más conservativas detectadas en la modelización matemática.

Si se divide el caudal total ($23 m^3/s$) por el ancho aproximado de escurrimiento al pie del talud (210 m), se obtiene un caudal específico promedio “ q ” igual a $0.11 m^2/s$.

En cambio, considerando la mayor velocidad obtenida para la crecida centenaria ($1.02 m/s$) y el tirante de agua asociado ($0.16 m$), resulta $q = 0.163 m^2/s$, valor más conservativo, por lo que se lo adopta para el cálculo.

La aplicación de la fórmula resulta en una socavación general $h_s = 0.60 m$.

En cuanto a la **socavación por contracción**, se aplica la formulación de Laursen (1963) recomendada por la HEC-18 para la condición sin transporte generalizado, cuya expresión es:

$$y_2 = \left[\frac{0.025 Q^2}{Dm^{2/3} W^2} \right]$$

$y_s = y_2 - y_0$ = profundidad de erosión media por contracción (m).

y_2 = profundidad de equilibrio en la sección contraída

Q = Caudal (m^3/s)

$Dm = 1.25 D_{50}$

W = ancho del puente menos ancho de pilas (m)

y_0 = profundidad existente en la sección contraída = $h = 0.16$ m

Considerando un ancho $W = 210$ m aproximadamente, $Dm = 0.25$ mm, y el caudal de recurrencia centenaria, resulta $y_2 = 0.33$ m, y la erosión por contracción es y_s 0.17 m.

La suma de la erosión generalizada y por contracción resulta igual a 0.77 m

7.4. SOCALACIÓN LOCALIZADA EN LOS ESTRIBOS DEL PUENTE

La interposición de los estribos en el flujo genera una turbulencia adicional que se suele adicionar a la socavación por contracción. Si bien en este caso la geometría de los estribos es relativamente suave, lo cual reduce la turbulencia, se ha aplicado la ecuación NCHRP propuesta por la HEC-18 para estimar este efecto:

$y_{max} = \alpha_B y_c$ máxima profundidad debido a la erosión por estribo (m)

$y_s = y_{max} - y_0$ máxima erosión por estribo (m)

y_0 = profundidad existente en la sección contraída = $h = 0.16$ m

α_B = factor de amplificación para condiciones sin transporte de sedimentos

y_c = profundidad incluyendo la erosión por contracción = 0.16 m + 0.77 m = 0.93 m.

El valor de α_B se estima mediante la figura 8.11 de la HEC-18 considerando la relación entre el caudal unitario en la sección del puente q_{2f} incluyendo la no uniformidad del flujo, dividido el caudal unitario total en la planicie q_f .

Para este caso particular, se ha estimado:

$$q_{2f} = 1.02 \text{ m/s} \times 0.16 \text{ m} = 0.163 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$q_f = 23 \text{ m}^3/\text{s} / 415 \text{ m} = 0.055 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Resultando } q_{2f} / q_f = 3 \Rightarrow \alpha_B = 1.5$$

La socavación localizada por estribo resulta $y_s = y_{max} - y_0 = 0.93 \text{ m} \times 1.5 - 0.16 \text{ m} = 1.24 \text{ m}$ (se adopta 1.3 m)

7.5. SOCAVACIÓN EN LAS PILAS DEL PUENTE

El mecanismo básico que causa la erosión local al pie de pilas o pilotes es la formación de vórtices en forma de hendidura en la base, por el aumento de nivel en la cara de agua arriba del pilote y la consiguiente deformación del campo de velocidades del flujo, según se muestra en la figura siguiente.

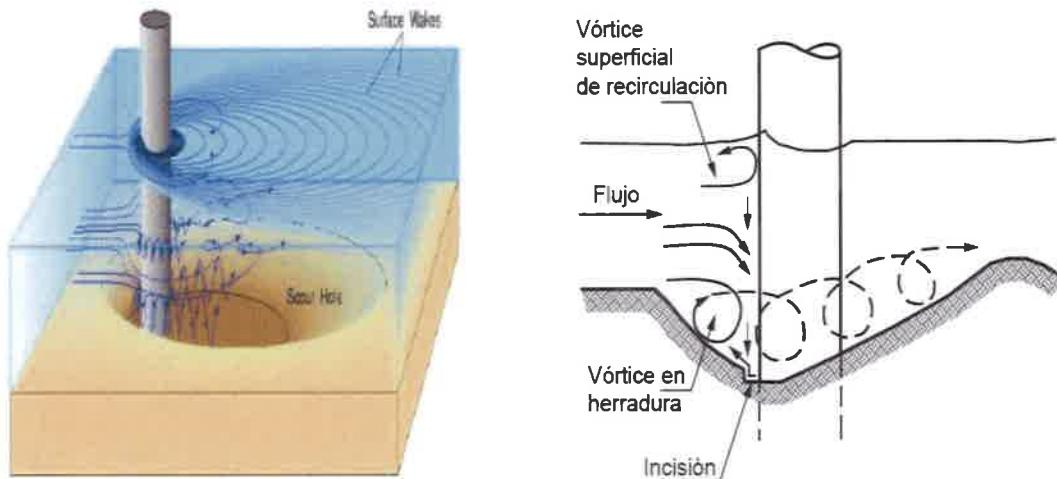


Figura 100 Mecanismo básico que causa la erosión

Este tipo de vórtices remueve el material de alrededor de la base del obstáculo que se interpone al flujo de la corriente. A medida que la erosión alrededor del pilote va aumentando, la potencia del vórtice va disminuyendo, por lo que la capacidad de remoción se ve disminuida, hasta llegar a una situación de equilibrio.

Para corrientes que tienen capacidad de movilizar sedimentos del lecho, el equilibrio se produce cuando el material que es aportado iguala al que resulta removido por el vórtice. En corrientes sin arrastre de sedimentos del lecho, el equilibrio se produce cuando la tensión tangencial causada por el vórtice es igual a la tensión crítica de las partículas que componen el sedimento.

La metodología aplicable fue desarrollada por Richardson et. al (1975-1988) para CSU (Colorado State University) y fue adoptada por la FHA (Federal Highway Administration) de los Estados Unidos de Norteamérica (Richardson, E.V., Simmons, D.B., y Julien, P., 1990), resultando la ecuación 7.1 de la HEC-18, válida para pilas simples en cauces con lechos de materiales sueltos (arenas).

$$\frac{y_s}{y_1} = 2 * K_1 * K_2 * K_3 * \left(\frac{a}{y_1}\right)^{0.65} * Fr_1^{0.43}$$

donde

y_s = Profundidad de erosión (m).

y_1 = Profundidad del flujo agua arriba de la pila (m).

K_1 = Factor de corrección por la forma de la nariz del pilote.

K_2 = Factor de corrección por ángulo de ataque del flujo $K_2 = (\cos(\theta) + \frac{L}{a} \sin(\theta))^{0.65}$.

K_3 = Factor de corrección por las condiciones del lecho.

a = Ancho del pilote (m).

L = Longitud de la pila (m).

F_{r1} = Número de Froude inmediatamente agua arriba de la pila $F_{r1} = \frac{V_1}{\sqrt{g * y_1}}$

V_1 = Velocidad media del flujo inmediatamente agua arriba de la pila (m/s).

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

θ = Ángulo de ataque del flujo.

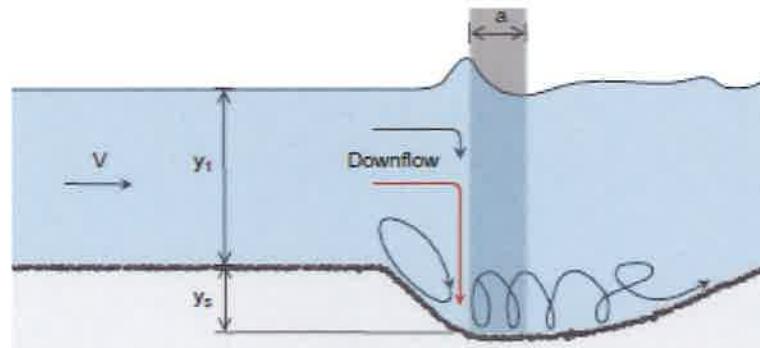
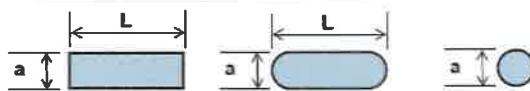


Figura 101 Definición de variables para la socavación en un pilote individual

Los factores de corrección K_1 , K_2 , y K_3 , se consignan en las siguientes tablas.

Tabla 17 Factor de corrección K_1 , por la forma de la nariz del pilote.

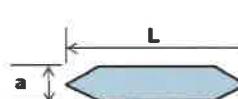
Factor de corrección	
Forma de la Nariz	K_1
Cuadrada	1.1
Redondeada	1.0
Cilíndrico	1.0
Grupo de Cilindros	1.0
Aguda	0.9



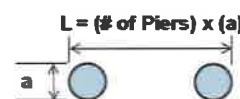
(a) Square Nose

(b) Round Nose

(c) Cylindrical



(d) Sharp Nose



(e) Group of Cylinders
(see Multiple Columns)

Figura 102 Formas más comunes de nariz de pilotes

Tabla 18 Factor de corrección K2, para ángulo de ingreso de ingreso del flujo al puente

Ángulo	L/a=2	L/a=4	L/a=8	L/a=12
0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.3	1.6	2.1	2.5
30	1.5	2.0	2.75	3.5
45	1.6	2.3	3.3	4.2
90	1.6	2.5	3.9	5.0

Tabla 19 Factor de corrección K3, por las condiciones del lecho

Condiciones del Lecho	Altura de dunas (m)	K ₃
Erosión con agua clara	No aplicable	1.1
Lecho plano y antidunas	No aplicable	1.1
Pequeñas dunas	3.0 > H > 0.6	1.1
Dunas medianas	9.0 > H > 3.0	1.1 a 1.2
Dunas Grandes	H < 9.0	1.3

El factor de corrección K₁ sólo se aplica si el ángulo del flujo con la pila es inferior a 5°, si el ángulo es mayor, se emplea el factor K₂ y se considera K₁ = 1. Si L/a > 12 se adopta el valor para 12 como máximo.

La profundidad de erosión normalizada con el ancho, se define de forma tal de tener en cuenta los casos de pilas de pantalla no alineadas respecto al flujo, a través de la ecuación:

$$b_e = (b \cos \theta + L \operatorname{sen} \theta)$$

Si bien diversos autores señalan que la erosión máxima se produce para una velocidad del escurrimiento igual a la crítica, descendiendo luego ligeramente para luego recuperar ese nivel ante velocidades elevadas, de acuerdo a Melville ("Live-bed scour at bridge piers", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Melville, B.W., 1984), ello es válido únicamente para sedimentos gruesos (diámetro mayor a 0.7 mm).

En resumen, se puede considerar que la formulación a ser aplicada resulta en una estimación conservativa de la socavación.

En el presente caso, se adopta K₁ = K₂ = 1 y K₃ = 1.1

El ancho de los pilotes es a= 1.8 m.

Con la velocidad máxima resultante de la modelación matemática 1.02 m/s y el tirante igual a 0,16 m, el número de Froude es igual a 0.814.

La aplicación de la formulación para la crecida pluvial de recurrencia centenaria resulta en una socavación localizada ys = 1.55 m.

Por otro lado, la Publicación Updating HEC-18, "Pier Scour Equations for Noncohesive Soils" (2016), presenta una revisión de la habilidad de la formulación propuesta para predecir la erosión en pilas individuales, utilizando un índice de error relativo RE que representa la diferencia entre la profundidad de erosión predicha y la medida, normalizada con la profundidad medida, y un índice de desvío estándar de las diferencias entre predicciones y medidas, normalizadas.

La conclusión alcanzada luego de analizar casi 600 observaciones (de laboratorio y de campo) es que la formulación en general sobreestima la socavación medida, lo cual no es de sorprender, puesto que es una formulación de diseño que busca ser razonablemente conservativa.

En la publicación se propone una ecuación ajustada que se denomina HN/GC (Hager Number/Gradation coefficient) la cual utiliza el número de Hager definido como:

$$H = \frac{V_1}{\sqrt{g(S_g - 1)D_{50}}}$$

Donde:

V_1 = velocidad del flujo (m/s) = 1.02 m/s

S_g = gravedad específica (en este caso se adoptó 2.65)

Considerando $D_{50} = 0.2$ mm, resulta $H = 17.9$

La socavación se calcula con la siguiente ecuación:

$$\frac{y_s}{a^{0.62} y_l^{0.38}} = 1.32 K_1 K_2 K_3 \left[\tanh \left(\frac{H^2}{1.97 \sigma^{1.5}} \right) \right]$$

Aplicando los parámetros definidos, resulta $y_s = 1.04$ m, menor al obtenido con la formulación original de la HEC-18, la cual se adopta.

Por otro lado, se realizó una verificación de la socavación localizada utilizando los valores de velocidad y profundidad que se obtuvieron mediante la modelación matemática para la condición de media marea bajante en una marea extrema con puente (Escenario 4). La velocidad de marea es igual a aproximadamente 0.30 m/s (ver Figura 73), y se produce con un nivel de agua igual al nivel medio del mar (0 m MSL), por lo cual la profundidad máxima en la posición de las pilas se puede estimar como 1.2 m.

Con estos parámetros el número de Froude es igual a 0.09 y la socavación localizada que se obtiene es resulta $y_s = 1.21$ m menor a la obtenida para la crecida centenaria.

En resumen, el valor de socavación localizada en pilas más conservativo se obtiene para la crecida pluvial de recurrencia centenaria: $y_s = 1.55$ m.

7.6. SOCAVACIÓN COMBINADA EN LAS PILAS DEL PUENTE

La socavación total alrededor de las pilas del puente se puede estimar redondeando valores al decímetro, como la suma de la socavación generalizada (0.2 m), por contracción (0.6 m) y localizada (1.6 m), resultando igual a 2.4 m.

7.7. ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y DEFINICIÓN DE LA COTA DE SOCAVACIÓN TOTAL EN LA SECCIÓN DEL PUENTE

En los párrafos previos se determinaron los siguientes espesores aproximados de socavación:

- Erosión generalizada y por contracción: 0.8 m
- Erosión localizada en las pilas: 1.6 m
- Erosión localizada en inmediaciones del estribo, sin afectar a la pila adyacente: 1.3 m

La cota mínima del lecho actual es aproximadamente igual a -1.2 m MSL, pero existe un canal de desagüe pluvial que pasa en cercanías de la margen Norte, cuyo ancho es del orden de 8 a 15 metros y su profundidad de unos 30 cm, el cual será interrumpido por el estribo (ver Figura 103). Es muy probable que ante esta situación el flujo de crecidas pluviales se recanalice en una traza aleatoria pero que probablemente erosione más la zona adyacente al estribo.

A los efectos de mantener este flujo lo más controlado posible, y reconstruir este drenaje que facilita en parte la navegación de las embarcaciones pequeñas durante una parte del ciclo de mareas, resulta conveniente excavar una pequeña canalización de similares dimensiones, la que tentativamente podría pasar entre las progresivas 610 y 620.



Figura 103 Morfología del lecho con canal pluvial existente

No obstante, siguiendo las recomendaciones de la HEC-18, se debe tener en cuenta que durante la vida útil del puente este canal podría sufrir cambios morfológicos tendiendo a aumentar su curvatura, por lo que podría afectar (en principio) cualquier sector del puente. En consecuencia, la cota del lecho a considerar previa a la socavación, no es la cota del lecho actual mínima en la sección del puente igual a -1.2 m MSL, sino que debe restarse 30 cm más por la fluctuación del canal de desagüe pluvial, resultando igual a -1.5 m MSL.

La cota del lecho erosionado en la zona de las pilas resulta: $-1.5 \text{ m} - 2.4 \text{ m} = -3.9 \text{ m MSL}$.

La cota del lecho erosionado en la zona del estribo resulta: $-1.5 \text{ m} - 1.3 \text{ m} = -2.8 \text{ m MSL}$.

Teniendo en cuenta los márgenes de incertezas de las formulaciones aplicadas y la variabilidad de los sedimentos, se recomienda adoptar -4.0 m MSL en las pilas y -3.0 m MSL en los estribos.

8. REFERENCIAS

CEM, *Coastal Engineering Manual*, U.S. Army Corps of Engineers, 2008.

Maryland State Highway Administration (2015) Manual for Hydrologic and Hydraulic Design, 2015 Revision Chapter 10 – Bridges. Appendix A "Hydraulics of Tidal Bridges"

Melville, B.W., and Chiew, Y.M. (1999) "Time scale for local scour at bridge piers." *Journal of Hydraulic Engineering*, 125(1), 59-65.

Melville, B.W. (1997) "Pier and abutment scour-an integrated approach." *Journal of Hydraulic Engineering*, 123(2), 125-136.

Melville, B.W., and Sutherland, A.J. (1988) "Design method for local scour at bridge piers." *Journal of Hydraulic Engineering*, 114(10), 1210-1226.

Melville, B.W. (1984) "Live Bed Scour at Bridge Piers." *J. Hydraulic Engineering*, Vol. 110, No. 9, pp 1234-1247.

Melville and Coleman (2000). Bridge Scour. Water Resource Publication (WRP), LLC

National Cooperative Highway Research Program (2010), "Estimation of Scour Depth at Bridge Abutments," NCHRP Project 24-20, Draft Final Report, Transportation Research Board, National Academy of Science, Washington, D.C. (Ettema, R., T. Nakato, and M. Muste).

Parchure, T.M., Mehta, A.J., Erosion of soft cohesive sediment deposit. *Journal of Hydraulic Engineering* 111 (10), 1308–1326, DOI:[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1985\)111:10\(1308\).](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1985)111:10(1308).) 1985

Partheniades, E. Erodibility of Channels with Cohesive Boundary. *Journal of the hydraulics Division, ASCE*, 96, N. HY3, 755-771. 1970

Richardson, E.V., Simmons, D.B., and Julien, P., 1990, "Highways in the River Environment", FHWA-HI-90-016, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.

Sheppard, D. Max, Mufeed Odeh and Tom Glasser (2004), "Large Scale Clearwater Local Pier Scour Experiments", *J. Hydr. Engrg.*, ASCE, 130, No. 10, 957-963.

Shore Protection Manual, U. S. Army Corps of Engineers, 1984

SIRGAS Autoridad Nacional de Administración de Tierras. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Departamento de Geofísica y Estudios Especiales. Escuela y Reunión SIRGAS 2013. Monitoreo de Mareas en los Litorales Pacífico y el Caribe, de las Costas Panameñas. Rolando Velásquez

Thorn, M.F.C. y Parsons J.G. Erosion of Cohesive Sediment in Estuaries. Third International Sym. on Dredging Technology, Bordeaux, pp. 349-358. 1980

U.S. Department of Transportation (2012) "Evaluating Scour at Bridges. Fifth Edition", *Hydraulic Engineering Circular No. 18* Pub. No. FHWA-HIF-12-003. FHWA, Washington DC.

U.S. Department of Transportation (Octubre 2016) Updating HEC-18, "Pier Scour Equations for Noncohesive Soils" Publicación No. FHWA-HRT-16-045. FHWA, Washington DC.

Van Rijn, Leo. C. *Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas*, Aqua Publications. 1993

423

**RESPUESTA A LA NOTA DEIA-DEEIA-AC-0164-0610-2021
PRIMERA ACLARATORIA AL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA III**

**PROYECTO:
“ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO
PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3 – CALZADA
DE AMADOR”**

**UBICACIÓN:
Corregimientos de El Chorrillo y Ancón
Distrito de Panamá
Provincia de Panamá**

**PROMOTOR:
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**




**LILLIAN BERNARD B.
ING. EN MANEJO AMBIENTAL
CONSULTORA AMBIENTAL
IRC-018-2008**

TOMO 2/2

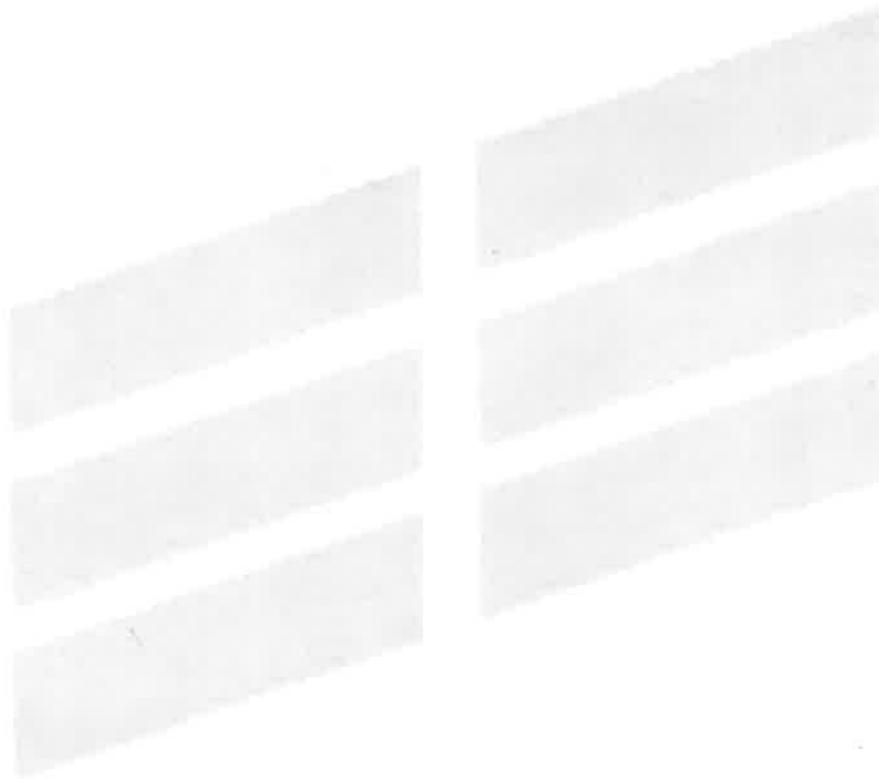

12/NOV/2021 11:57PM



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

RESPUESTA A LA NOTA DEIA-DEEIA-AC-0164-0610-2021
ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3- CALZADA
DE AMADOR" PROVINCIA DE PANAMÁ.

ANEXO 06. ESTUDIO GEOTÉCNICO



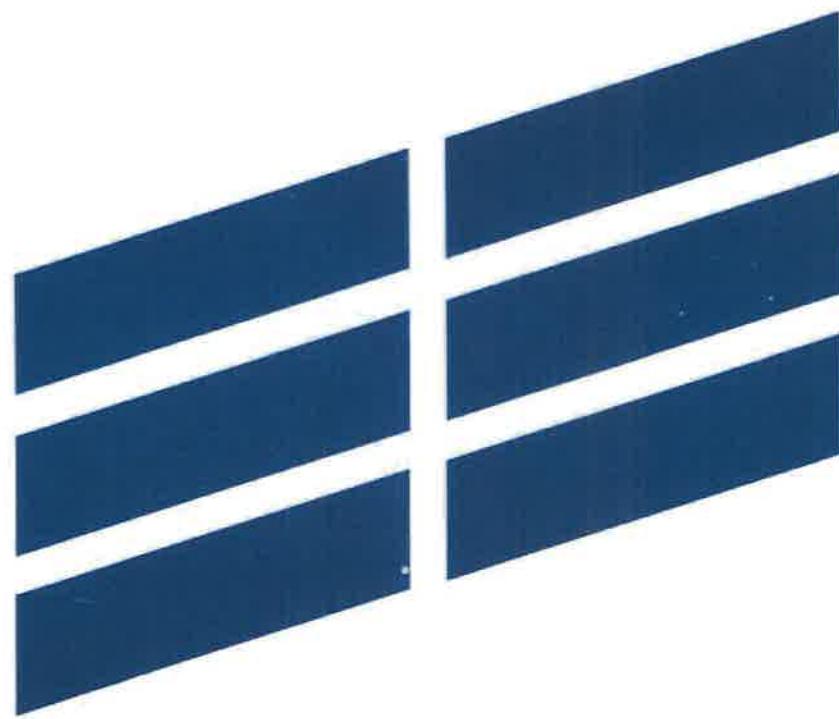
FUNDADA
EN
1973

TECNILAB, S. A.

UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

48
Años

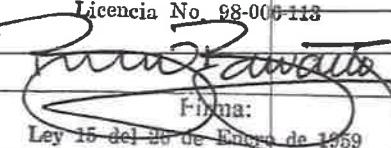


FUNDADA
EN
1973

TECNILAB, S. A.

UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

 <p>TECNILAB, S.A. FUNDADA EN 1952 UNA EMPRESA E. BARRANCO Y AGOC, S.A. LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES</p>	 <p>Constructora Urbana, S.A.</p>
PROYECTO INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3 – CALZADA DE AMADOR	
INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	
TRABAJO No.: 4-721	

Rev.	Fecha de Inscripción	Descripción	Compilado por	Revisado por	Presentado por
A	-	Informe Final			
			V. Oses	B. Barranco	B. Barranco
			25-9-21	25-9-21	25-9-21
			Fecha	Fecha	Fecha
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> BRUNO RAMSES BARRANCO J. INGENIERO CIVIL Licencia No. 98-000-113  Firma: Ley 15 del 20 de Junio de 1969 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura </div>					



INDICE

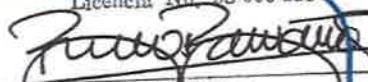
I. INFORME	Páginas
1. Objetivo	1
2. Localización	1
3. Trabajo Realizado	1-6
4. Resultados	6-12
5. Recomendaciones.....	13-14
6. Apendice	14
A. Detalle de Localización	2 hojas
B. Estratigrafía	2 hojas
C. Reporte General de Sondeos	264 hojas



BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 98-006-113



Kirma:

Ley 15 de 26 de Enero de 1990

Junta Técnico de Ingeniería y Arquitectura

INFORME SOBRE INVESTIGACION DE SUELOS

Trabajo No.: 4-721

Fecha: SEPTIEMBRE 2021

Proyecto: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3 – CALZADA DE AMADOR

Cliente: CONSTRUCTORA URBANA, S.A.

1.- OBJETIVO: El propósito de esta investigación fue el determinar las condiciones del subsuelo existente en el área, con el fin de obtener la información necesaria para el diseño de los cimientos del proyecto “Interconexión Cinta Costera 3 – Calzada de Amador”.

2.- LOCALIZACIÓN: La investigación fue realizada en Ciudad de Panamá, Provincia de Panamá, República de Panamá. En el Apéndice “A”, **Detalle de Localización**, se muestra la ubicación general del sitio y la posición de cada perforación.

3.- TRABAJO REALIZADO: La investigación consistió en quince (15) perforaciones, las cuales fueron realizadas con equipo mecánico rotativo. Además, se realizó la descripción visual de los suelos encontrados, por estrato; se efectuaron pruebas de penetración estándar (ASTM D 1586) a cada 1.50 metros, para obtener la capacidad de soporte de los suelos; a las muestras recuperadas se les determinó la humedad natural (ASTM D 2216); a los testigos de roca recuperados se les realizó su descripción geológica se les determinó su RQD, densidad y se realizaron ensayos de compresión simple (ASTM D 7012).

También, se obtuvieron muestras inalteradas por medio de tubos de pared delgada tipo Shelby, en los hoyos No. AMA-1, AMA-3, CHO-1, N-4, N-7 Y N-8, las muestras fueron obtenidas como se indica en el ASTM D 1587.

Las perforaciones realizadas con el equipo mecánico rotativo alcanzaron la profundidad entre 10.00 m (Hoyo No. CHO-1) y 39.00 m (Hoyo No. N-8).

En el Apéndice “C”, “**Reporte General de Sondeos**”, se presenta en detalle la información obtenida en la investigación, en cada una de las perforaciones realizadas; también se muestra gráficamente los **Resultados de las Pruebas de Penetración (S.P.T.)**, y el **Contenido Natural de Humedad (%)**, en donde se indica la humedad de los suelos existentes en el sitio, a las distintas profundidades de las pruebas de penetración, el Apéndice “B”, **Estratificación General**, muestra gráficamente la estratificación encontrada en el área investigada, el Apéndice “C”, **Reporte General de Sondeos**, muestra la información concerniente a las muestras de rocas obtenidas, incluyendo la densidad, la compresión axial y

los resultados del índice de calidad de la roca (RQD), **Pruebas de Campo y Pruebas de Laboratorio**, muestra las pruebas realizadas a las muestras de suelo y roca. El siguiente cuadro No1. Muestra las cantidades de todas las pruebas realizadas.

CUADRO No.1: LISTADO DE CANTIDADES DE LA PRUEBA DE LABORATORIO

No.	ENSAYO DE LABORATORIO	NORMA	CANTIDAD
1	Contenido Natural de Humedad	ASTM D 2216	66
2	Ánálisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D 6913	9
3	Ánálisis Granulométrico por Hidrómetro	ASTM D 422	6
4	Límites Líquido y Plástico	ASTM D 4318	9
5	Gravedad Específica / Specific Gravity	ASTM D 854	8
6	Consolidación	ASTM D 2435	5
7	Triaxial Consolidada No drenado/ Consolidated Undrained Triaxial (CU)	ASTM D 4767	2
8	Corte Directo Consolidado Drenado (CD)	ASTM D 3080	5
9	Compresión Simple en Rocas / Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens	ASTM D 7012	62
10	Ensayo de carga Puntual	ASTM D 5731	1
11	Ensayo con Presiómetro / Pressuremeter Test	ASTM D 4719.	4
12	Ensayo Downhole / Seismic Downhole Test	ASTM D 7400	1



615

La profundidad de las perforaciones y las longitudes de perforación en suelo y roca fueron como se indica en el siguiente cuadro:

CUADRO No.2: RESUMEN DE LAS PERFORACIONES

HOYO No.	TOTAL PERFORADO (m.)	PERFORACIÓN EN SUELO (m.)	PERFORACIÓN EN ROCA (m.)	PRUEBAS SPT (c.u.)	TUBOS DE FORRO (m.)
CHO-1	4.25	3.20	1.05	2	7.50
AMA-1	18.80	18.80	—	10	15.00
AMA-3	17.30	17.30	—	6	20.00
AMA-5	17.75	16.05	1.7	8	19.50
1K+100	26.45	11.62	14.83	7	—
N-1	20.30	2.55	17.75	2	12.00
N-2	20.50	7.26	13.24	3	12.00
N-3	20.50	4.50	16	3	15.00
N-4	23.50	5.85	17.65	3	13.50
N-5	23.60	9.66	13.94	6	15.00
N-6	29.87	9.31	20.56	3	12.00
N-7	24.90	13.03	11.87	4	12.00
N-8	33.90	21.04	12.86	9	23.00
C-1	23.40	0.93	22.47	1	10.50
C-2	23.85	0.50	23.35	1	—
TOTAL	328.87	141.60	187.27	68	187.00

Adicionalmente, se realizaron cuatro (4) ensayos de presíometro, según lo indicado en el ASTM D 4719, estas pruebas fueron realizadas en los hoyos No. N-1,N-2,N-3 y N-4. De los ensayos presiodilatométricos se obtiene una respuesta esfuerzo- deformación del terreno "in situ", de manera que se pueda calcular el módulo de deformación presiométrico y demás parámetros necesarios para una buena caracterización del terreno.

En el caso de los ensayos realizados en rocas, el ensayo presiométrico permite disminuir notablemente el efecto escala que se produce, respecto a los ensayos de laboratorio convencionales, en función principalmente, del grado de fracturación del terreno, inhomogeneidades, etc.

En determinadas condiciones, en las que no se requiera sobrepasar una determinada presión, ni una deformación límite para la camisa elástica del presíometro, se puede alcanzar la presión de fluencia y un tramo de la curva carga-deformación, correspondiente al comportamiento plástico del terreno, se pueden estimar las siguientes características

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 98-006-118


Firmado
Página 359 de 683

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

geotécnicas del terreno: cohesión, ángulo de rozamiento interno, y K_0 ; en función de los datos disponibles.

Como resultado de un ensayo presiodilatométrico, se puede obtener, en el caso más favorable, una gráfica como la que se muestra en la Figura N° 1. En ella se pueden distinguir las etapas siguientes de deformación:

- Adaptación de la camisa al sondeo.
- Deformación elástica.
- Deformación plástica.
- Rotura del terreno

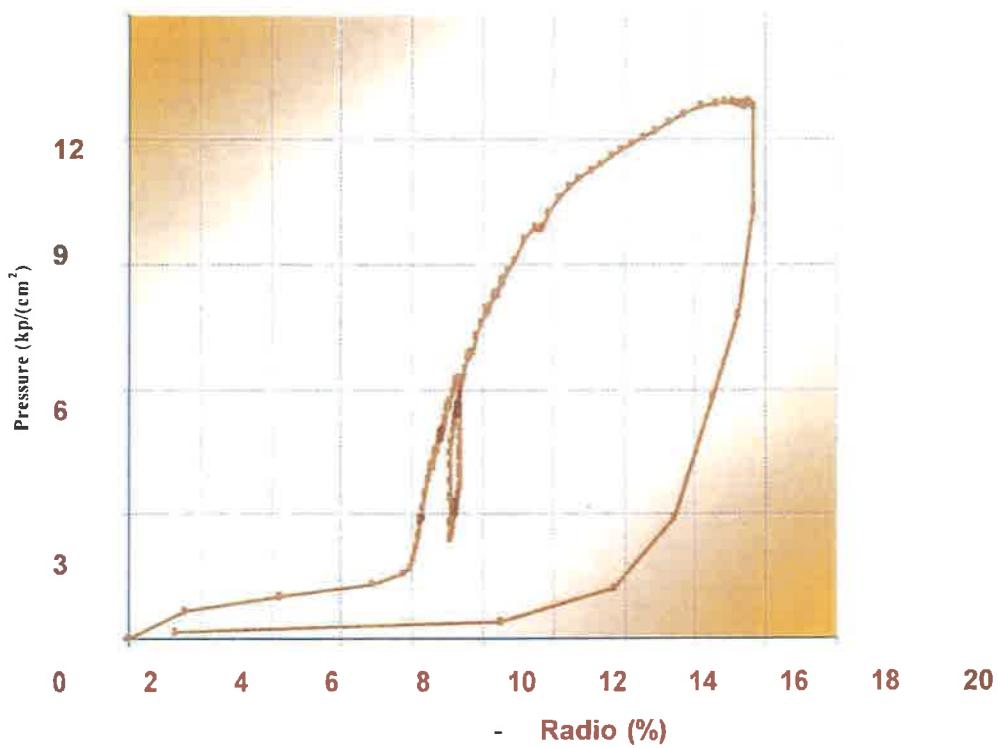
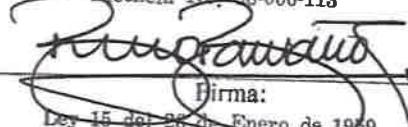


Figura N° 1.- Typical Failure Curve of a Pressuredilatometric Test

Los resultados se presentan en el Apéndice "C", **Reporte General de Sondeos**. La siguiente tabla muestra los resultados del ensayo con presímetro

BRUNO RAMSES BARRANCO J.	
INGENIERO CIVIL	
Licencia N° 98-006-113	
	
Firma:	
Ley 15 del 26 de Enero de 1969	
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura	

CUADRO No.3: RESUMEN DE LAS ENSAYO DE PRESIÓMETRO

Sondeo/ Borehole No.	Profundidad/ depth (m)	Descripción/ Description	Módulo presiometrico de carga / Presiometric Modulus Ep(Initial) (MPa)	Módulo presiometrico de carga- recarga / Unload- Reload Presiometric Modulus EpCYCLE(MPa)	Presión de Fluencia / Field Pressure Py(MPa)	Presión límite / Limit Pressure PL (Mpa)
N-1	22.12m	TOBA CINERÍTICA CON INTERCALACIONES DE ARENISCA TOBÁCEA (ROCA SANA)	1933.00	4128.00	6.5	11.5
N-2	18.62	TOBA CINERÍTICA CON INTERCALACIONES DE ARENISCA TOBÁCEA (ROCA SANA)	2068.00	5302.00	6.5	11.5
N-3	23.62	TOBA CINERÍTICA (ROCA SANA)	2238.00	5303.00	8	14.6
N-4	26.62	TOBA CINERÍTICA (ROCA SANA)	2276.00	3496.00	8	14.6

En el hoyo No. 1K+100, se realizó un ensayo downhole, basado en el ASTM D 7400. El método consiste en utilizar un geófono diseñado para ensayos de este tipo, el cual está conectado a un sismógrafo, por medio del cual se obtiene los registros de la velocidad de ondas "P" y "S".

Las ondas "S" o cortantes, se generan golpeando un tablón de madera lateralmente y las ondas "P", se generan por medio de una placa de metal, la cual se golpea verticalmente. El geófono, es colocado a intervalos de 1.00 m, a partir de los 1.00 metros de profundidad, hasta llegar a los 20.00 m de profundidad.

Para optimizar los resultados de velocidad de onda y simular la condición natural del sitio, al instalar la camisa de PVC se rellena con una mezcla de bentonita y cemento el espacio anular que se encuentra entre esta y las paredes del sondeo.

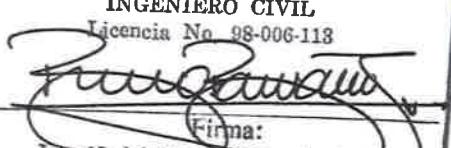
El procesamiento de data será realizado utilizando el programa Pick Win, fabricado por Geometrics.

Una vez analizadas las gráficas obtenidas del ensayo de Downhole en el sondeo No. 1K+100, para los diferentes intervalos, se observó que los tiempos de llegada de la onda "S" al geófono, oscilan entre 14.70 y 72.20 ms (mili segundos), lo cual, dependiendo de la profundidad y el tipo de material en el que se encuentra el geófono, presenta velocidades que van desde 208.3 m/s a 454.5 m/s.

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 98-006-113



Firma:

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

5



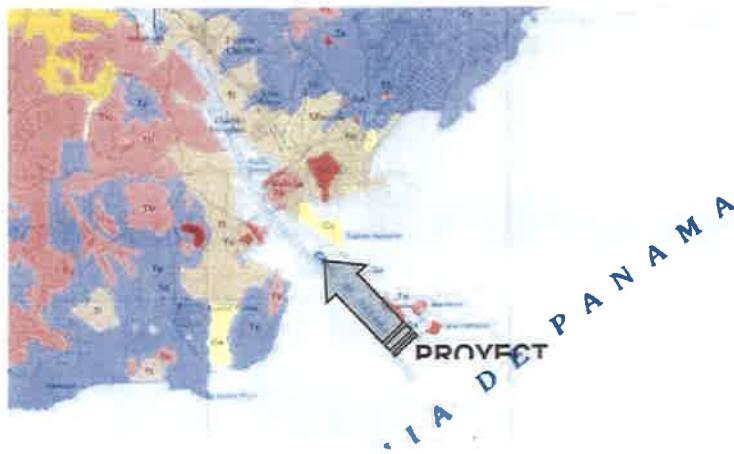
Con los resultados obtenidos, se procedió a confeccionar el perfil sísmico del sitio, para el mismo se analizaron las velocidades obtenidas por medición directa, comparándola con el tipo de material y las velocidades que estos normalmente tienen.

Con estos valores se obtuvo que la velocidad de onda cortante (V_s) fue de 280.10 m/s.

En el Anexo "C" "Reporte General de Sondeos", se muestran las velocidades para cada intervalo además de los cálculos para la obtención de la velocidad de onda cortante para el cual se utilizaron los veinte (20) intervalos analizados.

4.- RESULTADOS: El área estudiada está compuesta entre las Formaciones:

- Qa: Sedimentos Holocenos, no diferenciados, principalmente aluvión o relleno.
- Formación La Boca: Mioceno inferior. Esquitos arcillosos, lutitas, areniscas, tobas y caliza.



MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Undivided Holocene sediments, principally alluvium or fill	Qa	Sedimentos Holocenos, no diferenciados, principalmente aluvión o relleno
La Boca Formation, early Miocene Mudstone, siltstone, sandstone, tuff and	Ti	Formación La Boca. Mioceno inferior. Esquitos arcilloso, lutita, arenisca, toba

LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO

En la estratigrafía del área se caracterizó por los siguientes estratos:

Sondeo N-1 A N-8:

- **Arcilla Orgánica:** contiene restos de conchas. consistencia suave, plasticidad media, contenido natural de humedad bajo a alto. color gris verdoso. estructura homogénea, contenido medio a alto de materia orgánica.
- **Arena Limosa (SM):** consistencia suave, plasticidad baja y contenido natural de humedad medio. color gris oscuro con vetas blancas.

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia N° 08-006-113

08-006-113-083

Nitma:

Ley 15 del 28 de Enero de 1960



- **Suelo Residual compuesto entre Limo Arenoso y Limo con arena:** de color chocolate con manchas anaranjadas y amarillentas, con fragmentos de roca, con tamaños de 0.20 m, de morfología subangulosos y angulosos, húmedo, plasticidad baja, consistencia firme, estructura heterogénea, con contenido de materia orgánica media. en contacto subyacente con roca moderadamente meteorizada y ligeramente meteorizada
- **Roca Meteorizada:** corresponde a **Toba cinerítica, lutita:** de textura clástica, de estructura estratificación horizontal, de matriz grano fino, tobácea de color gris oscuro con algunas tonalidades celestosas. dureza: moderadamente suave (RH-2). poca recuperación del testigo. fracturas con ángulo de 70° y 80°, subverticales. de superficie planas, ligeramente rugosas, cerradas y moderadamente cerradas. El espaciado entre fracturas varía entre 0.08 y 0.15 m.
- **Roca Sana:** de textura clástica, de estructura estratificada horizontal, gradada, de matriz grano fino a medio, tobácea de color gris oscuro con algunas tonalidades celestosas. dureza: moderadamente suave (RH-2), buena recuperación. fracturas con ángulos de 50°, 60° y 80°, subverticales. de superficie planas, rugosas, ligeramente rugosas, moderadamente abiertas y moderadamente cerradas. con relleno de arcilla (gris verdoso), calcita relacionada a rellenos entre fracturas. El espaciado entre fracturas varía entre 0.10 y 0.21 m.

Sondeo CHO-1:

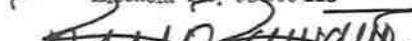
- **Arcilla Orgánica:** consistencia suave, plasticidad media, contenido natural de humedad bajo. color gris oscuro con tonos verdosos.
- **Suelo Residual:** compuesto por limo arenoso (contacto subyacente con la meteorizada), contiene fragmentos de roca de hasta 2-3 cm, de morfología subangulosos y subredondeados. consistencia dura, plasticidad baja a media, contenido natural de humedad. color chocolate oscuro con manchas amarillentas. contenido de materia orgánica poco a medio.
- **Roca Meteorizada:** fragmentos de roca (contacto con el macizo rocoso), roca ligeramente meteorizada. color chocolate oscuro, con fragmentos hasta de 5 cm de longitud máxima. con grado de fracturamiento triturado a muy fracturada. dureza rh-1 a RH-2 (roca suave a moderadamente suave). poca recuperación. no se miden ángulos por abundante fracturamiento mecánico.

Sondeo AMA-1 A AMA-5:

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia N° 08-006-113



Firma:

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

TECNILAB, S.A.



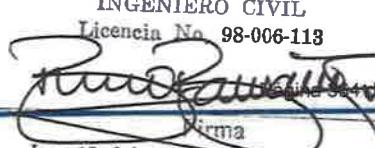
- **Arcilla Orgánica:** a medida que profundiza se encuentran pasadas de arena. consistencia suave a firme, plasticidad media, contenido natural de humedad medio. color gris verdoso. estructura homogénea.
- **Limo Arcilloso:** consistencia firme, plasticidad baja a media, contenido natural de humedad bajo a medio. color chocolate con vetas amarillentas y con manchas gris oscuro.
- **Suelo Residual compuesto por Limo Arenoso, Limo Arcilloso y Limo:** de color gris oscuro con pintas blancas, con fragmentos de roca, con tamaños de 0.04 - 0.06 m, de morfología subredondeados y subangulosos, húmedo, plasticidad baja a media, consistencia firme, estructura heterogénea, con contenido de materia orgánica media.
- **Roca Meteorizada:** Posible toba, con leve circulación de agua. roca moderadamente fracturada. de textura clástica, de estructura cementada, estratificación horizontal, de matriz grano fino, tobácea de color chocolate claro. dureza: suave a moderadamente suave (RH-1 a RH-2). poca recuperación del testigo, lavado por la perforación. no se miden ángulos por abundante fracturamiento mecánico.
- **Sondeo C-1 Y C-2:**
- **Cantos Y Boulders:** de origen basálticos y andesíticos, de color gris claro, de textura porfídica, estructura masiva, de grano fino a medio. presentan trozos de hasta 50 cm de longitud máxima, de morfología subangulosos y subredondeados. dureza RH-3 a RH-4 (moderadamente dura a dura). no se observa continuidad entre las fracturas.
- **Arena Limosa (SM):** compacidad suelta, plasticidad media para la fracción fina, contenido natural de humedad. color gris oscuro.
- **Roca Meteorizada:** Compuesta por Arenisca Tobácea y Microconglomerado; roca moderadamente fracturada; de color chocolate claro; dureza: moderadamente suave (RH-2). Fracturas con ángulos de 20°, 30°, 40°, 60° y 80°; de superficie planas, escalonadas, ligeramente rugosas, cerradas y moderadamente cerradas; con óxidos de color chocolate amarillento y negruzcos; con relleno de limo arenoso y patinas de manganeso. el espaciado entre fracturas varía entre 0.05 y 0.06 m.

Roca Sana: Compuesta por Microconglomerado y Tobas Lapilli; poco fracturada; de textura piroclástica, de estructura masiva, con fragmentos de hasta 2 - 4 cm de longitud máxima, de color rojizos, negruzcos, verde oscuro, gris claro, violáceos, de morfología subredondeados, subangulosos, angulosos y algunos alargados, de matriz tobácea de color gris con tonos verdosos. Dureza: moderadamente suave

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia N° 98-006-113


Número 344 de 683

Número 344 de 683
Firma

Ley 15 del 26 de Enero de 1950



(RH-2), fracturas con ángulos de 20°, 30°, 40° y 60°; de superficie planas, escalonadas, rugosas, ligeramente rugosas y cerradas. El espaciado entre fracturas varía entre 0.05 y 0.20m.

El siguiente cuadro muestra el resumen general de resultados obtenidos en las pruebas de compresión.

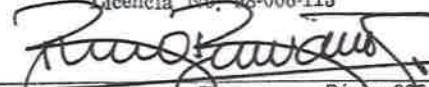
CUADRO No.4: RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE LABORATORIO DE ROCA

SONDEO No	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION	DENSIDAD g/cm ³	ESFUERZO A COMPRESION		RQD
					kg/cm ²	MPa	
N-1	1	15.08 - 15.35	TOBA CINERITICA	2.44	114.24	11.20	47
	2	16.65 - 16.95	TOBA CINERITICA	2.38	45.33	4.45	63
	3	19.30 - 19.50	TOBA CINERITICA	2.43	116.35	11.41	78
	4	20.93 - 21.20	TOBA CINERITICA	2.44	88.96	8.72	77
	5	22.46 - 22.75	TOBA CINERITICA	2.44	65.28	6.40	63
	6	24.27 - 24.95	TOBA CINERITICA	2.46	83.98	8.24	86
N-2	1	15.63 - 15.90	TOBA	2.33	48.95	4.80	16
	2	18.31 - 18.59	TOBA CINERITICA	2.35	72.60	7.12	57
	3	20.00 - 20.22	TOBA CINERITICA	2.37	58.59	6.73	67
	4	21.72 - 22.00	TOBA CINERITICA	2.41	47.64	4.67	84
	5	23.66 - 23.88	TOBA CINERITICA	2.45	168.35	16.51	87
	6	25.71 - 25.92	TOBA CINERITICA	2.45	97.10	9.52	87
N-3	1	15.47 - 15.78	ARENISCA	2.64	111.70	10.95	59
	2	19.03 - 19.34	TOBA CINERITICA CON INTERCALACIONES DE LUTITA	2.39	69.10	6.78	43
	3	20.31 - 20.56	TOBA CINERITICA	2.58	30.22	2.96	59
	4	22.00 - 22.21	TOBA CINERITICA	2.33	52.35	5.13	87
	5	23.92 - 24.08	TOBA CINERITICA	2.33	34.68	3.40	87
N-4	1	16.39 - 16.62	TOBA	2.21	22.87	2.24	18
	2	18.51 - 18.73	MICROCONGLOMERADO	2.28	32.85	3.22	27
	3	19.97 - 20.18	TOBA CINERITICA	2.64	52.00	5.10	25
	4	22.84 - 23.14	TOBA CINERITICA	2.34	139.96	13.73	34
	5	24.67 - 24.98	TOBA CINERITICA	2.35	137.88	13.52	16
	6	26.12 - 26.37	TOBA CINERITICA	2.44	100.99	9.90	37
	7	28.47 - 28.65	TOBA CINERITICA	2.50	101.08	9.91	24
N-5	1	18.42 - 19.06	TOBA CINERITICA	2.77	29.61	2.90	15
	2	20.15 - 20.57	TOBA CINERITICA	2.30	66.34	6.51	51
	3	25.50 - 25.71	LUTITA CON INTERCALACIONES DE TOBAS	2.28	44.08	4.32	36
	4	27.00 - 27.24	TOBA CINERITICA	2.38	106.31	10.43	35
	5	28.90 - 29.18	TOBA CINERITICA	2.36	43.56	4.27	29

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 08-006-118



Firma: Página 365 de 683

Ley 16 del 26 de Enero de 1989

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

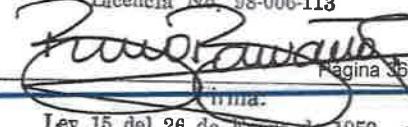
TECNILAB, S.A.

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION	DENSIDAD g/cm ³	ESFUERZO A COMPRESION		RQD
					kg/cm ²	MPa	
N-6	1	18 66 - 18.81	TOBA	2.42	115.81	11.36	53
	2	20 12 - 20.28	TOBA	2.41	96.91	9.50	46
	3	22 64 - 22.86	TOBA CON INTERCALACIONES DE ARENISCA	2.34	57.78	5.67	7
	4	24 60 - 24.93	TOBA CINERITICA	2.33	103.46	10.15	55
	5	26 20 - 26.42	TOBA CINERITICA	2.42	81.03	7.95	30
	6	29 30 - 29.46	TOBA CINERITICA	2.25	31.02	3.04	14
	7	31 49 - 31.68	TOBA CINERITICA	2.40	81.19	7.96	83
	8	34 43 - 34.70	TOBA CINERITICA	2.42	195.30	19.15	34
N-7	1	20.80 - 21.00	TOBA	2.79	481.67	47.24	14
	2	22.03 - 22.16	LUTITA	2.20	11.16	1.09	24
	3	24.50 - 24.65	LUTITA	2.33	52.96	5.19	67
N-8	1	31.80 - 32.01	TOBA	2.30	9.85	0.97	9
	2	33.06 - 33.24	LUTITA CON INTERCALACIONES DE TOBA CINERITICA	2.32	37.40	3.67	22
	3	34.26 - 34.48	LUTITA CON INTERCALACIONES DE TOBA CINERITICA	2.27	29.58	2.90	49
	4	36.59 - 36.81	TOBA CINERITICA	2.35	46.90	4.60	60
	5	37.92 - 38.29	TOBA CINERITICA	2.43	16.86	1.85	29
1K+100	1	20.07 - 20.27	ARENISCA TOBACEA	2.43	56.20	5.51	83
	2	21.76 - 21.95	ARENISCA TOBACEA	2.47	105.22	10.32	53
C-1	1	10.58-10.89	MICROCONGLOMERADO	2.53	47.75	4.68	41
	2	11.70-11.87	MICROCONGLOMERADO	2.57	53.16	5.21	41
	3	13.50-13.88	TOBA LAPILLI	2.53	54.11	5.31	93
	4	14.69-15.00	TOBA LAPILLI	2.77	82.34	8.07	93
	5	16.27-16.50	TOBA LAPILLI	2.59	51.92	5.09	88
	6	17.58-17.90	TOBA LAPILLI	2.58	47.99	4.71	75
	7	19.28-19.50	TOBA LAPILLI	2.60	58.50	5.74	91
	8	20.70-21.00	TOBA LAPILLI	2.61	79.72	7.82	98
	9	22.19-22.50	TOBA LAPILLI	2.60	49.02	4.81	63
C-2	1	12.80-13.00	MICROCONGLOMERADO	2.57	62.03	6.08	89
	2	14.50-14.75	TOBA LAPILLI	2.60	85.27	8.36	95
	3	16.54-16.86	TOBA LAPILLI	2.61	63.87	6.26	76
	4	18.31-18.52	TOBA LAPILLI	2.61	76.01	7.45	89
	5	20.32-20.50	TOBA LAPILLI	2.60	77.99	7.65	95
	6	22.20-22.60	TOBA LAPILLI	2.59	53.86	5.28	88

BRUNO RAMSES BARRANCO J.

INGENIERO CIVIL

Licencia N° 98-006-113



Página 366 de 683

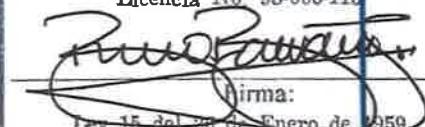
Ley 15 del 26 de Diciembre de 1959

Tanto firmado de

El siguiente cuadro muestra el resumen general de resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio.

CUADRO N°5: RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE LABORATORIO

Sondeo	Número de Muestra	Profundidad (m)	Análisis Granulométrico			Gravedad Específica			Triaxial CU			Corte Directo Consolidado Drenado (CD)		Consolidación									
			Número de Grupos			Indice de Plasticidad			Tensiones Totales			Tensiones Efectivas		Ángulo de fricción (ϕ')		Cohesión, C (kPa)		δo (kg/cm ²)	$\delta p'$ (kg/cm ²)	C_c	C_s		
			% Grava	% Arena	% Finos	Límite Líquido	Límite Plástico	Indice de Plasticidad	C (kPa)	Ψ	C (kPa)	Ψ	ϕ'										
AMA-1	1	1	8.75 - 9.65	MH	A-7-5	15	0.00	32.80	67.20	59.0	38.4	20.7	2.40				20	12.5	0.28	0.779	0.104		
AMA-3	1	1	7.25 - 8.15	MH	A-7-5	48	0.44	9.56	90.00	92.9	53.4	39.5	2.60				24	13.3	0.084	0.735	0.146		
CHO-1	1	1	6.80 - 7.70	SM	A-7-5	6	0.00	54.60	45.40	56.9	37.4	19.6	2.57	8.00	7.33	27.00	18.91	37	4.3	0.12	0.443	0.095	
N-4	1	A	6.10 - 6.55	SM	A-7-6	3	0.0	61.7	38.3	47.0	29.0	18.0	2.60										
N-6	1	A	7.10 - 7.55	SC	A-2-6	0	29.6	51.7	18.7	35.0	21.0	13.0	2.66										
N-7	1	1	11.20 - 12.10	MH	A-7-5	51	0.0	5.1	94.9	85.0	44.0	41.0	2.67	31.50	10.89	43.00	16.04	24	42.3	0.413	2.57	0.236	0.052
N-8	1	1	7.55 - 8.45	SM	A-2-7	1	2.6	69.3	28.1	45.0	28.0	17.0	2.82					32	47.2	0.203	0.75	0.296	0.029
C-1	1	A	8.55 - 9.00	SM	A-4	0	4.8	58.9	36.3	38.9	30.4	8.6	—										
C-2	1	A	7.00 - 7.45	SM	A-2-4	0	39.5	30.4	9.2	39.5	30.4	9.2	2.69										

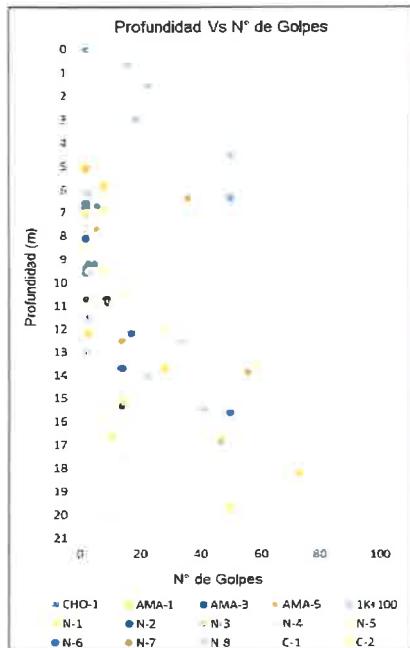
BRUNO RAMSES BARRANCO J.
INGENIERO CIVIL
Licencia N° 98-006-119
Firma: 
Ley 15 del 28 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Firma:

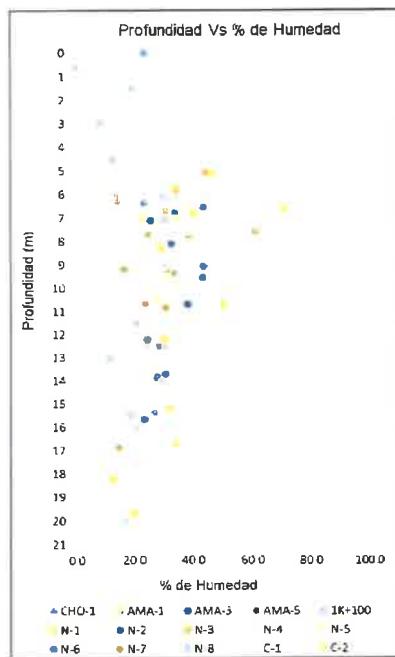
Junta Técnico de Ingeniería y Arquitectura 1959

En los siguientes gráficos se muestran los porcentajes de humedad de las muestras obtenidas en sitio, el número de golpes por sondeo de la prueba de penetración estándar (SPT).

Grafica N°1: Profundidad Vs N° de Golpes

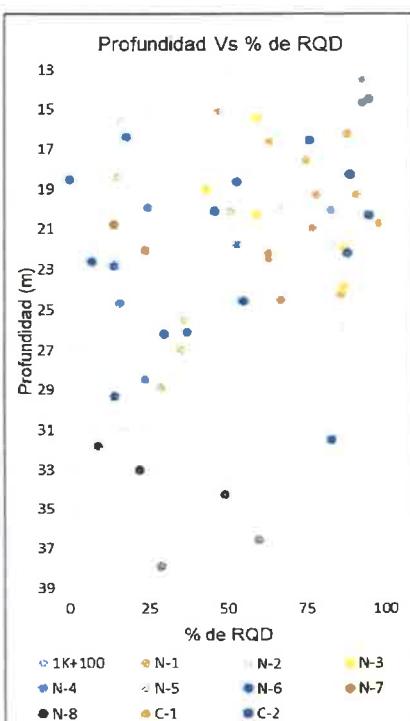


Grafica N°2: Profundidad Vs % de Humedad

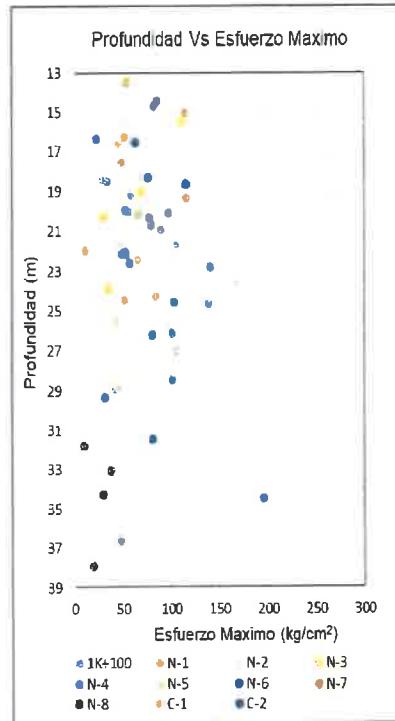


En las gráficas se muestra la variación del RQD y los resultados de los ensayos de compresión simple en función de la profundidad.

Grafica N°3: Profundidad vs % RQD



Grafica N°4: Profundidad vs Esfuerzo Máximo



5.-RECOMENDACIONES: En base a los resultados de la investigación señalamos lo siguiente:

- Señalamos que, para este reporte, todas las profundidades están en función del nivel en donde iniciaron cada una de las perforaciones al momento de realizar el estudio.
- En base a los resultados de la investigación y con el propósito de optimizar los diseños, proponemos que el diseño de los pilotes sea realizado para las capacidades de soporte admisible de la roca que conforma cada apoyo, como se indica en el siguiente cuadro:

HOYO No.	CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE (ROCA SANA) kg/m ²	FRICCIÓN (ROCA SANA) kg/m ²
N-1 Y N-4	200,000	20,000
N-3 Y N-7	115,000	12,000
N-2 Y N-5	150,000	15,000
N-6	180,000	18,000
N-8	100,000	10,000

En todos los casos, el desarrollo del pilote dentro de la roca sana se debe dar dentro del estrato de Toba Cinerítica, salvo en el hoyo N-7, en donde se debe dar en el estrato de Lutita.

Se deberá llevar un control de la resistencia de la roca por cada pilote por medio de ensayos de carga puntual (ASTM D 5731) procurando cumplir con el mínimo de muestras de rocas solicitadas según norma.

El factor de seguridad a utilizar para definir si se cumple con la capacidad de soporte señalada debe ser calculado en base a la siguiente ecuación:

$$q_s = 0.22 \times q_u$$

- El módulo de elasticidad de la Toba Cinerítica obtenido por medio del ensayo con presiómetro es de 4,500 MPa.





- Para el caso de los sondeos en tierra (Hoyos No. C-1 y C-2) recomendamos el uso de pilotes vaciados en sitio, empotrados en la roca sana a la cual se le asigna una capacidad de soporte admisible de 180,000 kg/m² y una fricción de 20,000 kg/m².
- Según lo indicado en el Reglamento Estructural Panameño, versión 2014, se clasifica el tipo de Perfil del Suelo de este sitio como Tipo "D" y se ubica en los siguientes contornos isosísmicos:
 - Aceleración Pico del Suelo (PGA)/ 5% de Amortiguamiento Crítico 0.58g.
 - Aceleración Espectral de 1.0 seg (S₁)/ 5% de Amortiguamiento Crítico 0.48g.
 - Aceleración Espectral de 0.2 seg (S_s)/ 5% de amortiguamiento Crítico 1.40g.
- En el caso que se requiera realizar excavaciones en el sitio durante la construcción del proyecto, se deberá cumplir con todos los requisitos que apliquen del punto 6.6 "Control de Excavaciones" del Reglamento Estructural de la República de Panamá, versión 2014.
- Cabe resaltar que la validez de este reporte dependerá de la adopción de las prácticas y del sistema constructivo apropiado para el tipo de cimentaciones propuestas, a ser colocadas en los estratos del subsuelo encontrados, además de la debida inspección de los trabajos de cimentación. Todo esto dentro de las mejores prácticas de la ingeniería y utilizando personal idóneo, además de los debidos controles de calidad.
- Es necesario que se entregue copia de este informe tanto al diseñador como al contratista de cimentaciones, a fin de que puedan hacer una completa evaluación de las condiciones encontradas en el sitio, que les permita el mejor aprovechamiento para el diseño, organización y ejecución de los trabajos.

6.- APENDICES: Se adjuntan los siguientes apéndices:

Apéndice "A": Detalle de Localización (2 hojas);

Apéndice "B": Estratigrafía (2 hojas);

Apéndice "C": Reporte General de Sondeos (264 hojas).



BRBJ/vo. 21.09-169b

Adj.: Apéndices (3)

c.c.: Archivo No. 4-721



APÉNDICE A
DETALLE DE LOCALIZACIÓN

TECNILAB, S. A.



DETALLE DE LOCALIZACION

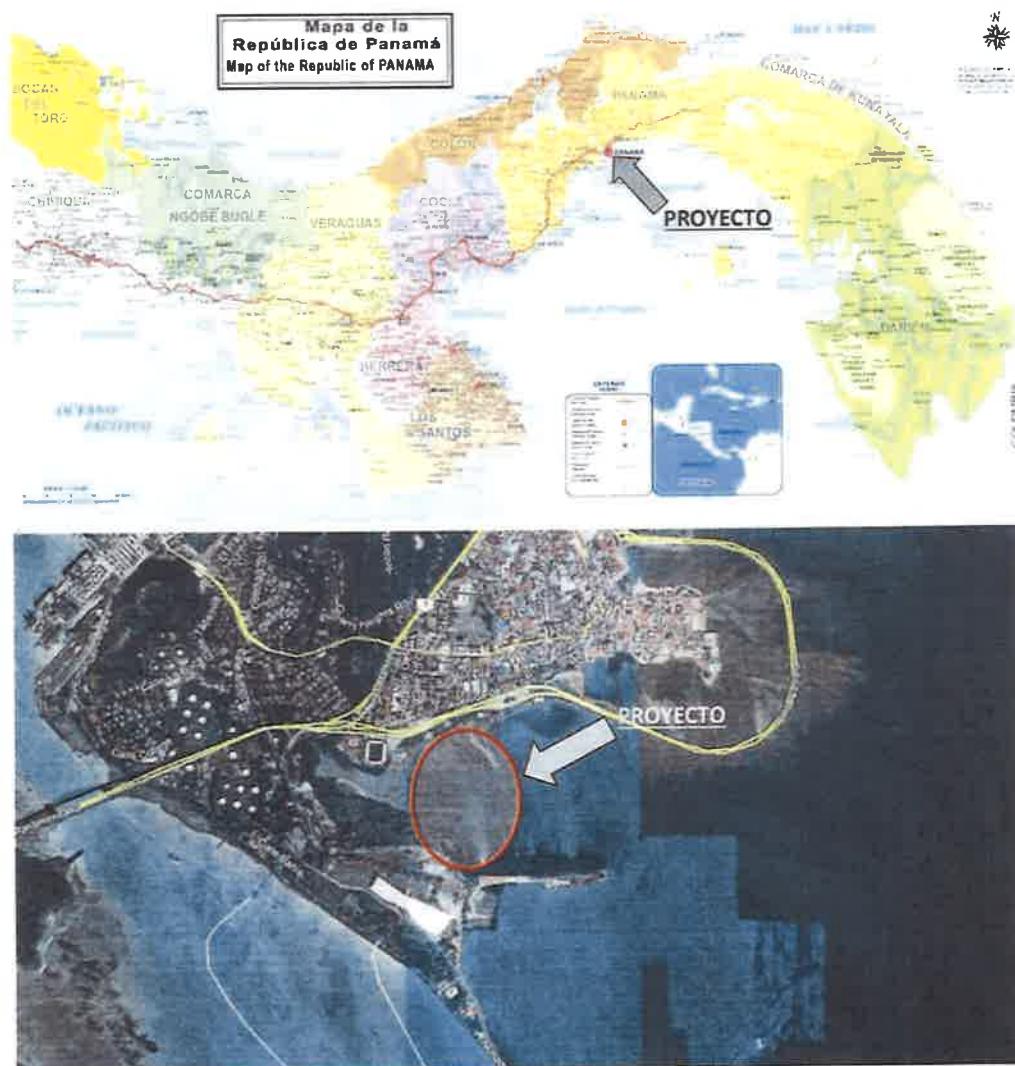
Trabajo No.: 4-721

Proyecto: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR

Localización: CIUDAD DE PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ

Cliente : CONSTRUCTORA URBANA, S.A.

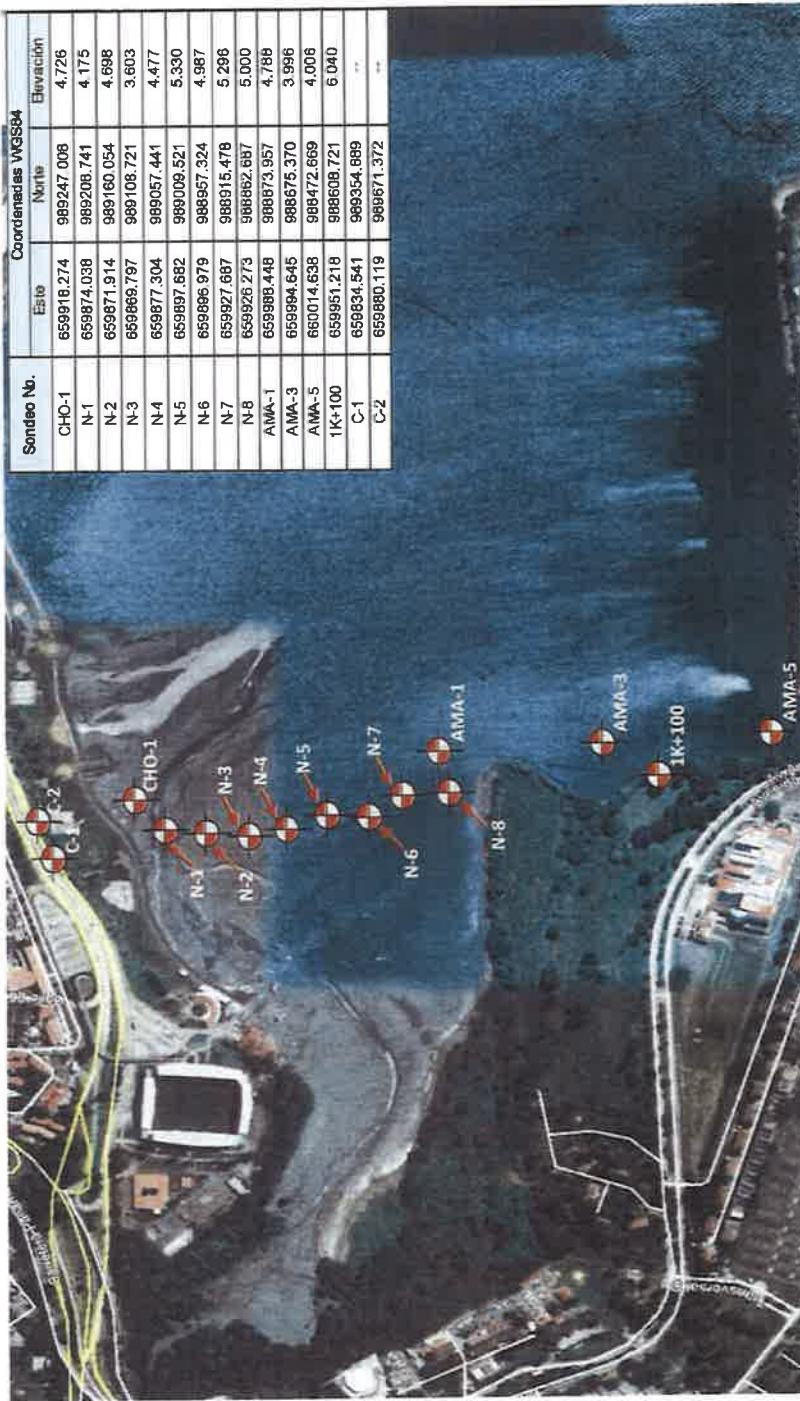
Fecha : SEPTIEMBRE 2021





LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA UBICACIÓN DE LOS SONDEOS

Trabajo No.: 4-721
 Proyecto: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR
 Localización: CIUDAD DE PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ
 Cliente: CONSTRUCTORA URBANA, S.A.
 Fecha: SEPTIEMBRE 2021



Sin Escala



**APÉNDICE B
ESTRATIGRAFÍA**

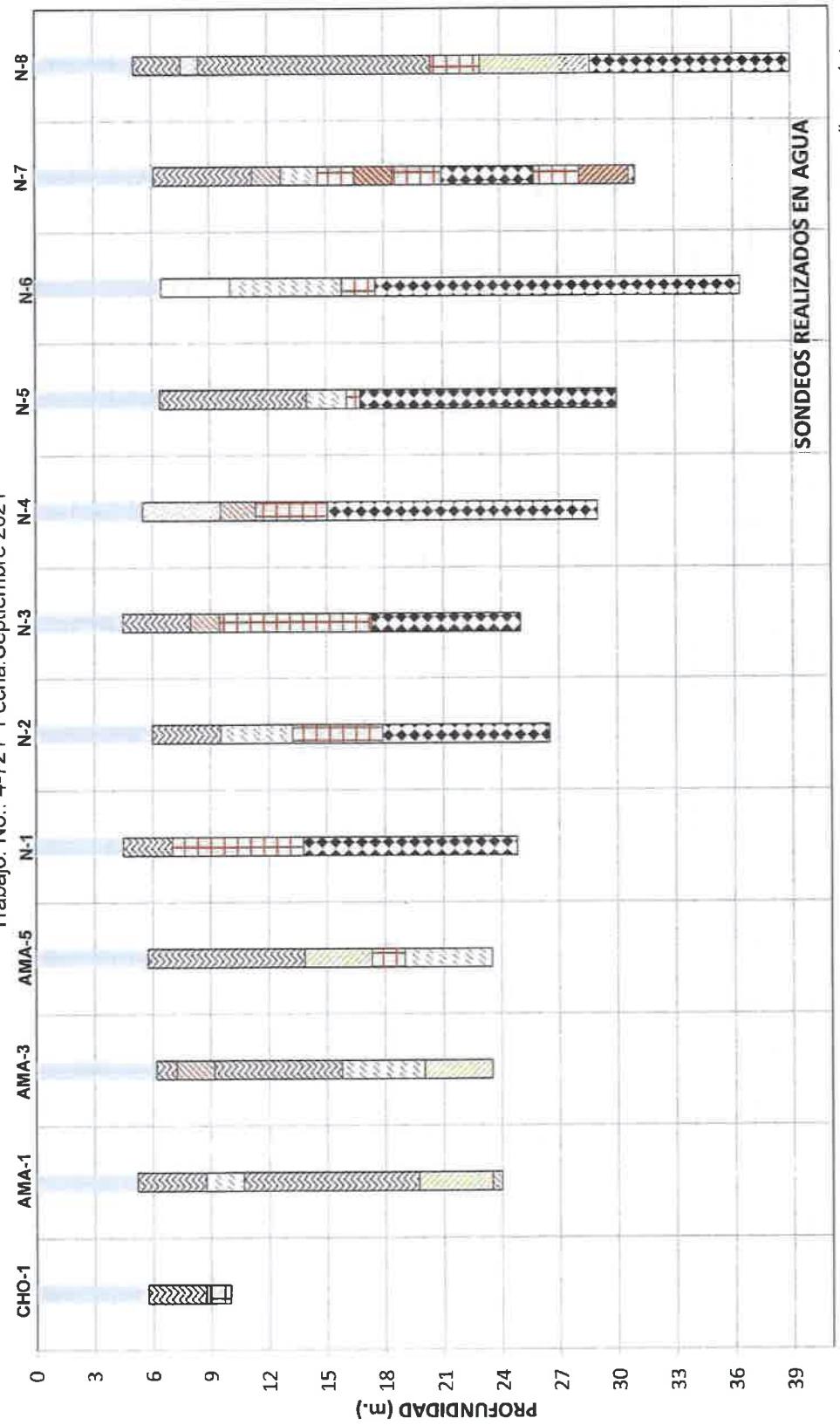
TECNILAB, S. A.

PROYECTO: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3 - CALZADA DE AMADOR

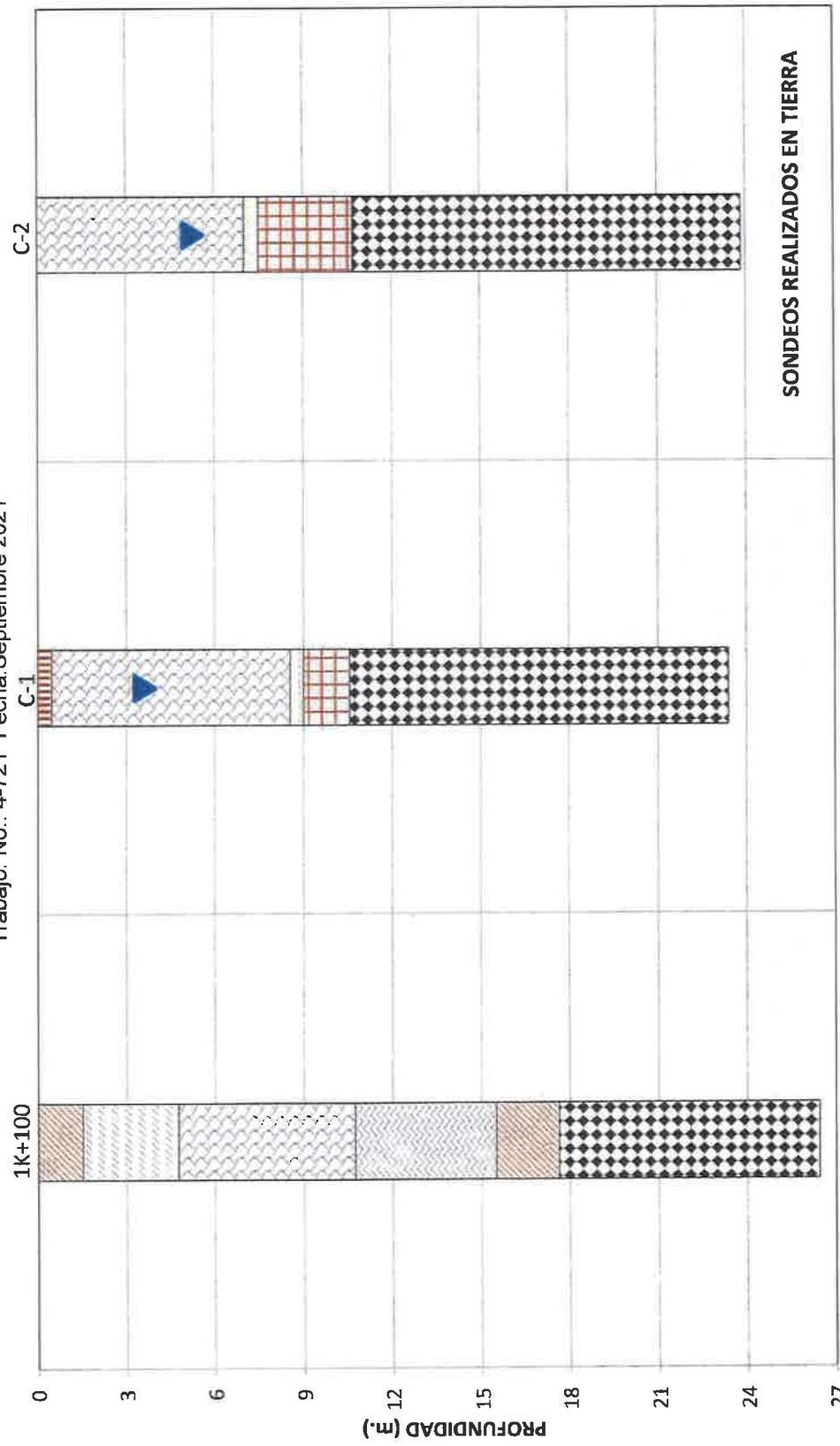
ESTRATIGRAFÍA GENERAL

Cliente: CONSTRUCTORA URBANA, S.A.

Trabajo: No.: 4-721 Fecha: Septiembre 2021



PROYECTO: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA 3 - CALZADA DE AMADOR
ESTRATIGRAFÍA GENERAL
Cliente: CONSTRUCTORA URBANA, S.A.
Trabajo: No.: 4-721 Fecha: Septiembre 2021





**APÉNDICE C
REPORTE GENERAL DE SONDEOS**

TECNILAB, S. A.

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ONDINO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION	DENSIDAD g/cm ³	ESFUERZO A COMPRENSION		RQD
					kg/cm ²	MPa	
N-1	1	15 08 - 15 35	TOBA CINERITICA	2.44	114.24	11.20	47
	2	16 85 - 16 95	TOBA CINERITICA	2.38	45.33	4.45	63
	3	19 30 - 19 50	TOBA CINERITICA	2.43	116.35	11.41	76
	4	20 93 - 21 20	TOBA CINERITICA	2.44	88.96	8.72	77
	5	22 46 - 22 75	TOBA CINERITICA	2.44	65.28	6.40	63
	6	24 27 - 24 95	TOBA CINERITICA	2.46	83.98	8.24	85
N-2	1	15 83 - 15 90	TOBA	2.33	46.95	4.80	16
	2	18 31 - 18 59	TOBA CINERITICA	2.35	72.80	7.12	57
	3	20 00 - 20 22	TOBA CINERITICA	2.37	88.96	8.73	67
	4	21 72 - 22 00	TOBA CINERITICA	2.41	47.84	4.67	84
	5	23 66 - 23 85	TOBA CINERITICA	2.45	108.35	10.51	87
	6	25 71 - 25 92	TOBA CINERITICA	2.45	97.10	9.52	87
N-3	1	15 47 - 15 78	ARENISCA	2.64	111.70	10.65	59
	2	19 03 - 19 34	TOBA CINERITICA CON INTERCALACIONES DE LUTITA	2.38	68.10	6.78	43
	3	20 31 - 20 56	TOBA CINERITICA	2.58	30.22	2.86	59
	4	22 00 - 22 21	TOBA CINERITICA	2.33	52.35	5.13	87
	5	23 92 - 24 08	TOBA CINERITICA	2.33	34.88	3.40	67
N-4	1	16 39 - 18 52	TOBA	2.21	22.87	2.24	18
	2	18 51 - 18 73	MICROCONGLOMERADO	2.28	32.65	3.22	27
	3	18 87 - 20 18	TOBA CINERITICA	2.64	52.00	5.10	25
	4	22 84 - 23 14	TOBA CINERITICA	2.34	139.95	13.73	34
	5	24 87 - 24 98	TOBA CINERITICA	2.35	137.85	13.52	16
	6	26 12 - 26 37	TOBA CINERITICA	2.44	100.99	9.90	37
	7	28 47 - 28 65	TOBA CINERITICA	2.50	101.08	9.91	24
N-5	1	18 42 - 18 06	TOBA CINERITICA	2.77	28.61	2.80	15
	2	20 15 - 20 57	TOBA CINERITICA	2.30	68.34	6.51	51
	3	25 50 - 25 71	LUTITA CON INTERCALACIONES DE TOBAS	2.28	44.08	4.32	36
	4	27 00 - 27 24	TOBA CINERITICA	2.38	106.31	10.43	35
	5	28 90 - 29 16	TOBA CINERITICA	2.35	43.56	4.27	29
N-6	1	18 88 - 18 81	TOBA	2.42	115.81	11.36	53
	2	20 12 - 20 28	TOBA	2.41	96.91	9.50	46
	3	22 84 - 22 86	TOBA CON INTERCALACIONES DE ARENISCA	2.34	57.78	5.67	7
	4	24 80 - 24 93	TOBA CINERITICA	2.33	103.46	10.15	55
	5	26 20 - 26 42	TOBA CINERITICA	2.42	81.03	7.95	30
	6	29 30 - 29 46	TOBA CINERITICA	2.25	31.02	3.04	14
	7	31 49 - 31 88	TOBA CINERITICA	2.40	81.19	7.98	83
	8	34 43 - 34 70	TOBA CINERITICA	2.42	195.30	19.15	34
N-7	1	20 80 - 21 00	TOBA	2.79	481.57	47.24	14
	2	22 03 - 22 16	LUTITA	2.20	11.18	1.09	24
	3	24 50 - 24 85	LUTITA	2.33	52.96	5.19	87
N-8	1	31 80 - 32 01	TOBA	2.30	9.85	0.97	9
	2	33 06 - 33 24	LUTITA CON INTERCALACIONES DE TOBA CINERITICA	2.32	37.40	3.67	22
	3	34 26 - 34 48	LUTITA CON INTERCALACIONES DE TOBA CINERITICA	2.27	29.58	2.90	49
	4	36 59 - 36 81	TOBA CINERITICA	2.35	46.90	4.60	80
	5	37 92 - 38 28	TOBA CINERITICA	2.43	18.86	1.85	29
1K+100	1	20 07 - 20 27	ARENISCA TOBÁCEA	2.43	56.20	5.51	83
	2	21 78 - 21 95	ARENISCA TOBÁCEA	2.47	105.22	10.32	53
C-1	1	10 55-10 89	MICROCONGLOMERADO	2.53	47.75	4.68	41
	2	11 70-11 87	MICROCONGLOMERADO	2.57	53.16	5.21	41
	3	13 50-13 88	TOBA LAPILLI	2.53	54.11	5.31	93
	4	14 69-15 00	TOBA LAPILLI	2.77	62.34	8.07	93
	5	16 27-16 50	TOBA LAPILLI	2.58	51.92	5.09	88
	6	17 56-17 90	TOBA LAPILLI	2.58	47.99	4.71	75
	7	19 28-19 50	TOBA LAPILLI	2.80	58.50	5.74	91
	8	20 70-21 00	TOBA LAPILLI	2.81	79.72	7.82	98
	9	22 19-22 50	TOBA LAPILLI	2.80	49.02	4.81	83
C-2	1	12 80-13 00	MICROCONGLOMERADO	2.57	62.03	6.08	89
	2	14 50-14 75	TOBA LAPILLI	2.80	85.27	8.38	95
	3	15 54-15 86	TOBA LAPILLI	2.61	63.87	6.26	75
	4	18 31-18 52	TOBA LAPILLI	2.61	76.01	7.45	89
	5	20 32-20 50	TOBA LAPILLI	2.80	77.99	7.85	95
	6	22 20-22 60	TOBA LAPILLI	2.59	53.86	5.28	88

CONSTRUCTORA URBANA, S.A.
INRECONEXIÓN CINTA COSTERA 3 - CALZADA DE AMADOR
TRABAJO No. 4-721
RESUMEN GENERAL DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Sondeo	Muestra No.	Tipo de Muestra	Profundidad (m)	Clasificación S.U.C.S.	Clasificación ASTM	Análisis Granulométrico	Índice de Grado de Grupo	Índice de Plasticidad	Límite Líquido	Límite Plástico	Gravedad Específica	Triaxial CU			Corte Directo Consolidado Drenado (CD)			Consolidación					
												Tensiones Totales		Tensiones Efectivas		Corte Directo Consolidado Drenado (CD)		Corte Directo Consolidado Drenado (CD)		Consolidación			
												C (kPa)	φ	C' (kPa)	φ'	Ángulo de fricción (°)	Cohesión, C (kPa)	g0 (kg/cm ²)	g0' (kg/cm ²)	Cc	Cs		
AMA-1	1	I	8.75 - 9.65	MH	A-7.5	15	0.00	32.80	67.20	59.0	38.4	20.7	2.40	—	—	—	20	12.5	0.28	—	0.779	0.104	
AMA-3	1	I	7.25 - 8.15	MH	A-7.5	48	0.44	9.58	90.00	92.9	53.4	39.5	2.60	—	—	—	24	13.3	0.084	—	0.735	0.146	
CHO-1	1	I	6.80 - 7.70	SM	A-7.5	6	0.00	54.60	45.40	56.9	37.4	19.6	2.57	8.00	7.33	27.00	18.91	37	4.3	0.12	—	0.443	0.095
N-4	1	A	6.10 - 6.55	SM	A-7.5	3	0.0	61.7	38.3	47.0	29.0	18.0	2.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N-6	1	A	7.10 - 7.55	SC	A-2.6	0	29.6	51.7	18.7	35.0	21.0	13.0	2.66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
N-7	1	I	11.20 - 12.10	MH	A-7.5	51	0.0	5.1	94.9	85.0	44.0	41.0	2.67	31.50	10.89	43.00	16.04	24	42.3	0.413	2.57	0.236	0.052
N-8	1	I	7.55 - 8.45	SM	A-2.7	1	2.6	69.3	28.1	45.0	29.0	17.0	2.82	—	—	—	—	32	47.2	0.203	0.75	0.296	0.029
C-1	1	A	8.55 - 9.00	SM	A-4	0	4.8	58.9	36.3	38.9	30.4	8.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
C-2	1	A	7.00 - 7.45	SM	A-2.4	0	39.5	30.4	9.2	39.5	30.4	9.2	2.69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC. S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.:	4-721	HOYO No.:	AMA-1	HOJA No.:	1	DE	4	PERFORADORA:	10-18				
PROYECTO:	INTERCONEXION CIBTA												
LOCALIZACION:	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA												
CLIENTE:	CUSA												
COORDENADAS:	659993		E	988873	N	ELEV.	DE PISO DE BARCAZA=	4.788	FECHA 21-7-21				
PROF.	ELEV.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	N SPT	q _u kg/cm ²	RQD	PENETRACION cm	% RECUPERACION	% HUMEDAD NATURAL	FORRO	HERRAMIENTA
0.00													
0.50													
1.00													
1.50													
2.00													
2.50			ELEVACION DE LA BARCAZA										
3.00													
3.50													
4.00													
4.50													
4.71													
5.00			CONTACTO CON EL LECHO MARINO										
5.20													
5.50													
5.80													
6.00			LAMA CON ARENA, CONSISTENCIA MEDIANAMENTE FIRME PLASTICIDAD BAJA Y CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD MEDIO. COLOR GRIS OSCURO CON VETAS BLANCAS	1	A	5 4 4	1.00		45	100	34.08	S	T
6.50				2	A	3 3 4	0.84		45	100	40.00	S	T
6.80													
7.00													
7.50													
ABREVIATURAS:		RQD - Indice de Calidad de la Roca S - Sacar Muestras Partida P - Posteador q _u - Compresión Simple								OBSERVACIONES:			
A - Alterada		NF: --								GEÓLOGO: V. OSES			
I - Inalterada		PERFORADOR: M. SALAS											
R - Roca		DESCRIPCION / DIBUJO: R. CEDEÑO											
T - Broca Trícono													
HW - Con el Peso del Martillo													
C - Doble Tubo Broca de Carburo													
D - Doble Tubo Broca de Diamante													



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC. S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNCADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.:	4-721	HOYO No.:	AMA-1	HOJA No.:	2	DE	4	PERFORADORA:	10-18				
PROYECTO :	INTERCONEXION CIBTA												
LOCALIZACION:	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA												
CLIENTE :	CUSA							FECHA:	21-7-21				
COORDENADAS:	659993	E	988873	N				ELEV. DE PISO DE BARCAZA=	4.788				
PROF. •	ELEV.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm²	RQD	PENETRACION cm	% RECUPERACION	% HUMEDAD NATURAL	FORRO	HERRAMIENTA
8.00			LAMA CON ARENA, CONSISTENCIA SUAVE, PLASTICIDAD BAJA Y CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD MEDIO. COLOR GRIS OSCURO CON VETAS BLANCAS	3	A	1 1 1	0.25		45	100	28.73	T	
8.30												S	
8.50													
8.75													
9.00													
9.50													
10.00			8.75 - 9.65 m: SHELBY: LIMO ARENOSO (MH)	1	I				90	98.89		SH	
10.50												T	
10.70				4	A	2						S	
11.00						2 1	0.37		45	77.78	50.37	HW	
11.50												T	
12.00												S	
12.20													
12.50			LAMA CON ARENA, CONSISTENCIA SUAVE A MUY FIRME, PLASTICIDAD BAJA Y CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD ALTO A MEDIA. COLOR GRIS OSCURO CON VETAS BLANCAS	5	A	1 1 2	0.37		45	77.8	30.03	S	
13.00													
13.50													
13.70													
14.00				6	A	10 12 16	3.69		45	88.89	28.26	S	
14.50													
15.00													
ABREVIATURAS:		OBSERVACIONES:								GEÓLOGO: V. OSES			
A - Alterada	RQD - Índice de Calidad de la Roca	S - Sacar Muestras Partido	NF: --	PERFORADOR: M. SALAS	DESCRIPCION / DIBUJO: R. CEDEÑO								
I - Inalterada	P - Posteador	qu - Compresión Simple											
R - Reciclada													
T - Bricco Thorne													
HW - Con el Peso del Martillo													
C - Doble Tubo Bricco de Carburo													
D - Doble Tubo Bricco de Diamante													



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No:	4-721	HOYO No.:	AMA-1	HOJA No.:	3	DE	4	PERFORADORA:	10-18									
PROYECTO:	INTERCONEXION CIBTA																	
LOCALIZACION:	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA																	
CLIENTE:	CUSA																	
COORDENADAS:	659993	E	988873	N	ELEV. DE PISO DE BARCAZA= 4.788													
PROF	ELEV	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL		MUESTRA Nº	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm ²	RQD	PENETRACIÓN cm	% RECUPERACION	% HUMEDAD NATURAL	FORRO	HERRAMIENTA				
*	*															N SPT ●	% HUMEDAD ■	
15.20					7	A	6											
15.50							8	1.80			45	100	32.0	S		●	■	
16.00								6										
16.50								6										
16.70								5										
17.00																		
17.50			LAMA CON ARENA, CONSISTENCIA FIRME A DURA, PLASTICIDAD BAJA Y CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD MEDIO A BAJO. COLOR GRIS OSCURO CON VETAS BLANCAS.		8	A	6							S				
18.00								6										
18.20								5										
18.50														S				
19.00																		
19.50																		
19.70														S				
19.85														D				
21.00			19.85m -23.05m : SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO CON ARENA DE COLOR CHOCOLATE OSCURO CON MANCHAS VERDOSAS CON PINTAS BLANCAS, NEGRUZCAS, CON FRAGMENTOS DE ROCA, CON TAMAÑOS DE 0.05 m, DE MORFOLOGIA SUBANGULOSOS, HUMEDO, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONSISTENCIA FIRME, ESTRUCTURA HETEROGENA, CON CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA MEDIA		11	A	50	+10			0	115	43.48					
ABREVIATURAS:		RQD - Indice de Calidad de la Roca S - Sacar Muestras Periodo P - Posteador qu - Compresión Simple		OBSERVACIONES:		NF: --		PERFORADOR: M. SALAS		GEÓLOGO: V. OSSES								
A - Alterada - Inalterada		P - Posteador		DESCRIPCION / DIBUJO: R. CEDEÑO														
T - Pica		qu - Compresión Simple																
H/W - Con el Peso del Martillo		D - Doble Tubo Broca de Carburo																
C - Doble Tubo Broca de Carburo		D - Doble Tubo Broca de Diamante																

FIN DEL SONDEO

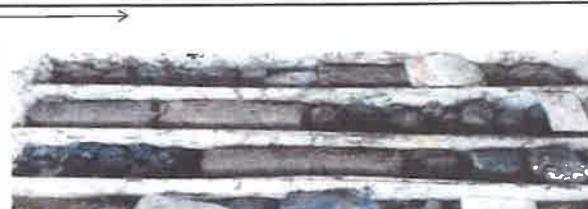


TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC. S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.:	4-721	HOYO No.:	AMA-1	HOJA No.:	4	DE	4	PERFORADORA:	10-18									
PROYECTO :	INTERCONECTION CIBTA																	
LOCALIZACION:	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA																	
CLIENTE :	CUSA																	
COORDENADAS:	659993	E	988873	N	ELEV. DE PISO DE BARCAZA= 4.788													
PROF	ELEV.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL		MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm ²	RQD	PENETRACION cm	% RECUPERACION	% HUMEDAD NATURAL	FORRO	HERRAMIENTA	N SPT	% HUMEDAD		
23.50			23 05m - 24.00m SUELO RESIDUAL COMPUESTO POR LIMO ALGO ARCILLOSO Y ARENOSO, DE COLOR CHOCOLATE OSCURO CON TONOS VERDOSOS CON MANCHAS NEGRUZCAS Y PINTAS BLANCAS, CON FRAGMENTOS DE ROCA, CON TAMAÑOS DE 0.08 m, DE MORFOLOGIA SUBANGULOSOS, HUMEDO. PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONSISTENCIA FIRME, ESTRUCTURA HETEROGENEA, CON CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA MEDIA. EN CONTACTO SUBYACENTE CON ROCA SANA 23.05 - 24.00; SUELO RESIDUAL, EN CONTACTO SUBYACENTE CON LA ROCA SANA		13	A			0.0	150	77.33			D	20	40	60	80
24.00			FIN DEL SONDEO															
ABREVIATURAS:			RQD - Indice de Calidad de la Roca		OBSERVACIONES:		GEÓLOGO: V. OSÉS											
A - Alterada			S - Secca Muestras Partido		NF: --		PERFORADOR: M. SALAS											
A - Inalterada			P - Postesador		qu - Compresión Simple		DESCRIPCION / DIBUJO: R. CEDEÑO											
R - Roca																		
T - Broca Trícono																		
HW - Con el Peso del Martillo																		
C - Doble Tubo Broca de Carburo																		
D - Doble Tubo Broca de Diamante																		

TRABAJO NO:		HOYO NO:	AMA-1	HOJA NO:	1	DE	1	BROCA TAMAÑO:	HQ					
PROYECTO:		INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR						FECHA:		7/22/2021				
LOCALIZACION		CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA						ELEV. DE PISO DE						
CLIENTE:		CUSA						PLATAFORMA (m):		4.786	COORDENADAS:	659992 E	988873.265 N	
Profundidad		Elevacion		FOTOGRAFIA DE LOS TESTIGOS						LONGITUD	RQD	DENSIDAD	COMP	Is
Inicio	Final	Inicio	Final							REC. MOD.	%	g/cm ³	AXIAL	MPa
(m)	(m)	(m)	(m)							(m)	(m)	kg/cm ²		
19.85	21.00	--	--							0.49	0.00	0	--	--
21.00	22.50	--	--							0.71	0.00	0	--	--
22.50	24.00	--	--							1.04	0.00	0	--	--
														
19.85m - 23.05m: SUELO RESIDUAL, LIMO ARCILLOSO CON ARENA, DE COLOR CHOCOLATE OSCURO CON MANCHAS VERDOSAS CON PINTAS BLANCAS, NEGRUZCAS, CON FRAGMENTOS DE ROCA, DE HASTA 6 cm, DE MORFOLOGIA SUBANGULOSOS, HUMEDO, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONSISTENCIA FIRME, ESTRUCTURA HETEROGENEA, CON CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA MEDIA														
23.05m - 24.00m: SUELO RESIDUAL COMUESTO POR LIMO ALGO ARCILLOSO Y ARENOSO, DE COLOR CHOCOLATE OSCURO CON TONOS VERDOSOS CON MANCHAS NEGRUZCAS Y PINTAS BLANCAS, CON FRAGMENTOS DE ROCA, DE HASTA 6 cm, DE MORFOLOGIA SUBANGULOSOS, HUMEDO, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONSISTENCIA FIRME, ESTRUCTURA HETEROGENEA, CON CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA MEDIA, EN CONTACTO SUBYACENTE CON ROCA SANA 23.05 - 24.00: SUELO RESIDUAL, EN CONTACTO SUBYACENTE CON LA ROCA SANA														
OBSERVACIONES:														
0-25 Muy mala 26-50 Mala 51-75 Regular 76-100 Buena 91-100 Excelente														
RQD														
TIPO DE ROCA VALLA ENSAYO														
														
Dibujado por: R. CEDEÑO Geólogo: V. OSÉS Perforador: M. SALAS														



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL/ NATURAL MOISTURE CONTENT
ASIN D 2216

E-081

Pruebas y Ensayos/ Test and Trials



Nº Formato
14705-1A-2024

TRABAJO No. /JOB No.:
PROYECTO/PROJECT:
LOCALIZACION/LOCATION:
MUESTREADO POR/SAMPLI
FECHA DE RECEPCION/DA

CLIENTE/CLIENT: CUSA FECHA DE ENSAYO /TEST DATE: _____
CONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR FECHA DE REPORTE /REPORT DATE: _____
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA B.S.A.

AMM
HOYO No. / HOLE #: _____
MUESTRA / SAMPLE: _____
PROFUNDIDAD / DEPTH: _____
MATERIAL / MATERIAL: _____
FUENTE / SOURCE: _____

21-Jul-21
26-Jul-21

CUSA _____
CALZADA DE AMADOR _____
DE PANAMA _____
FECHA/DATE: _____
TEST DATE: _____
REPORT DATE: _____

CLIENTE/CLIENTE: _____
CONEXION CINTA COSTERA 3
CINTA COSTERA CIUDAD
BSA. _____ F
FECHA DE ENSAYO _____ FECHA D

4.721
INTER
TECNICA
26-JUL-21
ION: _____
PRACTICE FOR SAMPLING

DO NO./JOB NO.:
TO/PROJECT:
ACIACION/LOCATION:
ESTADO/PIR/SAMPLED BY:
FE RECEPCION/DATE RECEPCT:
DE MUESTRA/ESTANDAR P/

TRABAJO
PROYECTO
LOCALIZACIÓN
MUESTRA
FECHA DE
MÉTODO

卷之三

Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	722	Equipo/Equipment:	_____	No. Serie/Serial #:	_____
Equipo/Equipment:	HORNOS	No. Serie/Serial #:	436	Equipo/Equipment:	_____	No. Serie/Serial #:	_____

Muestreado en Campo por/Sampled on site by
Ensayado por / Tested by:

El presente informe no deberá ser reproducirse, sin la aprobación escrita de TECNILAB, S.A.

Fecha de Revisión: 12-nov-2019

Los resultados de este informe sólo están relacionados con las **estrellas** indicadas en el **índice**.



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL/ NATURAL MOISTURE CONTENT
ASTM D 2216

F-081

Pruebas y Ensayos/ Test and Trials
Area/Area

Nº Formato
14785-1A-2021

TRABAJO No /JOB No.: 4-721 CLIENTE/ CLIENT: CUSA
PROYECTO/PROJECT: INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CAIZADA DE AMADOR
LOCALIZACION/LOCATION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
MUESTREO/ SAMPLING BY: TECNILAB S.A. FECHA/DATE: 21-Jul-21
FECHA DE RECEPCION/DATE RECEPTION: 26-Jul-21 FECHA DE ENSAYO /TEST DATE: 26-Jul-21
MÉTODO DE MUESTREO/ESTÁNDAR PRACTICE FOR SAMPLING: --- FECHA DE REPORTE /REPORT DATE: ---

No.	Muestra No./Sample No.	8	9	10			
1	Material/ Material						
2	Hoyo No /Borehole No.	AMADOR 1	AMADOR 1	AMADOR 1			
3	Profundidad/Depth	16.70 - 17.15	18.20 - 18.65	19.70 - 19.85			
4	Tara No /Can No.	8	52	L4			
5	Tara + Suelo Húmedo/ Mass of wet Soil + Can (g)	214.6	236.7	229.1			
6	Tara + Suelo Seco/ Mass of dry Soil + Can (g)	197.0	226.5	215.3			
7	Peso de Agua/ Mass of Water (g)	17.60	10.20	13.80			
8	Peso de la Tara/ Mass of Can (g)	144.8	144.5	144.5			
9	Peso del suelo seco/ Mass of dry soil (g)	52.20	82.00	70.80			
10	Contenido de Humedad/ Moisture content (%)	33.72	12.44	19.49			
11	Horas/ Hour						

OBSERVACIONES/REMARKS:

Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	722	Equipo/Equipment:	No. Serie/Serial #:	---
Equipo/Equipment:	HORNOS	No. Serie/Serial #:	436	Equipo/Equipment:	No. Serie/Serial #:	---

Muestreado en Campo por/Sampled on site by: Tecnilab S.A. Compilado por /Compiled by: R. Cedeño
Ensayado por / Tested by: O. Estrada Presentado por / Presented by: R. Cedeño

El presente informe no deberá reproducirse, sin la aprobación escrita de TECNILAB S.A.

Los resultados de este informe solo están relacionados con las muestras indicadas en el mismo.

PARQUE LEFEVRE - AVENIDA PRIMERA, LOCAL No. 62 / APARTADO 0834-02414, PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA **TELEFONOS:** **224-9137, 224-3567** **FAX:** **221-6451**

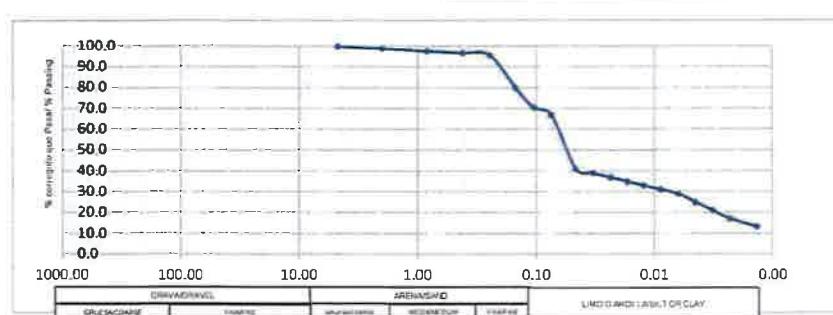
Versión 7

Fecha de Revisión: 12-nov-2019

F-060
Área/Area:

Pruebas y Ensayos/ Test and Trials

TRABAJO No/ JOB #:	4-721	CLIENTE/ CLIENT:	CUSA	HOYO No / HOLE #:	AMA-1
PROYECTO/PROJECT:				MUESTRA/SAMPLE:	1
LOCALIZACIÓN / LOCATION:		CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA		PROFUNDIDAD/DEPTH:	6 75 - 9 65
MUESTREADO POR / SAMPLED BY:	TECNILAB S A	FECHA/DATE:	24-Jul-21	ELEVACION/ELEVATION:	-
ENsayado POR / TESTED BY:	TECNILAB S A	FECHA/DATE:	26-Jul-21	MATERIAL/MATERIAL:	-
MÉTODO DE MUESTREO/ ESTÁNDAR PRACTICE FOR SAMPLING:				FUENTE / SOURCE:	-



RESUMEN/SUMMARY			
L L	59.00	C _s	-
P L	38.4	C _c	-
P I	20.7		
CLASIFICACIÓN S U C S / S U C S CLASSIFICATION			
MH			
LIMO ARENOSO			
CLASIFICACIÓN AASHTO/AASHTO CLASSIFICATION			
A-7.5			
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	15		
OBSERVACIONES/REMARKS:			

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE
AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE
HIDRÓMETRO/HYDROMETER ASTM D 7928

TIPO/TYPES	RETIENIDO ACUMULADO/ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASAJE/ % PASSING	DIADEMA DE PARTICULAS/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA CORRECTO/ PASSING
5"					
5 1/2"					
5"					
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
#4	0.00	0.00	100.00	0.04552	41.03
FONDO					
TOTAL					
AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE					
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigh Dry Sample					
AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE					
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigh Dry Sample					
Peso Seco Despues de Lavado/ Dry Weight after washed					
225.90 g					
0 g					
0 g					

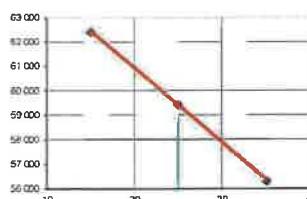
% GRAVA / % GRAVEL: 0.00 % ARENA / % SAND: 32.80 % FINOS / % FINE: 67.20

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

Equipo/Equipment:	Horno	No. Serie/Serial #:	0278	Equipo/Equipment:	...	No. Serie/Serial #:	...
Equipo/Equipment:	Balanza 1	No. Serie/Serial #:	722	Equipo/Equipment:	...	No. Serie/Serial #:	...

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT
LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3	Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	A	B	C	Cápsula No / Can N°	D	E
Peso Cápsula/ Can Mass (g)	9.210	10.610	10.230	Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	10.210	9.210
Capa + Suelo Húmedo Can+Wet soil (g)	26.110	25.150	27.120	Capa + Suelo Húmedo Can+Wet soil (g)	16.700	16.210
Capa + Suelo Seco Can+Dry Soil (g)	20.020	19.730	20.630	Capa + Suelo Seco Can+Dry Soil (g)	14.900	14.270
Agua/ Water (g)	6.090	5.420	6.490	Aqua/ water (g)	1.800	1.940
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	10.810	9.120	10.400	Suelo Seco/ Dry Soil (g)	4.690	5.060
Cont. Humedad % / Water content %	56.300	59.400	62.400	Cont. Humedad % / Water content %	38.400	38.300
# de Golpes / # of Blows	35	25	15	Promedio/ Average	38.350	


Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	1968	Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	736
Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	38	Equipo/Equipment:	...	No. Serie/Serial #:	...

Observaciones/ Remarks

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by	TECNILAB S A	Compilado por / Compiled by:	R. CEDEÑO
Ensayado por / Tested by:	O. ESTRADA	Presentado por/ Presented by:	R. CEDEÑO

 El presente informe no deberá reproducirse, sin la aprobación escrita de TECNILAB, S.A.
 Los resultados de este informe sólo están relacionados con las muestras indicadas en el mismo

Versión: 10

Fecha de Revisión: 15-ago-2019



**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SUELOS/ SPECIFIC
GRAVITY OF SOILS
ASTM D 854**

F-079

Fecha Efectiva:
15 de abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Versión:
0

Páginas:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.: 4-721 CLIENTE/CLIENT : CUSA
PROYECTO/PROJECT: INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR
LOCALIZACIÓN/LOCATION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA HOYO No./HOLE No.: AMA-1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: M. SALAS FECHA/DATE: - PROFUNDIDAD/DEPTH: 8.75 - 9.65
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB, S.A. FECHA/DATE: 25-jul-21 LABORATORISTA/TECHNICIAN: O. ESTRADA

DETALLE/ DETAIL	UNIDAD/ UNIT	NÚMERO DE ENSAYO			
		TEST NUMBER			
CALICATA No./ TEST PIT #					
HOYO No./ BOREHOLE #		AMA-1			
PROFUNDIDAD/ DEPTH	m	8.75 - 9.65			
MUESTRA No./ SAMPLE #					
PICNOMETRO No./PICNOMETER #		19			
PESO DE LA TARA/ CONTAINER WEIGHT	g	100.00			
PESO DE LA TARA + SUELO SECO/CONTAINER WEIGHT + DRY SOIL	g	163.66			
PESO DEL SUELO SECO/ MASS OF DRY SOIL (W_0)	g	63.66			
PICNOMETRO+AGUA+SUELO/ PICNOMETER + WATER + SOIL (W_1)	g	386.90			
PICNOMETRO+AGUA A CAPACIDAD TOTAL/ PICNOMETER + WATER TO TOTAL CAPACITY (W_2)	g	349.80			
TEMPERATURA DEL ENSAYO/ TEST TEMPERATURE	°C	23.0			
GRAVEDAD ESPECÍFICA/ SPECIFIC GRAVITY (G_s)		2.40			
FACTOR DE CORRECCIÓN/ CORRECTION FACTOR	K	1.00			
GRAVEDAD ESPECÍFICA CORREGIDA/ CORRECTED ESPECIFIC GRAVITY		2.40			

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST					
Equipo/Equipment	BALANZA	Serie/Serial	689	Equipo/Equipment	Serie/Serial
Equipo/Equipment	--	Serie/Serial	--	Equipo/Equipment	Serie/Serial

OBSERVACIONES/ REMARKS:

COMPILADO POR/ COMPILED BY: V. OSÉS

PRESENTADO POR/ PRESENTED BY: L. NAVARRO



Supplies

Praktische Beispiele und Tipps

TRABAJO N° 108 N°

4771 CUENTAS/CLIENTES

1000

CORTE DIRECTO CD/
DIRECT SHEAR TEST SOILS
(ASTM D 3080)

F-072

Planes / Pages
15/16

TIPOS DE DOCUMENTOS Y SUS DATOS ESTRUCTURA DE LOS DATOS DEARCHIVOS Y SUS FERIAS	_____
VELOCIDAD DE POTENCIA Y TIEMPO (segundos)	0.022
ESTADO DE LA MÁQUINA, TIEMPO DE UPTIME	100%
CLASIFICACIÓN DE EQUIPAMIENTO	1. EQUIPAMIENTO DE ALTA EFICIENCIA Y ALTA ESTABILIDAD
CLASIFICACIÓN DE EQUIPAMIENTO	2. EQUIPAMIENTO DE BAJA EFICIENCIA Y BAJA ESTABILIDAD
CLASIFICACIÓN DE EQUIPAMIENTO	3. EQUIPAMIENTO DE BAJA EFICIENCIA Y ALTA ESTABILIDAD

— 280 (第64回) 金田(金田村)

DOWNLOADED FROM COPRIBI

— 7 —

የኢትዮጵያዊ ዲሞክራሲያዊ

Summary



Asimov
Programa de Ensayos de Suelos y Materiales

COBERTURA DE
DIRECT SHEAR TEST SOILS
(ASTM D 3080)

F-072

Página / Page
4 de 4

TRABAJO No / JOB No
PROYECTO / PROJECT
LOCALIZACION / LOCATION
MUESTREO / SAMPLING
ENsayo / TESTED BY

6-72 CLIENTE / CIENT

INTERCONECTAR / DATA
TEST / TESTER

CIRIA

HOYOROBO / HOLE

MUESTRA / SAMPLE

PROFUNDIDAD / DEPTH

MATERIAL / MATERIAL

FUENTE / SOURCE

AMA-1

COORDENADAS / COORDINATES

N

E

S

W

U

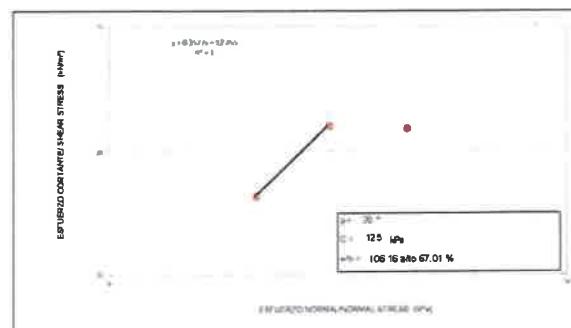
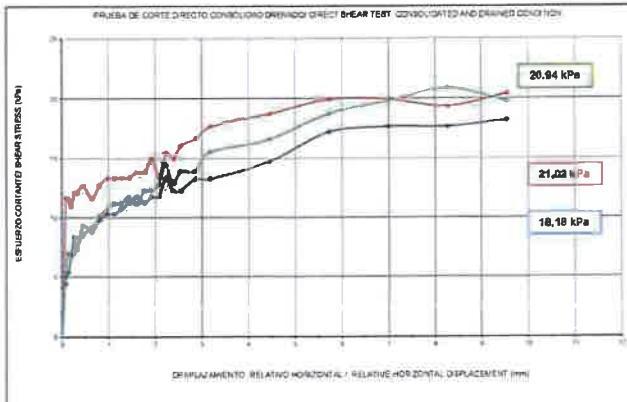
D

Y

Z

ELEVACION / ELEVATION

875.965



COMENTARIOS / REMARKS: LAS PROBETAS 12 Y 13 MUESTRAN UN COMPORTAMIENTO DE ROTURA SIMILAR A PESAR DE ESTAR SOMETIDAS A CARGAS VERTICALES DIFERENTES POR LO QUE UNA DE LAS PRESENTA UN PATRON DE ROTURA ANGULAR DE CARRA. DISCUTIR LA MUESTRA NO REPRESENTATIVA SE HA TENIDO EN CUENTA LOS VALORES DE LOS PARAMETROS RESISTENTES Y NO CARACTERISTICOS DE ESTE TIPO DE MATERIAL. POR LO TANTO, SE HA DECIDIDO CONSIDERAR LAS MUESTRAS 12 Y 13 DISEMINANDO UNOS PARAMETROS RESULTANTES NO DRENAADOS $\phi = 36.7^\circ$ Y $C = 12.5$ kPa.

COMPILED BY: L. Moraes
REVIEWED BY: L. Moraes

PRESENTED BY: L. Moraes

PARQUE LAFEVRE - AVENIDA PESQUERA, LOCAL No 23 / APARTADO 80-20114, PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA. TELEFONO: 224-8137 234-2581 FAX: 221-6451



**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435**

F-091

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Area:
Pruebas y Ensayos

Version:
0

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No. 4-721
CLIENTE/CLIENT: CUSA
PROYECTO/ PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
LOCALIZACION/ LOCATION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
METODO/METHOD: A

SONDÉO/ BEROHOLE:
MUESTRA/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

AMA- 1
1
8.75-9.65 m
03-Aug-21
C. CORDOBA

DATOS INICIALES/ INITIAL DATA:	
Altura inicial del suelo/ Initial height of soil, Hi (cm)	2.20
Diámetro del suelo/ Diameter of soil, d (cm)	5.09
Gravedad Específica del suelo/ Specific Gravity, Gs	2.40
Área del suelo/ Area of soil, A (cm ²)	20.35
Volumen inicial del suelo/ Initial volume of soil, V (cm ³)	44.77

DATOS DE MUESTRA/SAMPLE DATA
ESTRUCTURA/STRUCTURE:
DESCRIPCION/DESCRIPTION:

HOMOGENEA

Contenido de humedad inicial de las taras/ Water Content from tares		
Tara No./ Tare No.	40	40
Tara + suelo húmedo/ Tare + Wet Soil, g	94.8	94.8
Peso de tara/ Tare mass, g	25.3	25.3
Tara + suelo seco/ Tare + dry soil, g	58.2	58.2
Contenido de humedad/ Water Content, w (%)	111.25	111.25
Contenido de humedad promedio/ Average water content (%)	111.25	

HUMEDAD INICIAL/ INITIAL WATER CONTENT	
Peso del anillo + probeta húmeda/ Ring + wet soil (g)	181.90
Peso del anillo/ Ring mass (g)	119.00
Peso del suelo húmedo/ Wet soil mass (g)	62.90
Peso del suelo seco/ Dry Soil mass, Ws (g)	30.00
Contenido de humedad inicial/ Initial water content of soil, ω (%)	109.67
Grado de saturación inicial/ initial degree of saturation, Si (%)	100.00

HUMEDAD FINAL/ FINAL WATER CONTENT	
Vidrio + Anillo + Probeta húmeda final/ Glass+Ring+wet soil (g)	253.80
Vidrio + Anillo + Probeta seca final/ Glass+ring+dry soil (g)	243.10
Peso del agua final/ Water mass, Wwf (g)	10.70
Volumen de agua final/ Volume of water Vwf (cm ³)	10.70
Peso del vidrio/ Glass mass, (g)	94.10
Peso del suelo seco/ Dry Soil mass, Ws (g)	30.00
Contenido de humedad final/ Final water content of soil, ω_f (%)	35.67

Deformación total de la muestra/ Total displacement of soil, ΔH (cm): 1.110488

RESULTADOS/ RESULT	
Altura de sólidos calculada/ Calculated height of solids, Hs (cm)	0.614
Altura inicial de vacíos/ Initial height of voids, Hvi (cm)	1.586
Relación de vacíos inicial/ Initial Void Ratio, ei	2.581
Altura final de vacíos/ Final height of voids, Hvf (cm)	0.475
Relación de vacíos final/ Final Void ratio, ef	0.774
Grado de saturación final/ Final degree of saturation (assumed), Sf (%)	100.00
Contenido de humedad final/ Final water content, ω_f (%)	35.67

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST					
Equipo/Equipment	ODOMETER BALANCE	Serie/Serial 260 927	Equipo/Equipment	RING GLASS	Serie/Serial 16 D22
Equipo/Equipment			Equipo/Equipment		

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by: C. CORDOBA
Compilado por / Compiled by: L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by: L. NAVARRO
Presentado por / Presented by: L. NAVARRO



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA DE DARRAMCOY INGENIEROS S.A.
ASOCIATARIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

F-091

Fecha Efectiva
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Versión:
0

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.
CLIENTE/CLIENT:
PROYECTO/ PROJECT:

4-721

CUSA

INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA

LOCALIZACION/ LOCATION:
METODO/METHOD:

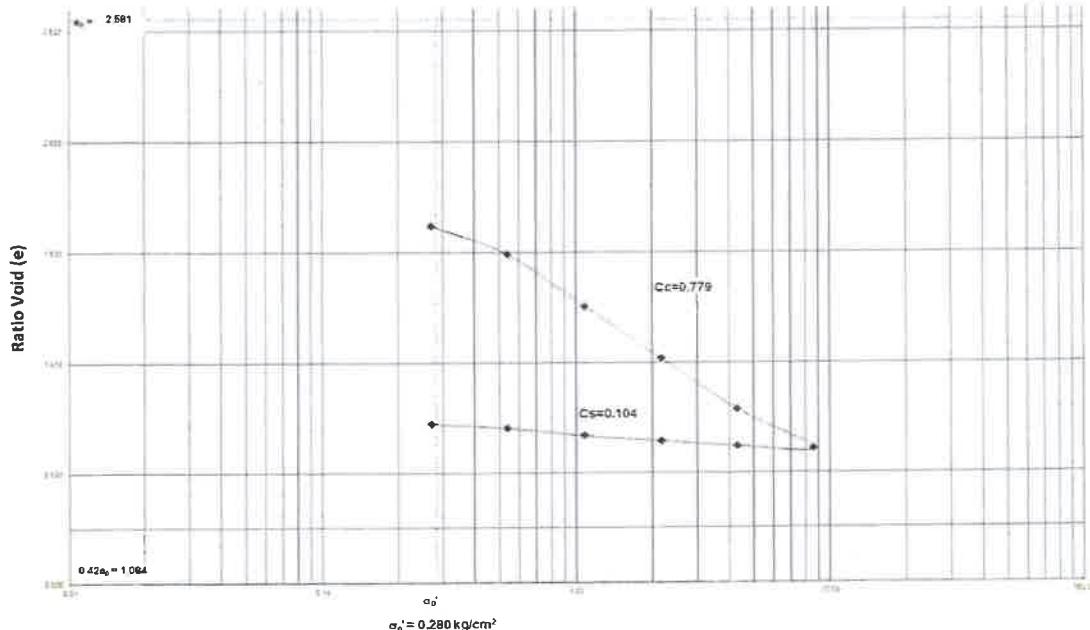
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA

CONSOLIDATION CURVE

Ring : 16 Borehole: AMADOR 1 Depth: 8.75-9.65 m

SONDEO/ BEROHOLE:
MUESTRAS/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

AMA-1
1
8.75-9.65 m
03-Aug-21
C. CORDOBA



Vertical Effective Stress (kg/cm³)

Equipo/Equipment Equipo/Equipment	EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST			RING GLASS	Serie/Serial Serie/Serial	16 D22
	ODOMETER BALANCE	Serie/Serial Serie/Serial	260 927			

OBSERVACIONES / REMARKS:

EL MATERIAL SE ENCUENTRA NORMALMENTE CONSOLIDADO.

Ensayado por/Tested by:
Compilado por / Compiled by:

C. CÓRDOBA
L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:

L. NAVARRO

L. NAVARRO



TECNILAB, S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
LICENCIAS
N° 192
LICENCIAS DE CALIBRACIÓN Y ASOC. S.A.

ENsayo de CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.:
4-721
CLIENTE/CLIENT:
CUSA
PROYECTO/ PROJECT:
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
LOCALIZACIÓN/ LOCATION:
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
MÉTODO/METHOD:
A

SONDEO/ BEROHOLE:
1
MUESTRA/SAMPLE:
8.75-9.65 m
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
3-Aug-21
FECHA/ DATE:
G. CÓRDOBA
TECNICO/ TECHNICIAN:

DATA LOADING FOR 26.5 kPa					
Time (min)	Time (Seconds)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)
0	0	0	0	0.00000	0
0.1	6	2.44949	0.279	0.316228	0.279
0.25	15	3.87298	0.361	0.500000	0.361
0.5	30	5.47723	0.472	0.70707	0.472
1	60	7.74597	0.638	1.000000	0.638
2	120	10.95445	0.871	1.414214	0.871
4	240	15.49193	1.247	2.000000	1.247
8	480	21.90890	1.859	2.828427	1.859
15	900	30.00000	2.515	3.872983	2.515
30	1800	42.42641	3.703	5.477226	3.703
60	3600	60.00000	4.763	7.745967	4.763
120	7200	84.85281	5.481	10.954451	5.481
240	14400	120.00000	5.664	15.491933	5.664
480	28800	169.70563	5.766	21.908902	5.766
1440	86400	293.953877	5.913	37.947332	5.913

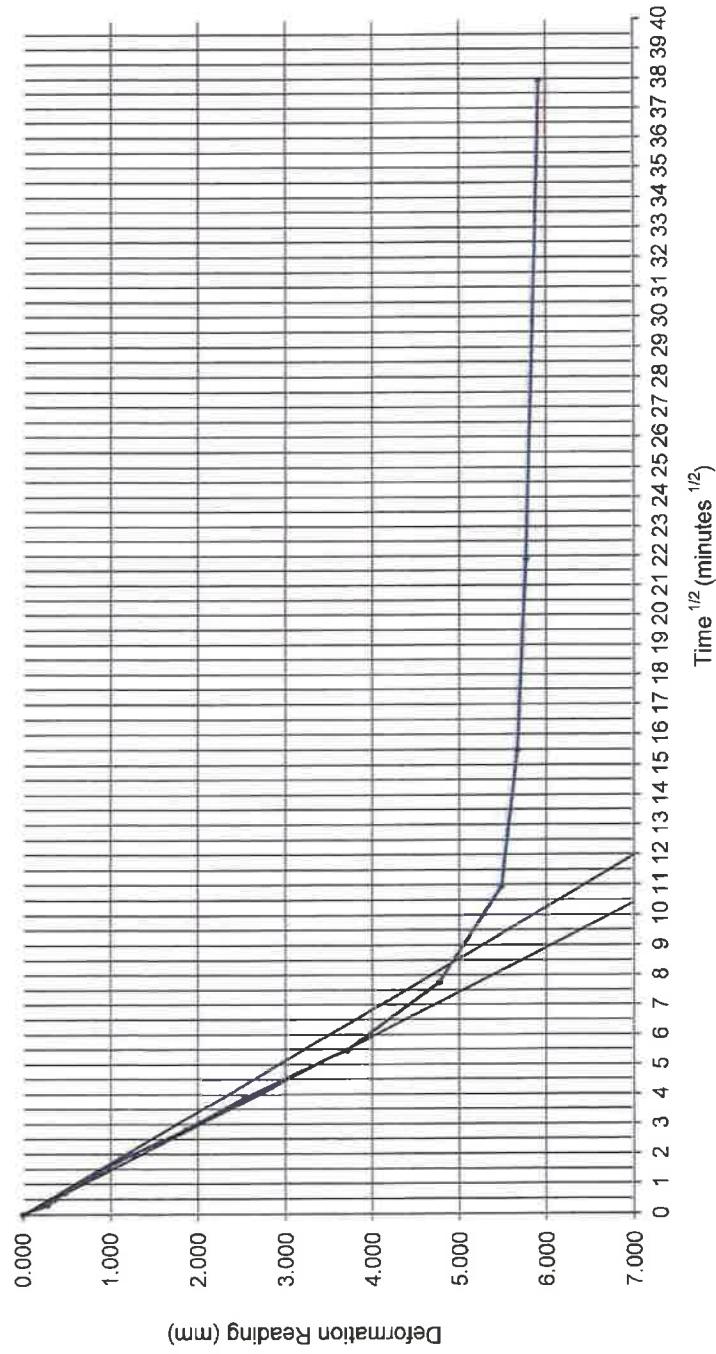
Equipo/Equipment	EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST			Serie/Serial RING GLASS	Serie/Serial Serie/Serial D22
	ODOMETER BALANCE	Serie/Serial 260 927	Equipo/Equipment Equipo/Equipment		

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/ Tested by: **C. CÓRDOBA**
Compilado por / Compiled by: **L. NAVARRO**
Revisado por/ Reviewed by: **L. NAVARRO**
Presentado por / Presented by: **L. NAVARRO**



PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
Job No.: 4-721 Date: 3-Aug-21
Borehole: AMA-1 Depth: 8.75-9.65 m
Load: 27 kPa
Time 1/2 vs Deformation





TECNILAB, S.A.
EST. 1973
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435**

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2014

Área:
Pruebas y Ensayos

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.:
CLIENTE/CLIENT:
PROYECTO/ PROJECT:
LOCALIZACION/ LOCATION:
MÉTODO/METHOD:

4.721
CUSA
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
A

SONDEO/ BOROHOLE:
MUESTRAS/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

AMA-1
1
8.75.9 65 m
3-Aug-21
C. CORDOBA

Time (min)	Time (Seconds)	Time $^{1/2}$ (Segundos)	Deformation (mm)	Time $^{1/2}$ (Seconds)	Deformation (mm)	Time $^{1/2}$ (Seconds)	Deformation (mm)	Time $^{1/2}$ (Seconds)	Deformation (mm)
0	0	0.00000	0	0.00000	0	0.00000	0	0.00000	0
0.1	6	2.44949	0.127	0.31623	0.127	0.50000	0.145	0.70711	0.165
0.25	15	3.87298	0.145	0.50000	0.145	1.00000	0.206	1.41421	0.257
0.5	30	5.47723	0.165	0.70711	0.165	2.00000	0.338	2.82843	0.450
1	60	7.74597	0.206	1.00000	0.206	3.00000	0.450	3.87298	0.561
2	120	10.95445	0.257	1.41421	0.257	4.00000	0.660	5.47723	0.620
4	240	15.49193	0.338	2.00000	0.338	7.46597	0.701	7.74597	0.701
8	480	21.90890	0.450	2.82843	0.450	10.95445	0.721	15.49193	0.721
15	900	30.00000	0.561	3.87298	0.561	15.49193	0.721	21.90890	0.757
30	1800	42.42641	0.620	5.47723	0.620	21.90890	0.757	29.39877	0.792
60	3600	60.00000	0.660	7.74597	0.660	29.39877	0.792	37.94733	0.792
120	7200	84.85281	0.701	10.95445	0.701	37.94733	0.792		
240	14400	120.00000	0.721	15.49193	0.721				
480	28800	169.70563	0.757	21.90890	0.757				
1440	86400	293.93877	0.792						

Equipo/Equipment	ODOMETER BALANCE	Serie/Serial Serie/Serial	260 927	Equipo/Equipment Equipo/Equipment	RING GLASS	Serie/Serial Serie/Serial	16 D22

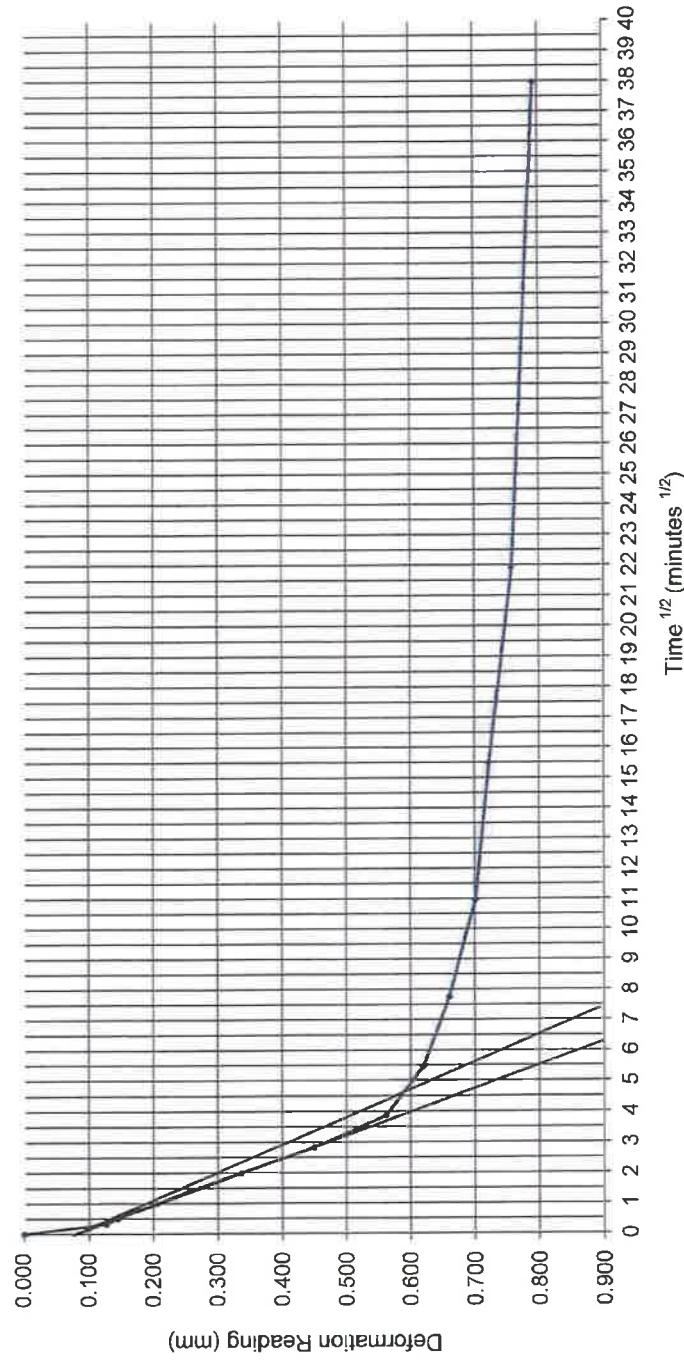
OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by:
Compilado por / Compiled by:
C. CÓRDOBA
L.NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO



PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
Job No.: 4-721 Date: 3-Aug-21
Borehole: AMA-1 Depth: 8.75-9.65 m
Load: 53 kPa
Time 1/2 vs Deformation





ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

F-091

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.: 4-721
CLIENTE/CLIENT: CUSA
PROYECTO/PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
LOCALIZACION/LOCATION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
METODO/METHOD: A

SONDEO/ BOREHOLE:
MUESTRAS/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

AMA-1
1
8.75-9.65 m
3-Aug-21
C. CÓRDOBA

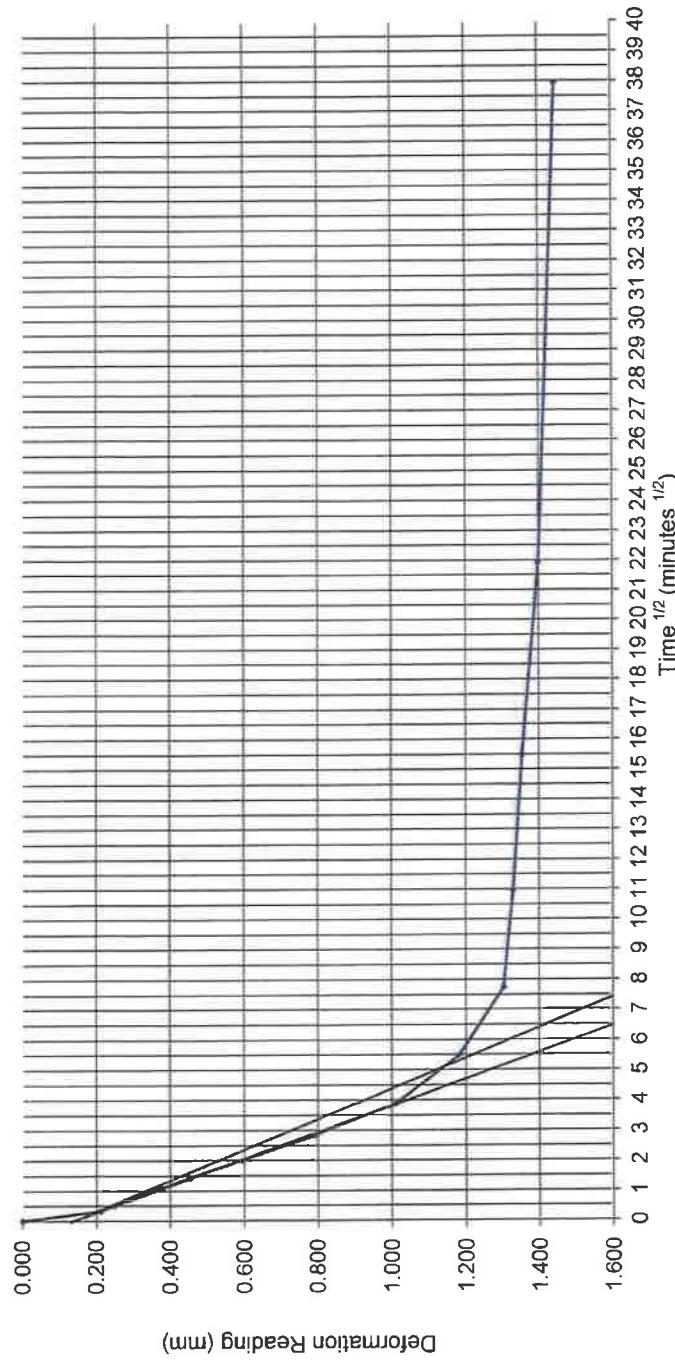
DATA LOADING FOR				106.0 kPa	1.15 Time ^{1/2}	
Time (min)	Time (Seconds)	Time ^{1/2} (Seconds)	Deformation (mm)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)	Deformation (mm)
0	0	0.0000	0	0.00000	0	0.00000
0.1	6	2.4495	0.211	0.31623	0.211	0.36366
0.25	15	3.8730	0.249	0.50000	0.249	0.57500
0.5	30	5.4772	0.284	0.70711	0.284	0.81317
1	60	7.7460	0.351	1.00000	0.351	1.15000
2	120	10.9545	0.452	1.41421	0.452	1.62635
4	240	15.4919	0.594	2.00000	0.594	2.30000
8	480	21.9089	0.790	2.82843	0.790	3.25269
15	900	30.0000	1.008	3.87298	1.008	4.45393
30	1800	42.4264	1.181	5.47723	1.181	6.29881
60	3600	60.0000	1.303	7.74587	1.303	8.90786
120	7200	84.8528	1.328	10.95445	1.328	12.59762
240	14400	120.0000	1.354	15.49193	1.354	17.81572
480	28800	169.7056	1.397	21.90890	1.397	25.19524
1440	86400	293.9388	1.445	37.94733	1.445	43.63943

Equipo/Equipment	ODOMETER	Serie/Serial	260	Equipo/Equipment	RING	Serie/Serial	16
Equipo/Equipment	BALANCE	Serie/Serial	927	Equipo/Equipment	GLASS	Serie/Serial	D22

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/ Tested by: C. CÓRDOBA
Compilado por / Compiled by: L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO





ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Area:
Pruebas y Ensayos

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.: 4-721
CLIENTE/CLIENT: CUSA
PROYECTO/ PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
LOCALIZACION/ LOCATION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMÁ
MÉTODO/METHOD: A

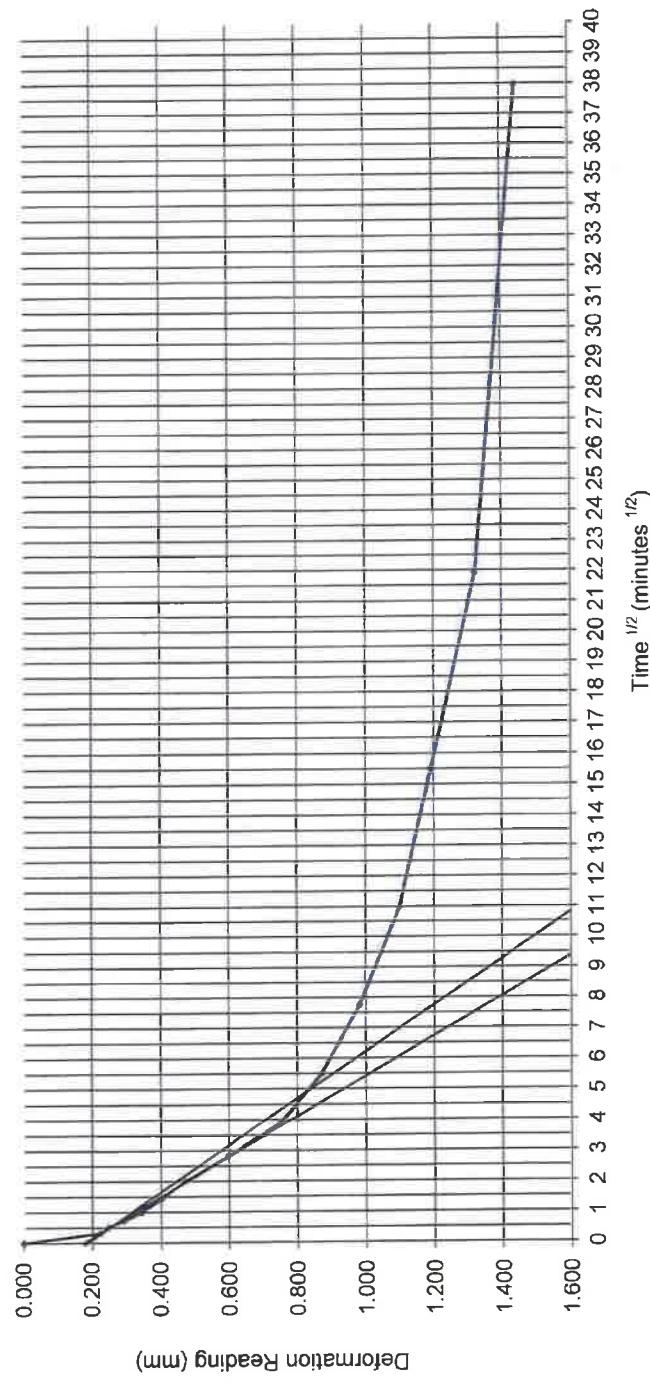
SONDEO/ BOROHOLE: :
MUESTRAS/SAMPLE: :
PROFUNDIDAD/ DEPTH: :
FECHA/ DATE: :
TECNICO/ TECHNICIAN: :

DATA LOADING FOR 212.1 kPa					
Time (min)	Time (Seconds)	Time $1/2$ (Seconds)	Deformation (mm)	Time $1/2$ (Seconds)	Deformation (mm)
0	0	0.00000	0	0.00000	0
0.1	6	2.44949	0.224	0.31623	0.224
0.25	15	3.87298	0.246	0.50000	0.246
0.5	30	5.47723	0.290	0.70711	0.290
1	60	7.74597	0.343	1.00000	0.343
2	120	10.95445	0.401	1.41421	0.401
4	240	15.49193	0.470	2.00000	0.470
8	480	21.90890	0.597	2.82843	0.597
15	900	30.00000	0.749	3.87298	0.749
30	1800	42.42641	0.869	5.47723	0.869
60	3600	60.00000	0.980	7.74597	0.980
120	7200	84.85281	1.097	10.95445	1.097
240	14400	120.00000	1.191	15.49193	1.191
480	28800	169.70563	1.321	21.90890	1.321
1440	86400	293.93877	1.443	37.94733	1.443

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST		
Equipo/Equipment	Serie/Serial	Equipo/Equipment
ODOMETER	280	RING
BALANCE	927	GLASS

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by: C. CÓRDOBA
Compilado por / Compiled by: L. NAVARRO
Revisado por/Reviewed by: L. NAVARRO
Presentado por / Presented by: L. NAVARRO





TECNILAB, S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
LUDWIG, 1973

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.
CLIENTE/CLIENT:
PROYECTO/ PROJECT:
LOCALIZACION/LOCATION:
MÉTODO/METHOD:

4-721
CUSÁ
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
A

SONDEO/ BEROHOLE:
MUESTRA/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

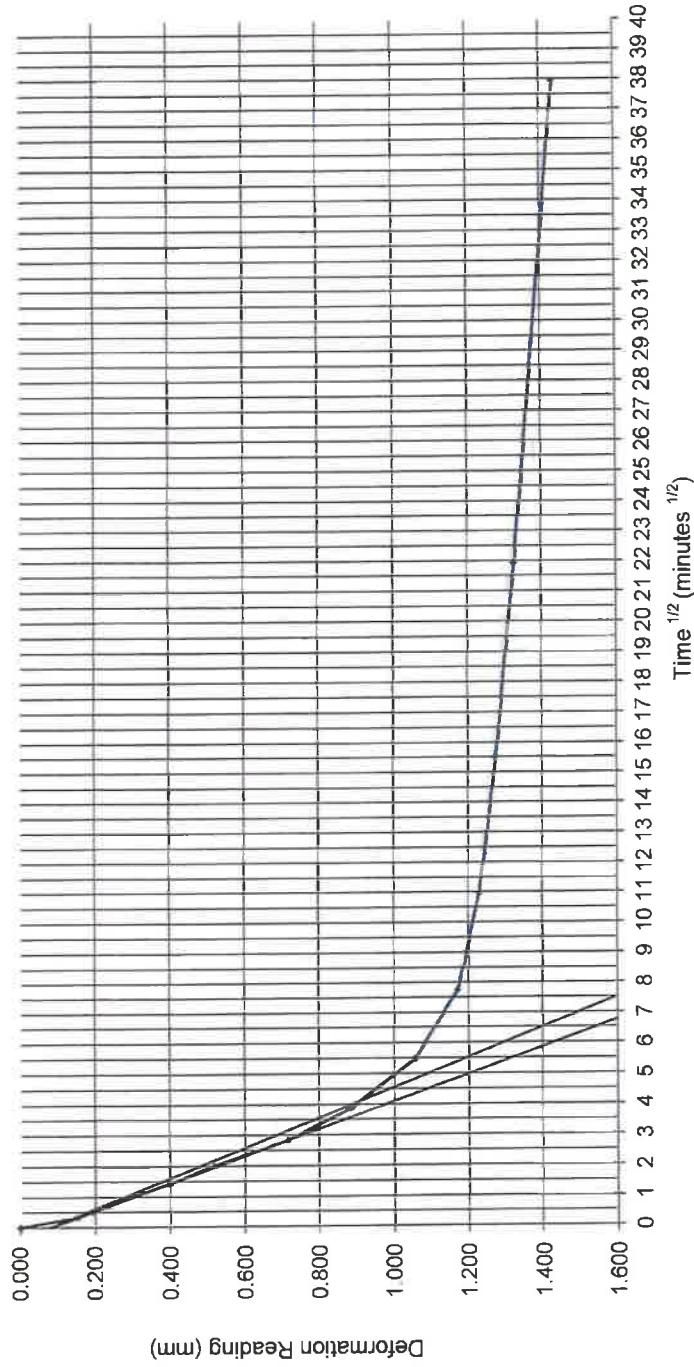
AMA-1
1
8.75-9.65 m
3 Aug-21
C. CÓRDOBA

Time (min)	Time (Seconds)	Time $1/2$ (Seconds)	Deformation (mm)																
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	6	2.44849	0.152	3.87298	0.191	5.47723	0.234	7.74597	0.295	10.95445	0.399	15.49193	0.518	21.90890	0.716	30.00000	0.886	42.42641	1.057
0.25	15	3.87298	0.191	5.47723	0.234	7.74597	0.295	10.95445	0.399	15.49193	0.518	21.90890	0.716	30.00000	0.886	42.42641	1.057	5.4772256	1.057
0.5	30	5.47723	0.234	7.74597	0.295	10.95445	0.399	15.49193	0.518	21.90890	0.716	30.00000	0.886	42.42641	1.057	5.4772256	1.057	7.7459667	1.171
1	60	7.74597	0.295	10.95445	0.399	15.49193	0.518	21.90890	0.716	30.00000	0.886	42.42641	1.057	5.4772256	1.057	7.7459667	1.171	10.9544512	1.229
2	120	10.95445	0.399	15.49193	0.518	21.90890	0.716	30.00000	0.886	42.42641	1.057	5.4772256	1.057	7.7459667	1.171	10.9544512	1.229	12.59762	1.275
4	240	15.49193	0.518	21.90890	0.716	30.00000	0.886	42.42641	1.057	5.4772256	1.057	7.7459667	1.171	10.9544512	1.229	12.59762	1.275	15.4919334	1.326
8	480	21.90890	0.716	30.00000	0.886	42.42641	1.057	5.4772256	1.057	7.7459667	1.171	10.9544512	1.229	12.59762	1.275	15.4919334	1.326	17.81572	1.376
15	900	30.00000	0.886	42.42641	1.057	5.4772256	1.057	7.7459667	1.171	10.9544512	1.229	12.59762	1.275	15.4919334	1.326	17.81572	1.376	21.9089023	1.376
30	1800	42.42641	1.057	5.4772256	1.057	7.7459667	1.171	10.9544512	1.229	12.59762	1.275	15.4919334	1.326	17.81572	1.376	21.9089023	1.376	28.80000	1.433
60	3600	60.00000	1.171	84.85281	1.229	120.00000	1.275	169.70563	1.326	293.93877	1.433	37.9473319	1.433	43.63943	1.433	28.80000	1.433	293.93877	1.433
120	7200	84.85281	1.229	120.00000	1.275	169.70563	1.326	293.93877	1.433	37.9473319	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	28.80000	1.433	293.93877	1.433
240	14400	120.00000	1.275	169.70563	1.326	293.93877	1.433	37.9473319	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	28.80000	1.433	293.93877	1.433
480	28800	169.70563	1.326	293.93877	1.433	37.9473319	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	28.80000	1.433	293.93877	1.433
1440	86400	293.93877	1.433	37.9473319	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	43.63943	1.433	28.80000	1.433	293.93877	1.433

Equipo/Equipment	ODOMETER	Serie/Serial	280	Equipo/Equipment	RING	Serie/Serial	16
Equipo/Equipment	BALANCE	Serie/Serial	927	Equipo/Equipment	GLASS	Serie/Serial	D22

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by: C. CÓRDOBA
Compiado por / Compiled by: L. NAVARRO
Revisado por/Reviewed by: L. NAVARRO
Presentado por / Presented by: L. NAVARRO





ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Versión:
0

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.:
CLIENTE/CLIENT:
PROYECTO/ PROJECT:
LOCALIZACION/ LOCATION:
MÉTODO/METHOD:

4-721
CUSA
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMÁ
A

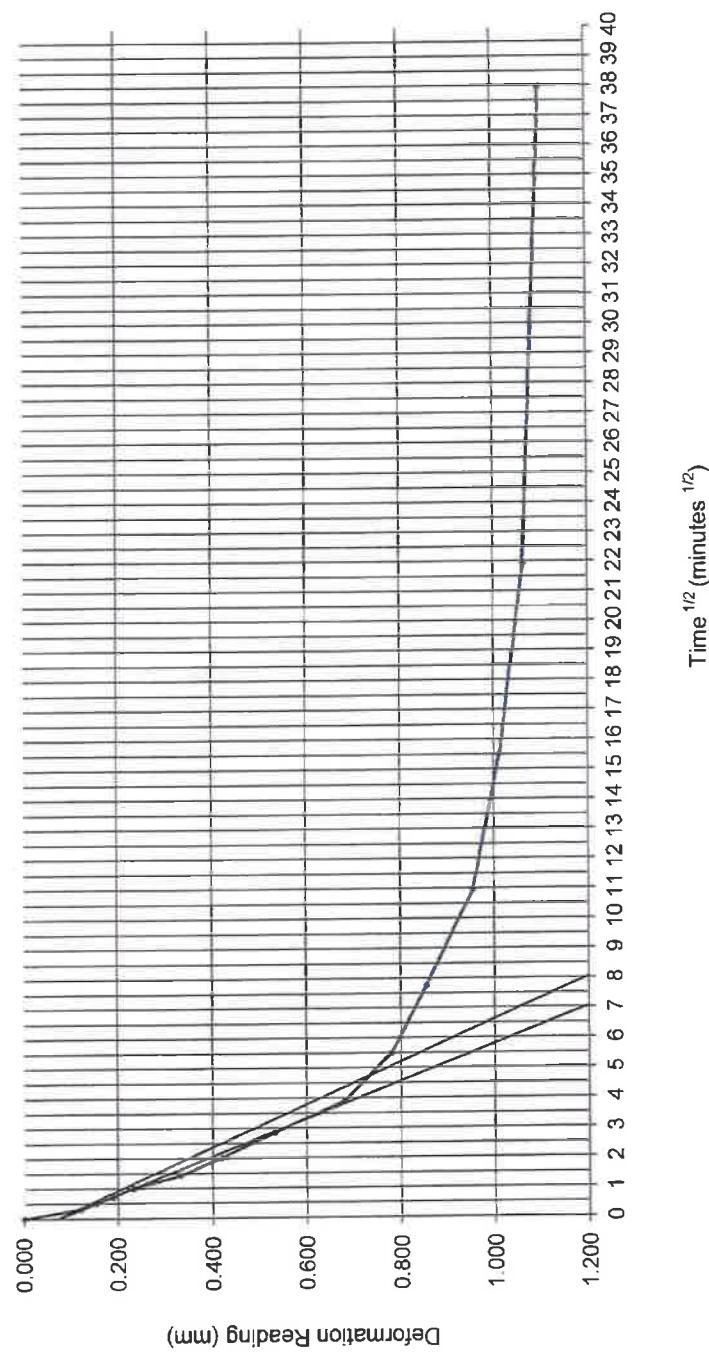
SONDEO/ BEROHOLE.:
MUESTRA/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TÉCNICO/ TECHNICIAN:

Time (min)	Time (Seconds)	Time $^{1/2}$ (Seconds)	Deformation (mm)						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	6	2.44949	0.122	0.31623	0.122	0.50722	0.152	0.363862	0.152
0.25	15	3.87298	0.152	0.50000	0.152	0.70711	0.188	0.575000	0.188
0.5	30	5.47723	0.188	0.70711	0.188	1.00000	0.231	0.813173	0.231
1	60	7.74597	0.231	1.00000	0.231	1.41421	0.330	1.150000	0.330
2	120	10.95445	0.330	2.00000	0.419	2.00000	0.419	1.626346	0.419
4	240	15.49193	0.419	2.82843	0.531	3.252691	0.531	2.300000	0.531
8	480	21.90890	0.531	3.87298	0.681	4.453931	0.681	3.87298	0.681
15	900	30.00000	0.681	42.42641	0.780	5.47723	0.780	6.298809	0.780
30	1800	42.42641	0.780	60.00000	0.856	7.74597	0.856	8.907862	0.856
60	3600	60.00000	0.856	84.85281	0.955	10.95445	0.955	12.597619	0.955
120	7200	84.85281	0.955	120.00000	1.011	15.49193	1.011	17.815723	1.011
240	14400	120.00000	1.011	169.70563	1.062	21.90890	1.062	25.195238	1.062
480	28800	169.70563	1.062	293.53877	1.100	37.94733	1.100	43.639432	1.100

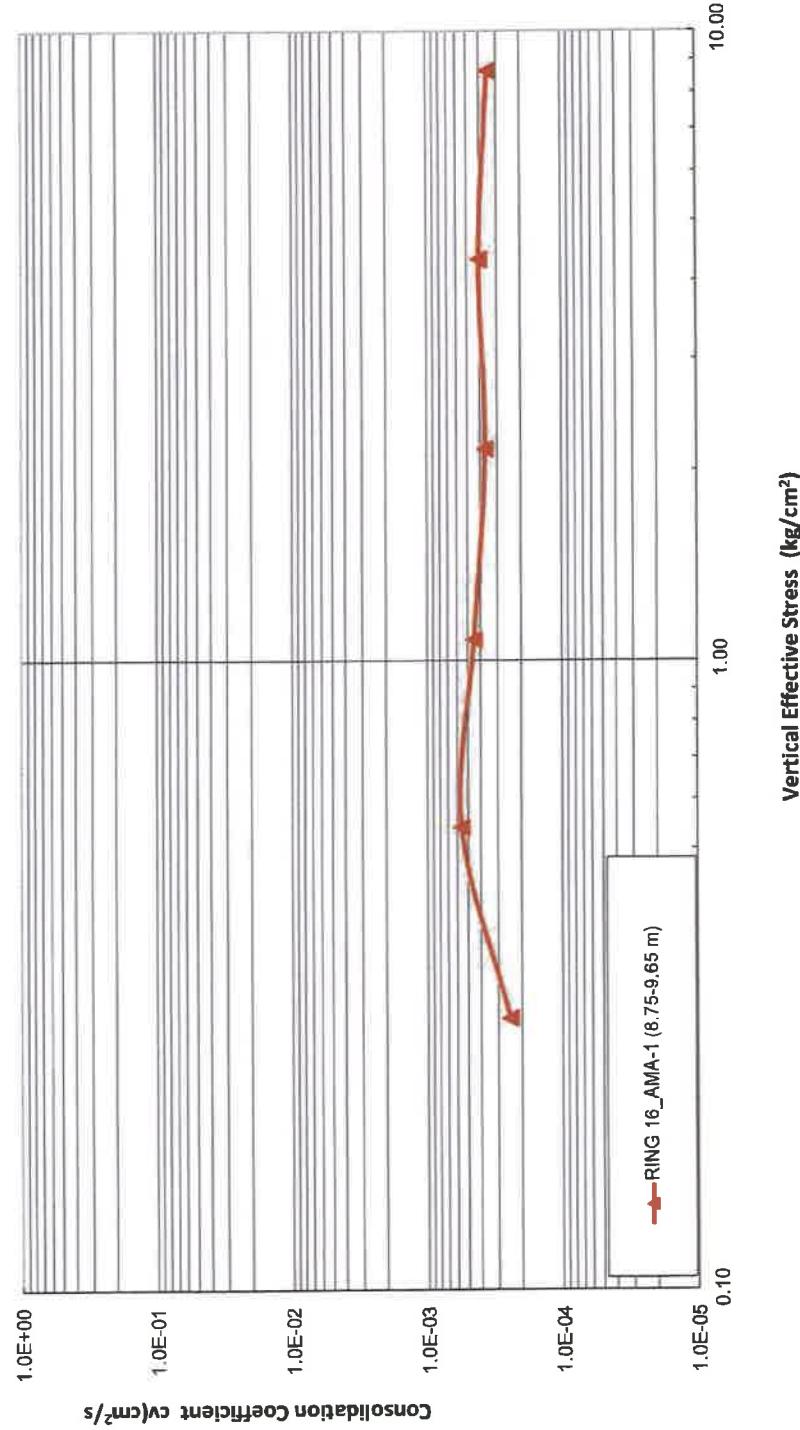
Equipo/Equipment	ODOMETER BALANCE	Serie/Serial Serie/Serial	260 927	Equipo/Equipment Equipo/Equipment	RING GLASS	Serie/Serial Serie/Serial	16 D22
------------------	---------------------	------------------------------	------------	--------------------------------------	---------------	------------------------------	-----------

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by: C. CÓRDOBA
Compilado por / Compiled by: L. NAVARRO
Revisado por/Reviewed by: L. NAVARRO
Presentado por / Presented by: L. NAVARRO



CONSOLIDATION COEFFICIENT VS VERTICAL EFFECTIVE STRESS





TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.:	4-721	HOYO No.:	AMA-3	HOJA No.:	1	DE	4	PERFORADORA:	10-18	
PROYECTO :	INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR									
LOCALIZACION:	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA									
CLIENTE :	CONSTRUCTORA URBANA, S.A.									
COORDENADAS:	659994	E	988675	N	ELEV. DE PLATAFORMA: 3.996					
PROF. * ELEV	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	N SPT	q _u kg/cm ²	RQD	PENETRACION cm	% RECUPERACION	
0.00										
0.50										
1.00										
1.50										
2.00										
2.50		ELEVACION DE LA BARCAZA								
3.00										
3.50										
4.00										
4.50										
5.00										
5.50		CONTACTO CON EL LECHO MARINO								
6.00										
6.20										
6.50										
6.80		LAMA CON ARENA, CONSISTENCIA SUAVE, PLASTICIDAD BAJA Y CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD MEDIO. COLOR GRIS OSCURO CON VETAS BLANCAS.	1	A	1 1 1	0.25	45	67	33.55	
7.00										
7.25										
ABREVIATURAS		RQD - Índice de Calidad de la Roca A - Alterada I - Inalterada R - Roca T - Broca Trícono HW - Con el Peso del Martillo C - Doble Tubo Broca de Carburo D - Doble Tubo Broca de Diamante	OBSERVACIONES: NF: — PERFORADOR: M. SALAS DESCRIPCION / DIBUJO: R. CEDEÑO						GEÓLOGO: V. OSÉS	



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.:	4-721	HOYO No.:	AMA-3	HOJA No.:	2	DE	4	PERFORADORA:	10-18			
PROYECTO :	INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR											
LOCALIZACION:	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA											
CLIENTE :	CONSTRUCTORA URBANA, S.A.											
COORDENADAS:	659994	E	988675	N	ELEV. DE PLATAFORMA:	3.996	FECHA:	16-July-2021				
PROF. * ELEV.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm ²	RQD	PENETRACION cm	% RECUPERACION	% HUMEDAD NATURAL	FORRO	HERRAMIENTA
8.00		7.25 - 8.15 m. LIMO (MH)	1	-				90	78			SH
9.00			2	A	3			45	100	30.65		T
9.20					3	0.50						S
10.00					2							T
10.50			3	A	4							S
10.70					4	1.00						T
11.00					5							S
11.50			4	A	8							T
12.00					7	2.26						S
12.20		LAMA CON ARENA, CONSISTENCIA MEDIANAMENTE FIRME A DURA, PLASTICIDAD BAJA Y CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD MEDIO A BAJO. COLOR GRIS OSCURO CON VETAS BLANCAS.			10							T
12.50			5	A	8							S
13.00					7	1.80						T
13.50					7							S
13.70												T
14.00												S
14.50												T
15.00												S
15.50												T
ABREVIATURAS:		RQD - Índice de Calidad de la Roca S - Sacar Muestras Partido P - Posterior qu - Compresión Simple								OBSERVACIONES:		
A - Alterada		NF: -								GEÓLOGO: V. OSES		
I - Inalterada		PERFORADOR: M. SALAS										
R - Roca		DESCRIPCION / DIBUJO: R. CEDEÑO										
T - Broca Trícono												
HW - Con el Peso del Martillo												
C - Doble Tubo Broca de Carburo												
D - Doble Tubo Broca de Diamante												



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.:	4-721	HOYO No.:	AMA-3	HOJA No.:	3	DE	4	PERFORADORA:	10-18					
PROYECTO : INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR														
LOCALIZACION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA														
CLIENTE: CONSTRUCTORA URBANA, S.A.														
COORDENADAS:	659994	E	988675	N	ELEV. DE PLATAFORMA:	3.996	FECHA:	16-July-2021						
PROF	ELEV	SIMBOL	DESCRIPCION DEL MATERIAL		MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm ²	RQD	PENETRACIÓN cm	% RECUPERACION	% HUMEDAD NATURAL	FORRO	HERRAMIENTA
15.65					6	A		+10		10	100	23.3		S
15.75					7	A			0	75	86.67			D
16.50					8	A				0	150	64		D
18.00			15.75m-20.00m.: SUELO RESIDUAL, COMPUESTO POR LIMO ARENOSO, DE COLOR GRIS OSCURO CON PINTAS BLANCAS, CON FRAGMENTOS DE ROCA, CON TAMAÑOS DE 0.04 - 0.06 m. DE MORFOLOGIA SUBREDONDEADOS Y SUBANGULOSOS, HUMEDO, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONSISTENCIA FIRME, ESTRUCTURA HETEROGENEA, CON CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA MEDIA.		9	A				0	100	55	HW	D
19.00					10	A				0	100	36		D
20.00			20.00m -23.50m.: SUELO RESIDUAL (EN CONTACTO CON FORMACION DE ROCA) LIMO ARCILLOSO, DE COLOR GRIS OSCURO CON PINTAS BLANCAS Y MANCHAS BLANCAS, CON FRAGMENTOS DE ROCA, CON TAMAÑOS DE 0.12 m,		11	A				0	100	33		D
ABREVIATURAS:			RQD - Índice de Calidad de la Roca		OBSERVACIONES:		GEÓLOGO: V. OSSES							
A - Alterada			S - Sacar Muestras Partida		NF: -									
I - Inalterada			P - Posteador		PERFORADOR: M. SALAS									
R - Rocas			qu - Compresión Simple		DESCRIPCION / DIBUJO: R. CEDEÑO									
T - Broca Trícono														
HW - Con el Peso del Martillo														
C - Doble Tubo Broca de Carburo														
D - Doble Tubo Broca de Diamante														

FIN DEL SONDEO



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.:	4-721	HOYO No.:	AMA-3	HOJA No.:	4	DE	4	PERFORADORA:	10-18				
PROYECTO :	INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR												
LOCALIZACION:	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA												
CLIENTE :	CONSTRUCTORA URBANA, S.A.												
COORDENADAS:	659994	E	988675	N	ELEV. DE PLATAFORMA: 3.996				FECHA: 16-July-2021				
PROF	ELEV.	SIMBOL	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm ²	RQD	PENETRACIÓN cm	% RECUPERACION	% HUMEDAD NATURAL	FORRO	HERRAMIENTA
21.00				12	A			0.0	100	31			D
22.00			... DE MORFOLOGIA SUBANGULOSOS Y SUBREDONDEADOS, HUMEDO, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONSISTENCIA FIRME A MUY FIRME, ESTRUCTURA HETEROGENEA, CON CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA MEDIA. EN CONTACTO SUBYACENTE CON ROCA SANA	13	A			0.0	150	70			D
23.50			FIN DEL SONDEO										
ABREVIATURAS:		RQD - Índice de Calidad de la Roca		OBSERVACIONES:		GEÓLOGO: V. OSÉS							
A - Alterada		S - Sacar Muestras Partido		NF: --									
I - Inalterada		P - Posteador		PERFORADOR: M. SALAS									
R - Roca		qu - Compresión Simple		DESCRIPCION / DIBUJO: R. CEDEÑO									
T - Broca Tícone													
HW - Con el Peso del Martillo													
C - Doble Tubo Broca de Carburo													
D - Doble Tubo Broca de Diamante													



FUNDADA
EN 1977

DATOS SOBRE TESTIGOS DE ROCA

TRABAJO NO:	4-721	HOYO No.:	AMA-3	HOJA No.:	1	DE	1	BROCA TAMAÑO:	HQ												
PROYECTO:	INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR								FECHA:	7/16/2021											
LOCALIZACION	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA																				
CLIENTE:	CONSTRUCTORA URBANA S.A.				ELEVACION DE PISO	3.996	PLATAFORMA(m):	3.996	COORDENADAS:	659994 E 988675 N											
Profundidad		Elevación		FOTOGRAFIA DE LOS TESTIGOS				LONGITUD	RQD	DENSIDAD	COMP.	Is									
Inicio	Final	Inicio	Final					REC.	MOD.	DENSIDAD	AXIAL	MPa									
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	g/cm³	kg/cm²	MPa													
15.75	16.50	—	—	0.60	0.00	0	—	—													
16.50	18.00	—	—	0.96	0.00	0	—	—													
18.00	19.00	—	—	0.52	0.00	0	—	—													
19.00	20.00	—	—	0.29	0.00	0	—	—													
20.00	21.00	—	—	0.31	0.00	0	—	—													
21.00	22.00	—	—	0.27	0.00	0	—	—													
22.00	23.50	—	—	1.04	0.00	0	—	—													
15.75m - 20.00m: SUELO RESIDUAL, COMPUSTO POR LIMO ARENOSO, DE COLOR GRIS OSCURO CON PINTAS BLANCAS, CON FRAGMENTOS DE ROCA, CON TAMAÑOS DE 0.04 - 0.06 cm, DE MORFOLOGIA SUBREDONDEADOS Y SUBANGULOSOS, HUMEDO, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONSISTENCIA FIRME, ESTRUCTURA HETEROGENEA, CON CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA MEDIA.																					
22.00m - 23.50m: SUELO RESIDUAL (EN CONTACTO CON FORMACION DE ROCA) LIMO ARCILLOSO, DE COLOR GRIS OSCURO CON PINTAS BLANCAS Y MANCHAS BLANCAS, CON FRAGMENTOS DE ROCA, CON TAMAÑOS DE HASTA 12 cm, DE MORFOLOGIA SUBANGULOSOS Y SUBREDONDEADOS, HUMEDO, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONSISTENCIA FIRME A MUY FIRME, ESTRUCTURA HETEROGENEA, CON CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA MEDIA. EN CONTACTO SUBYACENTE CON ROCA SANA.																					
TESTIGO DE ROCA PARA ENsayo 																					
OBSERVACIONES:																					
<p>RQD</p> <table> <tr> <td>0-25</td> <td>Muy mala</td> </tr> <tr> <td>26-50</td> <td>Mala</td> </tr> <tr> <td>51-75</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>76-90</td> <td>Buena</td> </tr> <tr> <td>91-100</td> <td>Excelente</td> </tr> </table>												0-25	Muy mala	26-50	Mala	51-75	Regular	76-90	Buena	91-100	Excelente
0-25	Muy mala																				
26-50	Mala																				
51-75	Regular																				
76-90	Buena																				
91-100	Excelente																				
Dibujado por: R. CEDEÑO																					
Geólogo: V. OSÉS																					
Perforador: M. SALAS																					



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL/NATURAL MOISTURE CONTENT
ASTM D 2216

F-081

Pruebas y Ensayos/ Test and Trials
Área/Area:

Nº Formato
14776-1A-2021

TRABAJO/Nº JOB Nº: 4-721
PROYECTO/PROJECT: _____

LOCALIZACION/LOCATION: _____

MUESTREO/RECEPCION BY: _____

FECHA DE RECEPCION/DATE RECEPCION: 22-Jul-21

MÉTODO DE MUESTREO/ESTÁNDAR PRACTICE FOR SAMPLING: _____

CLIENTE/CLIENT: CUSA
INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR

CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA

TECNILAB S.A.

FECHA/DATE: 16-Jul-21

FECHA DE ENSAYO /TEST DATE: 22-Jul-21

FECHA DE REPORTE /REPORT DATE: _____

HOYO NO /HOLE #: AMA-3
MUESTRAS/SAMPLE: 1-6

PROFUNDIDAD/DEPTH: 6.80 - 15.75

MATERIAL/MATERIAL: _____

FUENTE / SOURCE: _____

No.	Muestra No./Sample No.	1	2	3	4	5	6
1	Material/Material						
2	Hoyo No./Borehole No.	<u>AMA-3</u>	<u>AMA-3</u>	<u>AMA-3</u>	<u>AMA-3</u>	<u>AMA-3</u>	<u>AMA-3</u>
3	Profundidad/Depth	<u>6.80 - 7.25</u>	<u>9.20 - 9.65</u>	<u>10.70 - 11.15</u>	<u>12.20 - 12.65</u>	<u>13.70 - 14.15</u>	<u>15.65 - 15.75</u>
4	Tara No./Can No.	<u>A1</u>	<u>151</u>	<u>A2</u>	<u>A3</u>	<u>X16</u>	<u>18</u>
5	Tara + Suelo Húmedo/ Mass of wet Soil + Can (g)	<u>225.4</u>	<u>226.6</u>	<u>208.1</u>	<u>230.2</u>	<u>214.4</u>	<u>226.0</u>
6	Tara + Suelo Seco/ Mass of dry Soil + Can (g)	<u>205.1</u>	<u>207.6</u>	<u>190.6</u>	<u>213.6</u>	<u>198.4</u>	<u>208.1</u>
7	Peso de Agua/ Mass of Water (g)	<u>20.30</u>	<u>19.00</u>	<u>17.50</u>	<u>16.60</u>	<u>16.00</u>	<u>16.90</u>
8	Peso de la Tara/ Mass of Can (g)	<u>144.6</u>	<u>145.6</u>	<u>144.8</u>	<u>145.6</u>	<u>145.6</u>	<u>136.6</u>
9	Peso del suelo seco/ Mass of dry soil (g)	<u>60.50</u>	<u>62.00</u>	<u>45.80</u>	<u>68.00</u>	<u>52.80</u>	<u>72.50</u>
10	Contenido de Humedad/ Moisture content (%)	<u>33.55</u>	<u>30.65</u>	<u>38.21</u>	<u>24.41</u>	<u>30.30</u>	<u>23.31</u>
11	Horas/Hour						

OBSERVACIONES/REMARKS: _____

Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	722	Equipo/Equipment:	No. Serie/Serial #:
	HORNO	No. Serie/Serial #:	436	Equipo/Equipment:	No. Serie/Serial #:

Muestreado en Campo para/Sampled on site by: Tecnilab S.A.
Ensayado por / Tested by: O. Estrada

Compilado por /Compiled by: R. Cedeno
Presentado por / Presented by: R. Cedeno

El presente informe no deberá a reproducirse, salvo la autorización escrita de TECNILAB, S.A.

Los resultados de este informe sólo sostén relación con las muestras indicadas en el mismo.

PARQUE LEFEVRE - AVENIDA PRIMERA, LOCAL No. 62 / APARTADO 08334-02414, PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA **TELEFONOS:** **224-9137, 224-3567** **FAX: 221-6451**

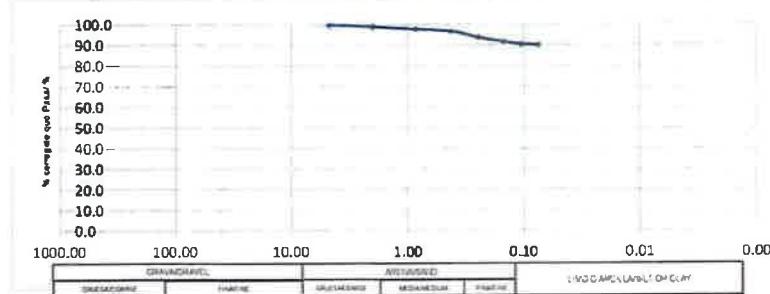
Versión 7

Fecha de Revisión: 12-nov-2019



F-060

TRABAJO No/ JOB #:	4-721	CLIENTE/ CLIENT:	CUSA	HOYO No / HOLE #:	AMA-3
PROYECTO/PROJECT:		INTERCONEXION CIBIA AMADOR		MUESTRA/SAMPLE:	3
LOCALIZACIÓN / LOCATION:		CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA		PROFUNDIDAD/DEPTH:	725 - 8 15
MUESTREADO POR / SAMPLED BY:	TECNILAB S.A	FECHA/DATE:	24-Jul-21	ELEVACION/ELEVATION:	-
ENSAYADO POR / TESTED BY:	TECNILAB S.A	FECHA/DATE:	25-Jul-21	MATERIAL/MATERIAL:	-
MÉTODO DE MUESTREO/ ESTÁNDAR PRACTICE FOR SAMPLING:				FUENTE / SOURCE:	-



RESUMEN/ SUMMARY	
L L	92.90
P L	52.4
P I	39.8
CLASIFICACIÓN SU C/S U C/S CLASSIFICATION	
MH	-
LIMC	-
CLASIFICACIÓN ASHTO/ ASHTO CLASSIFICATION	
A-7.5	-
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	4E
OBSERVACIONES/ REMARKS	

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE						AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE						'HIDRÓMETRO/HYDROMETER ASTM D 7928	
TAMANO/ SIZE	RETENIDO ACUMULADO/ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASAJE/ % PASSING	TAMANO/ SIZE	RETENIDO ACUMULADO/ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASAJE/ % PASSING	CANT. PASAJE/ CNT PASSING	ÍNDICE DE PARTECIA/ PARTICELLA	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTO PASSING			
6"				#4	100	0.4%	99.56	99.56	-	-			
5 1/2"				#16	240	1.10	98.90	98.90	-	-			
5"				#20	530	2.40	97.60	97.60	-	-			
3"				#40	740	3.30	96.70	96.70	-	-			
2 1/2"				#60	1410	6.30	93.70	93.70	-	-			
2"				#100	1880	8.40	91.60	91.60	-	-			
1 1/2"				#140	2160	9.60	90.40	90.40	-	-			
1"				#200	2250	10.00	90.00	90.00	-	-			
3/4"				FONDO					-	-			
1/2"				TOTAL					-	-			
3/8"	0.00	0.00	100.00	AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE						'HIDRÓMETRO/HYDROMETER ASTM D 7928			
#4	1.00	0.44	99.56	Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample						9			
FONDO				AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE									
TOTAL				Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample				225.00	0				
				Peso Seco Despues de Lavado/ Dry Weight after washed					9				

% GRAVA / % GRAVEL: 0.44 % ARENA / % SAND: 9.56 % FINOS / % FINE: 90.00

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution									
Equipo/Equipment:	Horno	No. Serie/Serial #:	0278	Equipo/Equipment:	-	No. Serie/Serial #:	-		
Equipo/Equipment:	Balanza 1	No. Serie/Serial #:	722	Equipo/Equipment:	-	No. Serie/Serial #:	-		
LÍMITE LIQUIDO/LIQUID LIMIT									
Ensayo No/ Test N°	1	2	3	Ensayo No/ Test N°	1	2			
Cápsula No/ Can N°	A	B	C	Cápsula No/ Can N°	D	E			
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	11.220	12.360	11.210	Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	9.210	8.310			
Capa + Suelo Húmedo/ Can+Soil (g)	29.110	26.160	29.150	Capa + Suelo Húmedo/ Can+Soil (g)	17.110	16.210			
Capa + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	20.620	20.540	20.350	Capa + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	14.360	13.460			
Agua/ Water (g)	8.490	7.520	8.800	Aqua/ water (g)	2.750	2.750			
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	9.400	8.160	9.140	Suelo Seco/ Dry Soil (g)	5.150	5.150			
Cont. Humedad % / Water content %	90.300	93.400	96.300	Cont. Humedad % / Water content %	53.400	53.400			
Nº de Golpes / # of Blows	35	25	15	Promedio/ Average					

Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg limits									
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	1968	Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	736		
Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	38	Equipo/Equipment:	-	No. Serie/Serial #:	-		

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB S.A. Compilado por / Compiled by: R. CEDEÑO
Ensayado por / Tested by: O. ESTRADA Presentado por / Presented by: R. CEDEÑO

El presente informe no deberá reproducirse, sin la aprobación escrita de TECNILAB, S.A.
Los resultados de este informe sólo están relacionados con las muestras indicadas en el mismo

Versión: 10
Fecha de Revisión: 15-ago-2019

PARQUE LEFEVRE - AVENIDA PRIMERA, LOCAL No. 62 / APARTADO 0634-02414, PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA - TELEFONOS: 224-9137, 224-3567 FAX: 221-6451

* El ensayo Hidrometría ASTM D 7926 no se encuentra en el alcance de la acreditación * El ensayo Clasificación de suelos ASTM D 2487 no se encuentra en el alcance de la acreditación



GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SUELOS/ SPECIFIC
GRAVITY OF SOILS
ASTM D 854

F-079

Fecha Efectiva: **15 de abril de 2011** Área: **Pruebas y Ensayos** Versión: **0** Páginas: **1 de 1**
TRABAJO No./JOB No.: **4-721** CLIENTE/CLIENT: **CUSA**
PROYECTO/PROJECT: **INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR**
LOCALIZACIÓN/LOCATION: **CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA** HOYO No./HOLE No.: **AMA-3**
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: **M. SALAS** FECHA/DATE: **-** PROFUNDIDAD/DEPTH: **7.25 - 8.15**
ENsayADO POR/TESTED BY: **TECNILAB, S.A.** FECHA/DATE: **23-jul-21** LABORATORISTA/TECHNICIAN: **O. ESTRADA**

DETALLE/ DETAIL	UNIDAD/ UNIT	NÚMERO DE ENSAYO			
		TEST NUMBER			
CALICATA No./ TEST PIT #					
HOYO No./ BOREHOLE #		AMA- 3			
PROFUNDIDAD/ DEPTH	m	7.25 - 8.15			
MUESTRA No./ SAMPLE #					
PICNOMETRO No./PICNOMETER #		20			
PESO DE LA TARA/ CONTAINER WEIGHT	g				
PESO DE LA TARA + SUELO SECO/CONTAINER WEIGHT + DRY SOIL	g				
PESO DEL SUELO SECO/ MASS OF DRY SOIL (W_0)	g	150.80			
PICNOMETRO+AGUA+SUELO/ PICNOMETER + WATER + SOIL (W_1)	g	1,271.70			
PICNOMETRO+AGUA A CAPACIDAD TOTAL/ PICNOMETER + WATER TO TOTAL CAPACITY (W_2)	g	1,178.90			
TEMPERATURA DEL ENSAYO/ TEST TEMPERATURE	°C				
GRAVEDAD ESPECÍFICA/ SPECIFIC GRAVITY (G_s)		2.60			
FACTOR DE CORRECCIÓN/ CORRECTION FACTOR	K	1.00			
GRAVEDAD ESPECÍFICA CORREGIDA/ CORRECTED ESPECIFIC GRAVITY		2.60			

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST					
Equipo/Equipment	BALANZA	Serie/Serial	689	Equipo/Equipment	Serie/Serial
Equipo/Equipment	-	Serie/Serial	-	Equipo/Equipment	Serie/Serial

OBSERVACIONES/ REMARKS:

COMPILADO POR/ COMPILED BY: **V. OSES**

PRESENTADO POR/ PRESENTED BY: **L. NAVARRO**



Reporte de Pruebas de Suelo

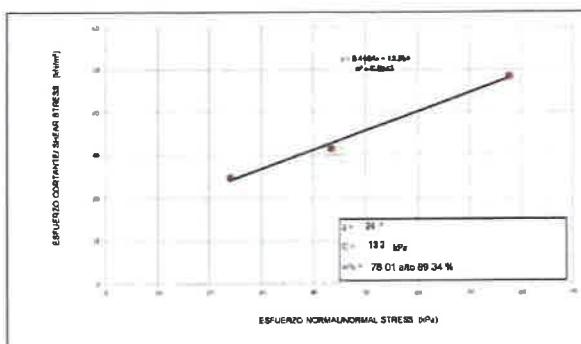
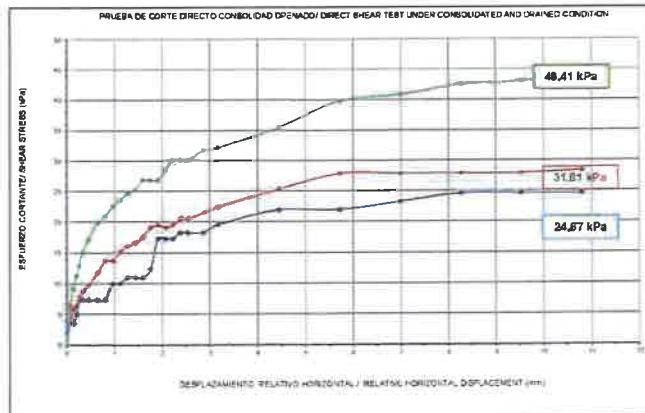
**CORTE DIRECTO CDI
DIRECT SHEAR TEST SOILS
(ASTM D 3080)**

F-072

Page 1
Page 1 of 2

TRABAJO N° JOB N° 4721 CLIENTE/CLIENT INTERCAMBIO CITA COSTERA 3 CALZADA DE AMADOR
PROYECTO/PROJECT CINTA COSTERA
LOCALIZACION/LOCATION
MATERIAL/ MATERIAL TESTED BY TECNILAB S.A. TECNILAB S.A. TECNILAB S.A.
TESTED BY TECNILAB S.A. TECNILAB S.A. TECNILAB S.A.

HOY/SCREWDATE 7/15/15 ELEVACION/ELEVATION 23.343 m
MATERIAL/SAMPLE PROFUNDIDAD/DEPTH 25.000 m
FUENTE/SOURCE



VALORES PARA LA RESISTENCIA/AREA STRENGTH VALUES	
Esfuerzo Normal/Normal Stress (kPa)	Esfuerzo Corte/Shear Stress (kPa)
23.903	24.6
40.26	31.87
77.53	48.41

Angulo de Friccion/Friction angle:	24
Cohesion/Cohesion:	13.3 kPa

INFORMACION ADICIONAL:

COMPILADO POR/FILED BY: L. Navarro
REVISADO POR/REVIEWED BY: L. Navarro

PRESENTADO/PRESENTED BY: L. Navarro

Este informe es de responsabilidad del licenciatario TECNILAB S.A.
Correspondencia o cuestiones debe dirigirse al licenciatario.

PARQUE INDUSTRIAL AVENIDA PRIMERA (ZONA) N° 82 / APARTADO 1904-0314, PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA. TELÉFONO: 224-2887. FAX: 221-3441.



**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435**

F-091

Fecha Electiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Versión:
0

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.
CLIENTE/CLIENT:
PROYECTO/ PROJECT:
LOCALIZACION/ LOCATION:
METODO/METHOD:

4-721

CUSA

INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA

CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA

A

SONDEO/ BEROHOLE:
MUESTRA/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

AMA-3
1
7.25-8.15 m
02-Aug-21
C. CORDOBA

DATOS INICIALES/ INITIAL DATA:	
Altura inicial del suelo/ Initial height of soil, H_i (cm)	2.20
Diámetro del suelo/ Diameter of soil, d (cm)	5.09
Gravedad Específica del suelo/ Specific Gravity, G_s	2.60
Área del suelo/ Area of soil, A (cm^2)	20.35
Volumen inicial del suelo/ Initial volume of soil, V (cm^3)	44.77

DATOS DE MUESTRA/SAMPLE DATA

ESTRUCTURA/STRUCTURE:

HOMOGENEA

DESCRIPCION/DESCRIPTION:

Contenido de humedad inicial de las taras/ Water Content from tares		
Tara No./ Tare No.	1Z	1Z
Tara + suelo húmedo/ Tare + Wet Soil, g	104.8	104.8
Peso de tara/ Tare mass, g	28.2	28.2
Tara + suelo seco/ Tare + dry soil, g	70.0	70
Contenido de humedad/ Water Content, w (%)	83.25	83.25
Contenido de humedad promedio/ Average water content (%)	83.25	

HUMEDAD INICIAL/ INITIAL WATER CONTENT	
Peso del anillo + probeta húmeda/ Ring + wet soil (g)	182.10
Peso del anillo/ Ring mass (g)	119.30
Peso del suelo húmedo/ Wet soil mass (g)	62.80
Peso del suelo seco/ Dry Soil mass, W_s (g)	34.00
Contenido de humedad inicial/ Initial water content of soil, ω_i (%)	84.71
Grado de saturación inicial/ Initial degree of saturation, S_i (%)	90.88

HUMEDAD FINAL/ FINAL WATER CONTENT	
Vidrio + Anillo + Probeta húmeda final/ Glass+Ring+wet soil (g)	256.80
Vidrio + Anillo + Probeta seca final/ Glass+ring+ dry soil (g)	247.10
Peso del agua final/ Water mass, W_{wf} (g)	9.70
Volumen de agua final/ Volume of water V_{wf} (cm^3)	9.70
Peso del vidrio/ Glass mass, (g)	93.80
Peso del suelo seco/ Dry Soil mass, W_s (g)	34.00
Contenido de humedad final/ Final water content of soil, ω_f (%)	28.53

Deformación total de la muestra/ Total displacement of soil, ΔH (cm): 0.972058

RESULTADOS/ RESULT	
Altura de sólidos calculada/ Calculated height of solids, H_s (cm)	0.643
Altura inicial de vacíos/ Initial height of voids, H_{vi} (cm)	1.557
Relación de vacíos inicial/ Initial Void Ratio, e_i	2.423
Altura final de vacíos/ Final height of voids, H_{vf} (cm)	0.585
Relación de vacíos final/ Final Void ratio, e_f	0.911
Grado de saturación final/ Final degree of saturation (assumed), S_f (%)	100.00
Contenido de humedad final/ Final water content, ω_f (%)	28.53

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST					
Equipo/Equipment	ODOMETER	Serie/Serial	260	Equipo/Equipment	RING
Equipo/Equipment	BALANCE	Serie/Serial	927	Equipo/Equipment	GLASS

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by: C. CÓRDOBA
Compilado por / Compiled by: L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by: L. NAVARRO
Presentado por / Presented by: L. NAVARRO



TECNILAB, S.A.
Ensayos y Mantenimiento
Laboratorio de Suelos y Materiales

Fecha Ejecución:
15 de Abril de 2011

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

Anex
Prueba / Ensayo

TRABAJO No / JOB No:
CLIENTE/CLIENT:
PROYECTO/PROJECT:
LOCALIZACION/LOCATION:
MÉTODO/METHOD:

CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA

A

Load or the Weights (kN)	Applied Load (kN)	Applied Stress (kPa)	Deformation at the end of each increment (mm)	Accumulate Deformation (mm)	Strain Deformation $\epsilon = \Delta H/H_0 \pm 100$	and Instantaneous	Compressibility Coefficient $a_v (m^2/MN)$	Volumetric Compressibility Coefficient $m_v (m^2/MN)$	Consolidation Coefficient $c_v (cm^2/sec)$
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	0.00	0.00	—
0.50	5.50	28.51	4.041	4.04	0.40	18.37	0.63	1.79	2.54
1.00	11.00	0.54	53.02	5.43	0.54	24.66	0.84	1.58	3.21E-04
2.00	22.00	1.08	106.04	1.22	0.68	31.13	1.07	1.35	1.04
4.00	44.00	2.16	212.09	2.41	0.83	37.77	1.29	1.13	4.76E-04
8.00	88.00	4.32	424.18	4.53	0.98	44.37	1.52	0.90	5.07
16.00	176.00	8.65	848.36	316	1.11	50.35	1.72	0.70	25.15
32.00	352.00	4.32	424.18	0.091	10.99	1.10	49.89	1.71	0.48
4.00	44.00	2.16	212.09	0.254	10.73	1.07	48.79	1.67	0.14
22.00	22.00	1.08	106.04	0.217	10.45	1.05	47.52	1.63	0.05
1.00	11.00	0.54	53.02	-0.318	10.14	1.01	46.98	1.58	0.12
0.50	5.50	0.27	26.51	0.259	9.91	0.98	45.94	1.50	0.06
0.00	0.00	0.00	0.00	-0.188	9.72	0.97	44.18	1.51	0.03

Página 422 de 683

F-091

Página

0

SONDEO/ BOREHOLE : SONDEO/ BOREHOLE :
MUESTRASAMPLE: 1
PROFUNDIDAD/DEPTH: 7.25-8.15 m
FECHA/ DATE: 2/Aug/21
TECNICO/ TECHNICIAN: C. CORDOBA

EQUIPO/Equipment	ODOMETER BALANCE	EQUIPO/Equipment	Serie/Serial Serie/Serial	EQUIPO/Equipment	Serie/Serial Serie/Serial	RING GLASS	Serie/Serial Serie/Serial	13 P105
			260 927					

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por / tested by:
Compilado por / Compiled by:
L. NAVARRO
L. NAVARRO

C. CORDOBA
L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO
L. NAVARRO

552



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

F-091

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Versión:
6

Página:
1 de 1

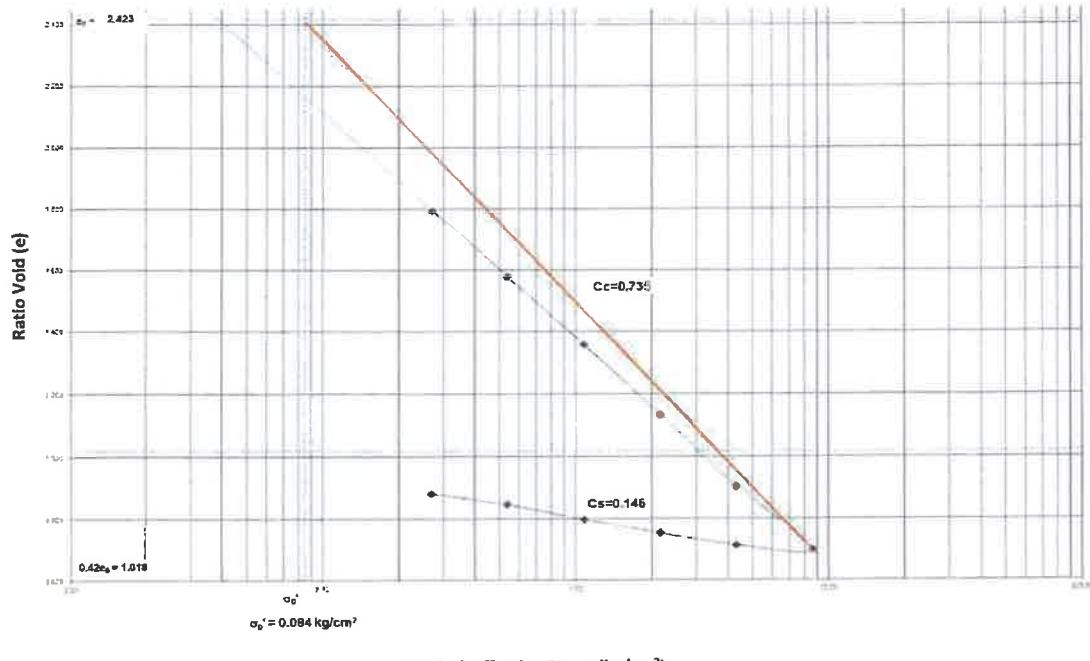
TRABAJO No./JOB No. 4-721
CLIENTE/CLIENT: CUSA
PROYECTO/ PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
LOCALIZACION/ LOCATION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
METODO/METHOD: A

SONDEO/ BEROHOLE.:
MUESTRA/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

AMA-3
1
7.25-8.15 m
02-Aug-21
C. CORDOBA

CONSOLIDATION CURVE

Ring : 13 Borehole: AMA-3 Depth: 7.25-8.15 m



EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST					
Equipo/Equipment	ODOMETER	Serie/Serial	280	Equipo/Equipment	RING
Equipo/Equipment	BALANCE	Serie/Serial	927	Equipo/Equipment	GLASS

OBSERVACIONES / REMARKS: EL MATERIAL SE ENCUENTRA NORMALMENTE CONSOLIDADO.

Ensayado por/Tested by:
Compilado por / Compiled by:

C. CORDOBA
L.NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:

L. NAVARRO
L. NAVARRO



TECNILAB, S.A.
B1
193
UNA EMPRESA DE SUELOS Y MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

**ENsayo de CONSOLIDACIÓN/CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435**

F-091

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.:
4-721
CLIENTE/CLIENT:
CUSA
PROYECTO/PROJECT:
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
LOCALIZACIÓN/LOCATION:
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
MÉTODO/METHOD:
A

SONDEO/ BEROHOLE:
MUESTRA/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

Time (min)	Time (Seconds)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	6	2.44949	0.241	3.87298	0.318	0.500000	0.241
0.25	15	3.87298	0.318	5.41723	0.394	0.707107	0.318
0.5	30	5.41723	0.394	7.74597	0.523	1.000000	0.523
1	60	7.74597	0.523	10.95445	0.711	1.414214	0.711
2	120	10.95445	0.711	15.49193	0.998	2.000000	0.998
4	240	15.49193	0.998	21.90890	1.417	2.828427	1.417
8	480	21.90890	1.417	30.00000	1.930	3.872983	1.930
15	900	30.00000	1.930	42.42641	2.682	5.477226	2.682
30	1800	42.42641	2.682	60.00000	3.322	7.745967	3.322
60	3600	60.00000	3.322	84.85281	3.691	10.954451	3.691
120	7200	84.85281	3.691	120.00000	3.835	15.491933	3.835
240	14400	120.00000	3.835	169.70563	3.937	21.908902	3.937
480	28800	169.70563	3.937	293.93877	4.041	37.947332	4.041
1440	86400	293.93877	4.041				43.63943

Equipo/Equipment	ODOMETER BALANCE	Serie/Serial Serie/Seria	260 927	Equipo/Equipment Equipo/Equipment	RING GLASS	Serie/Serial Serie/Seria	13 P106
------------------	---------------------	-----------------------------	------------	--------------------------------------	---------------	-----------------------------	------------

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by:
C. CÓRDOBA
Compilado por / Compiled by:
L. NAVARRO

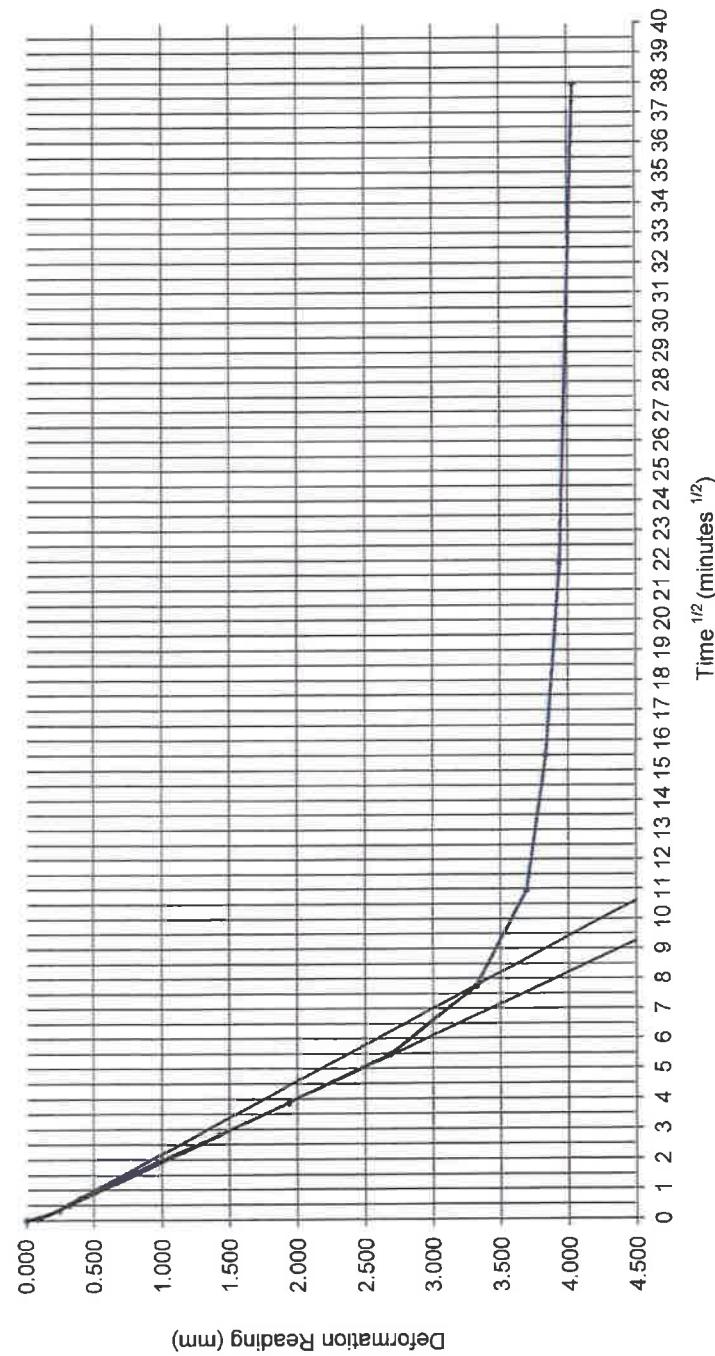
Revisado por/Reviewed by:
L. NAVARRO
Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA DE BARBAROZO Y ALFONSO, S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
Job No.: 4-721 Date: 2-Aug-21
Borehole: AMA-3 Depth: 725-8.15 m
Load: 27 kPa

Time 1/2 vs Deformation





Fundada
En 1973

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/CONSOLIDATION TEST ASTM D 2435

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Página:
0

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.: 4-721
CLIENTE/CLIENT: CUSA
PROYECTO/ PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
MÉTODO/METHOD: A

SONDEO/ BOREHOLE.:
MUESTRAS/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

Time (min)	Time (Seconds)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)	Time 1/2 (Seconds)	Deformation (mm)
0	0	0	0	0.00000	0	0.00000	0
0.1	6	2.44949	0.051	0.31623	0.051	0.50000	0.36366
0.25	15	3.87298	0.074	0.50000	0.074	0.75000	0.57500
0.5	30	5.47723	0.104	0.70711	0.104	1.00000	0.81317
1	60	7.74597	0.157	1.00000	0.157	1.50000	1.15000
2	120	10.95445	0.229	1.41421	0.229	2.00000	1.62635
4	240	15.49193	0.330	2.00000	0.330	3.00000	2.30000
8	480	21.90890	0.472	2.82843	0.472	4.00000	3.25259
15	900	30.00000	0.645	3.87298	0.645	5.47723	4.45383
30	1800	42.42641	0.869	5.47723	0.869	7.74597	6.29881
60	3600	60.00000	1.077	7.74597	1.077	10.95445	8.90786
120	7200	84.85281	1.184	10.95445	1.184	15.49193	12.59762
240	14400	120.00000	1.283	15.49193	1.283	21.90890	17.81572
480	28800	169.70563	1.326	21.90890	1.326	293.93877	25.19524
1440	86400	293.93877	1.384	37.94733	1.384		43.63943

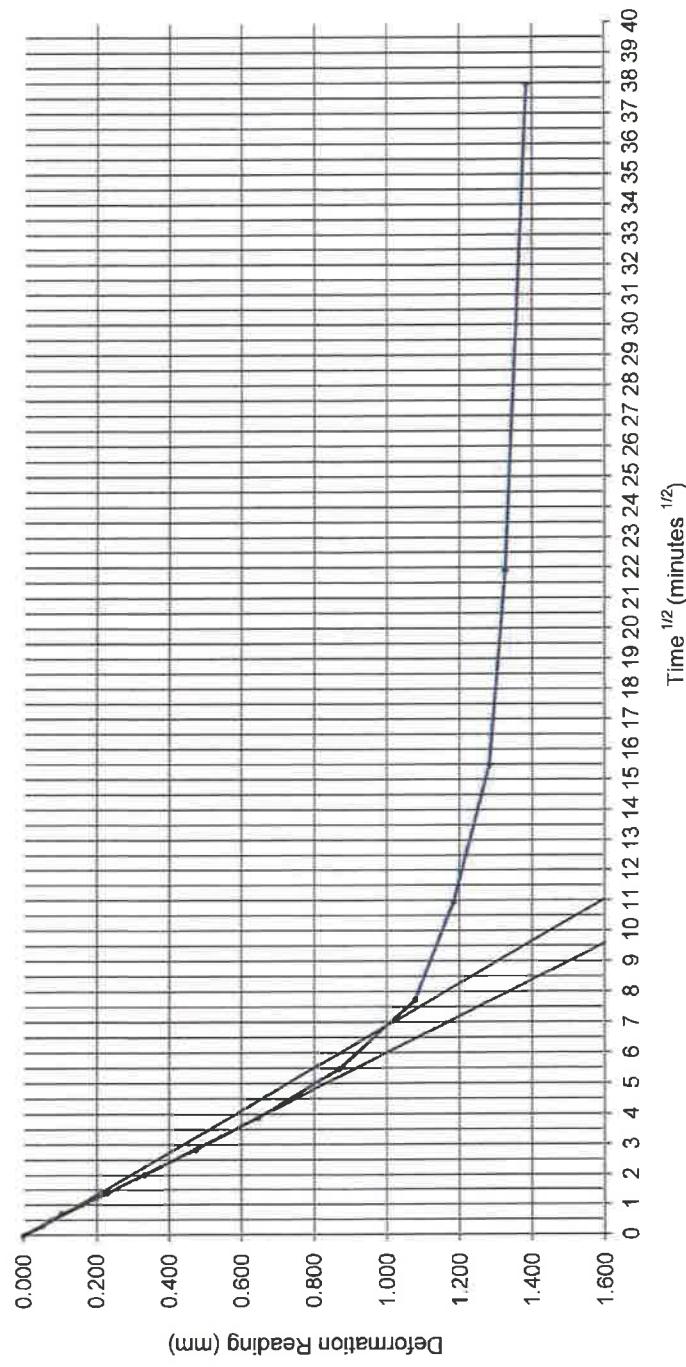
Equipo/Equipment	ODOMETER	Serie/Serial	260	Equipo/Equipment	RING	Serie/Serial	13
Equipo/Equipment	BALANCE	Serie/Serial	927	Equipo/Equipment	GLASS	Serie/Serial	P106

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by:
Compilado por / Compiled by:
C. CÓRDOBA
L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO

PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
Job No.: 4-721 Date: 2-Aug-21
Borehole: AMA-3 Depth: 7.25-8.15 m
Load: 53 kPa
Time 1/2 vs Deformation





ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

F-091

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Area:
Pruebas y Ensayos

Version:
0

Página:
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.: 4-721
CLIENTE/CLIENT: CUSA
PROYECTO/ PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
LOCALIZACION/LOCATION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
METODO/METHOD: A

SONDEO/ BEROHOLE.:
MUESTRA/SAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

AMA-3
1
7.25-8.15 m
2.Aug.21
C. CÓRDOBA

Time (min)	Time (Seconds)	Time $^{1/2}$ (Seconds)	Deformation (mm)						
0	0	0.0000	0	0.00000	0	0.00000	0	0.00000	0
0.1	6	2.4495	0.089	0.31623	0.089	0.50000	0.104	0.70711	0.117
0.25	15	3.8730	0.104	0.70711	0.117	1.00000	0.142	1.41421	0.170
0.5	30	5.4772	0.117	2.00000	0.229	2.00000	0.229	2.82843	0.318
1	60	7.7460	0.142	3.87298	0.445	5.47723	0.599	7.74597	0.866
2	120	10.9545	0.170	8.90786	1.029	10.95445	1.029	15.49193	1.194
4	240	15.4919	0.229	12.59762	1.323	21.90890	1.323	21.90890	1.422
8	480	21.9089	0.318	17.81572	1.422	37.94733	1.422	43.63943	43.63943
15	960	30.0000	0.445	4.45393	4.45393	6.28981	6.28981	6.28981	6.28981
30	1800	42.4264	0.599	8.90786	0.866	8.90786	0.866	8.90786	8.90786
60	3600	60.0000	0.856	12.59762	1.194	15.49193	1.194	15.49193	1.194
120	7200	84.8528	1.029	17.81572	1.323	21.90890	1.323	21.90890	1.422
240	14400	120.0000	1.194	25.19524	1.422	37.94733	1.422	37.94733	1.422
480	28800	169.7056	1.323	43.63943	1.422	43.63943	1.422	43.63943	1.422
1440	86400	293.9388	1.422	43.63943	1.422	43.63943	1.422	43.63943	1.422

Equipo/Equipment	ODOMETER BALANCE	Serie/Serial Serie/Serial	260 927	Equipo/Equipment Equipo/Equipment	RING GLASS	Serie/Serial Serie/Serial	13 P106

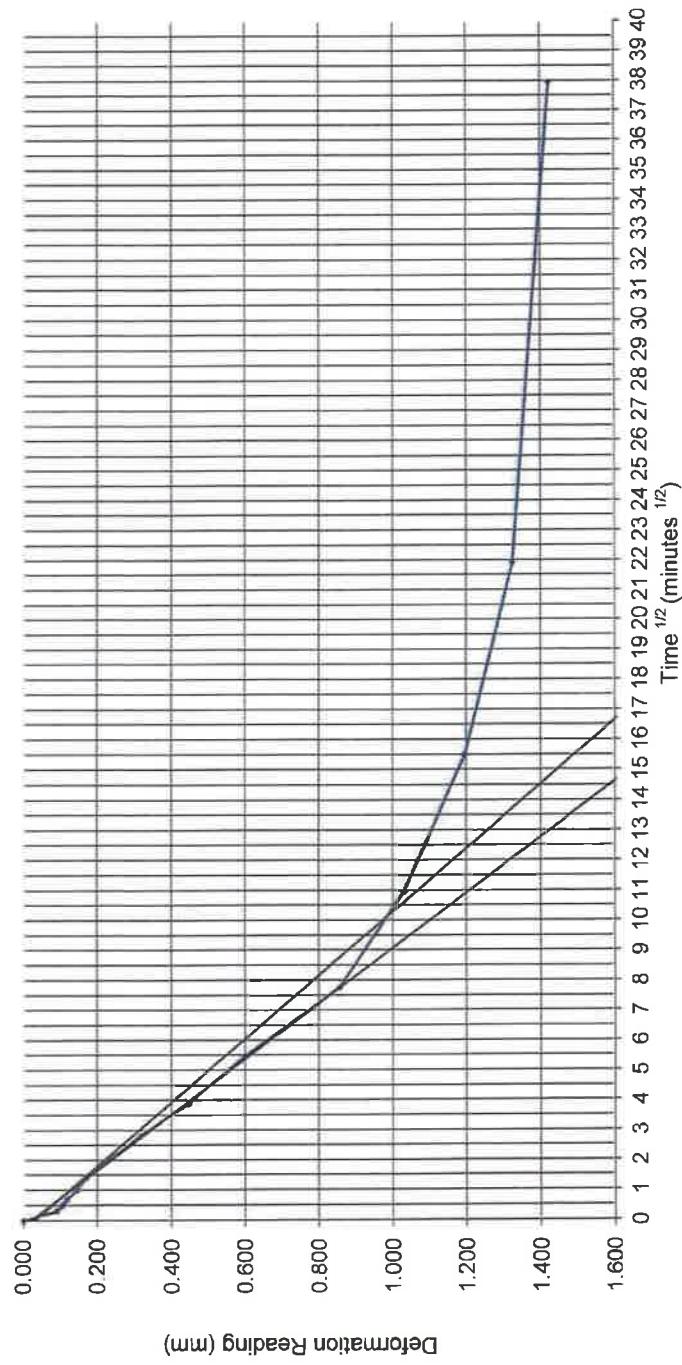
OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by:
Compiado por / Compiled by:
C. CÓRDOBA
L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO
L. NAVARRO



PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
Job No.: 4-721 Date: 2-Aug-21
Borehole: AMA-3 Depth: 7.25-8.15 m
Load: 106 kPa
Time 1/2 vs Deformation





ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

F-091

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

TRABAJO No /JOB No.
 CLIENTE/CLIENT:
 PROYECTO/ PROJECT:
 LOCALIZACION/LOCATION:
 METODO/METHOD:

4-721
 CUSA
 INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
 CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMÁ
A

Version:
0

SONDEO/ BEROHOLE:
 MUESTRASAMPLE:
 PROFUNDIDAD/ DEPTH:
 FECHA/ DATE:
 TECNICO/ TECHNICIAN:
C. CÓRDOBA

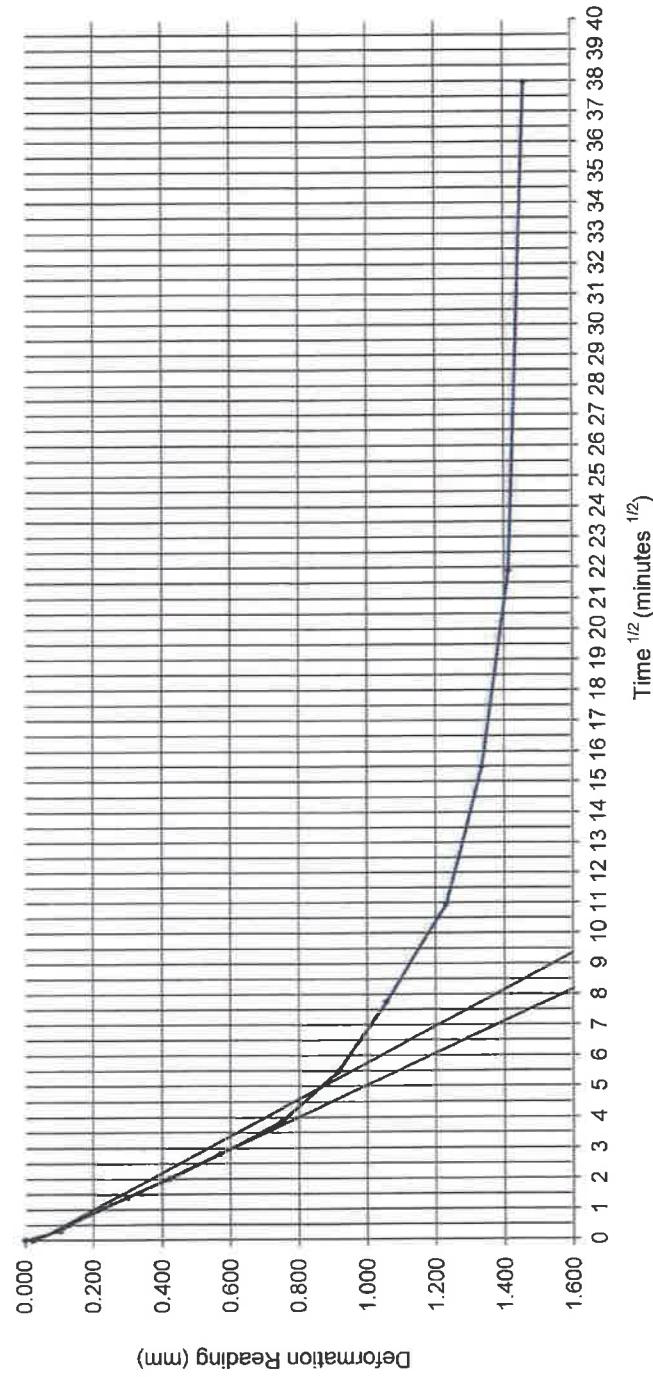
Time (min)	Time (Seconds)	Time $^{1/2}$ (Seconds)	Deformation (mm)	Time $^{1/2}$ (Seconds)	Deformation (mm)	1.15 Time $^{1/2}$
0	0	0.00000	0	0.00000	0	0.00000
0.1	6	2.44949	0.102	0.31623	0.102	0.363662
0.25	15	3.87298	0.127	0.50000	0.127	0.575000
0.5	30	5.47723	0.160	0.70711	0.160	0.873173
1	60	7.74597	0.213	1.00000	0.213	1.150000
2	120	10.95445	0.300	1.41421	0.300	1.626346
4	240	15.49193	0.419	2.00000	0.419	2.300000
8	480	21.90890	0.572	2.82843	0.572	3.252691
15	900	30.00000	0.752	3.87298	0.752	4.4653931
30	1800	42.42641	0.914	5.47723	0.914	6.298809
60	3600	60.00000	1.054	7.74597	1.054	8.907862
120	7200	84.85281	1.229	10.95445	1.229	12.597619
240	14400	120.00000	1.334	15.49193	1.334	17.815723
480	28800	169.70563	1.412	21.90890	1.412	25.195238
1440	86400	293.93877	1.461	37.94733	1.461	43.639432

Equipo/Equipment	ODOMETER	Serie/Serial	260	Equipo/Equipment	RING	Serie/Serial	13
Equipo/Equipment	BALANCE	Serie/Serial	927	Equipo/Equipment	GLASS	Serie/Serial	P106

OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by: C. CÓRDOBA
 Compilado por / Compiled by: L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
 Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO
L. NAVARRO





ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área
Pruebas y Ensayos

Área:
0

TRABAJO No./JOB No.
CLIENTE/CLIENT:
PROYECTO/PROJECT:
LOCALIZACION/LOCATION:
METODO/METHOD:

4-721
CUSÁ
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
A

SONDEO/ BEROHOLE:;
MUESTRASAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

Time (min)	Time (Seconds)	Time $1/2$ (Seconds)	Deformation (mm)	Time $1/2$ (Seconds)	Deformation (mm)	Time $1/2$ Time $1/2$
0	0	0	0	0	0	0
0.1	6	2.44949	0.127	0.3162278	0.127	0.36386
0.25	15	3.87298	0.157	0.5000000	0.157	0.57500
0.5	30	5.47723	0.203	0.7071068	0.203	0.81317
1	60	7.74597	0.267	1.0000000	0.267	1.15000
2	120	10.95445	0.356	1.4142136	0.356	1.62635
4	240	15.49193	0.493	2.0000000	0.493	2.30000
8	480	21.90890	0.668	2.8284271	0.668	3.25269
15	900	30.00000	0.843	3.8729833	0.843	4.45393
30	1800	42.42641	1.039	5.4772256	1.039	6.29881
60	3600	60.00000	1.166	7.459667	1.166	8.90786
120	7200	84.85281	1.245	10.9544512	1.245	12.59762
240	14400	120.00000	1.334	15.4919334	1.334	17.81572
480	28800	169.70563	1.397	21.9089023	1.397	25.19524
1440	86400	293.939877	1.453	37.9473319	1.453	43.63943

Equipo/Equipment	ODOMETER	Serie/Serial	260	Equipo/Equipment	RING	Serie/Serial	13
Equipo/Equipment	BALANCE	Serie/Serial	927	Equipo/Equipment	GLASS	Serie/Serial	P106

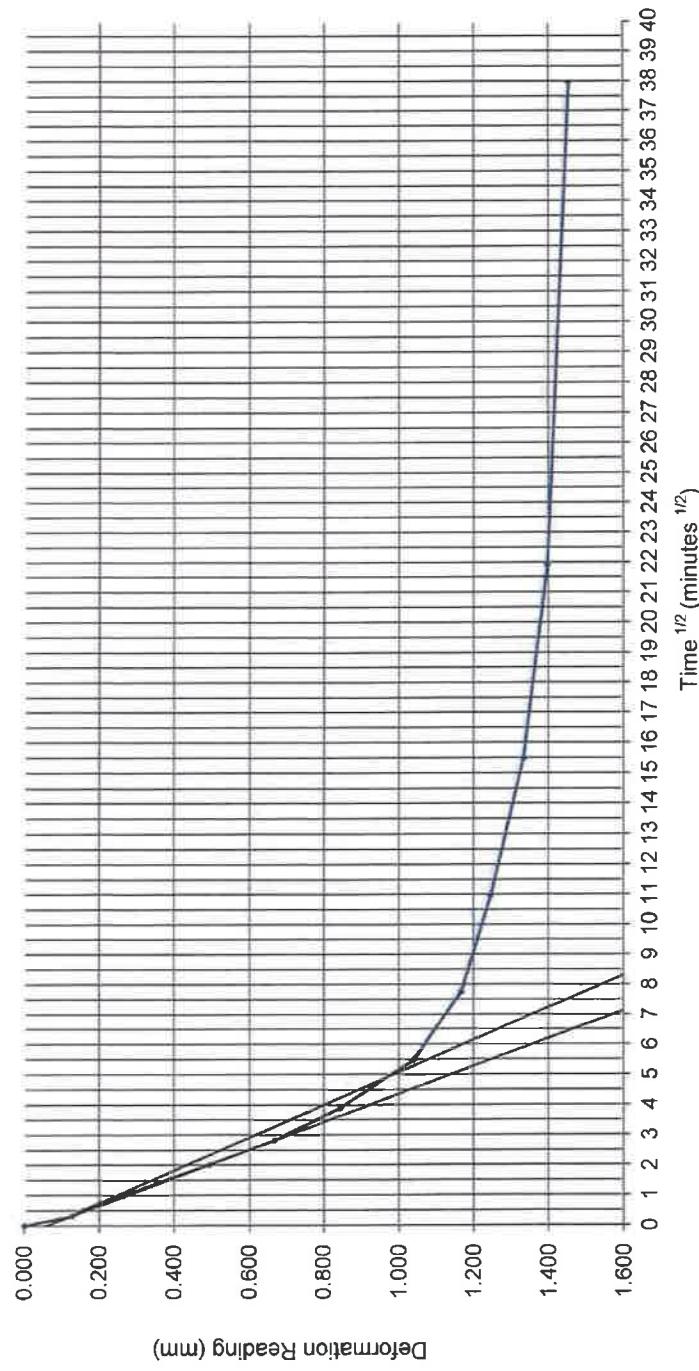
OBSERVACIONES / REMARKS:

Ensayado por/Tested by: C. CÓRDOBA
Compilado por / Compiled by: L. NAVARRO

Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO
L. NAVARRO



PROJECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
 Job No.: 4-721 Date: 2-Aug-21
 Borehole: AMA-3 Depth: 7.25-8.15 m
 Load: 424 kPa
 Time 1/2 vs Deformation





ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN/ CONSOLIDATION TEST
ASTM D 2435

F-091

Fecha Efectiva:
15 de Abril de 2011

Área:
Pruebas y Ensayos

Versión:
0

Página
1 de 1

TRABAJO No./JOB No.
CLIENTE/CLIENT:
PROYECTO/ PROJECT:
LOCALIZACIÓN/ LOCATION:
MÉTODO/METHOD:

4-721
CUSA
INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
A

SONDEO/ BOROHOLE.:
MUESTRASAMPLE:
PROFUNDIDAD/ DEPTH:
FECHA/ DATE:
TECNICO/ TECHNICIAN:

Time (min)	Time (Seconds)	Time $1/2$ (Seconds)	Deformation (mm)	Time $1/2$ (Seconds)	Deformation (mm)	Time $1/2$ (Seconds)	Deformation (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	6	2.44949	0.160	0.31623	0.160	0.31623	0.160
0.25	15	3.87298	0.196	0.50000	0.196	0.50000	0.196
0.5	30	5.47723	0.229	0.70711	0.229	0.70711	0.229
1	60	7.74597	0.282	1.00000	0.282	1.00000	0.282
2	120	10.95445	0.376	1.41421	0.376	1.41421	0.376
4	240	15.49193	0.485	2.00000	0.485	2.00000	0.485
8	480	21.90890	0.635	2.82843	0.635	2.82843	0.635
16	900	30.00000	0.790	3.87298	0.790	3.87298	0.790
30	1800	42.42841	0.955	5.47723	0.955	5.47723	0.955
60	3600	60.00000	1.069	7.74597	1.069	7.74597	1.069
120	7200	84.85281	1.138	10.95445	1.138	10.95445	1.138
240	14400	120.00000	1.184	15.49193	1.184	15.49193	1.184
480	28800	169.70563	1.229	21.90890	1.229	21.90890	1.229
1440	86400	283.93877	1.316	37.94733	1.316	37.94733	1.316

Equipo/Equipment	EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST			RING GLASS	Serie/Serial P106
	ODOMETER BALANCE	Serie/Serial 260 927	Equipo/Equipment		

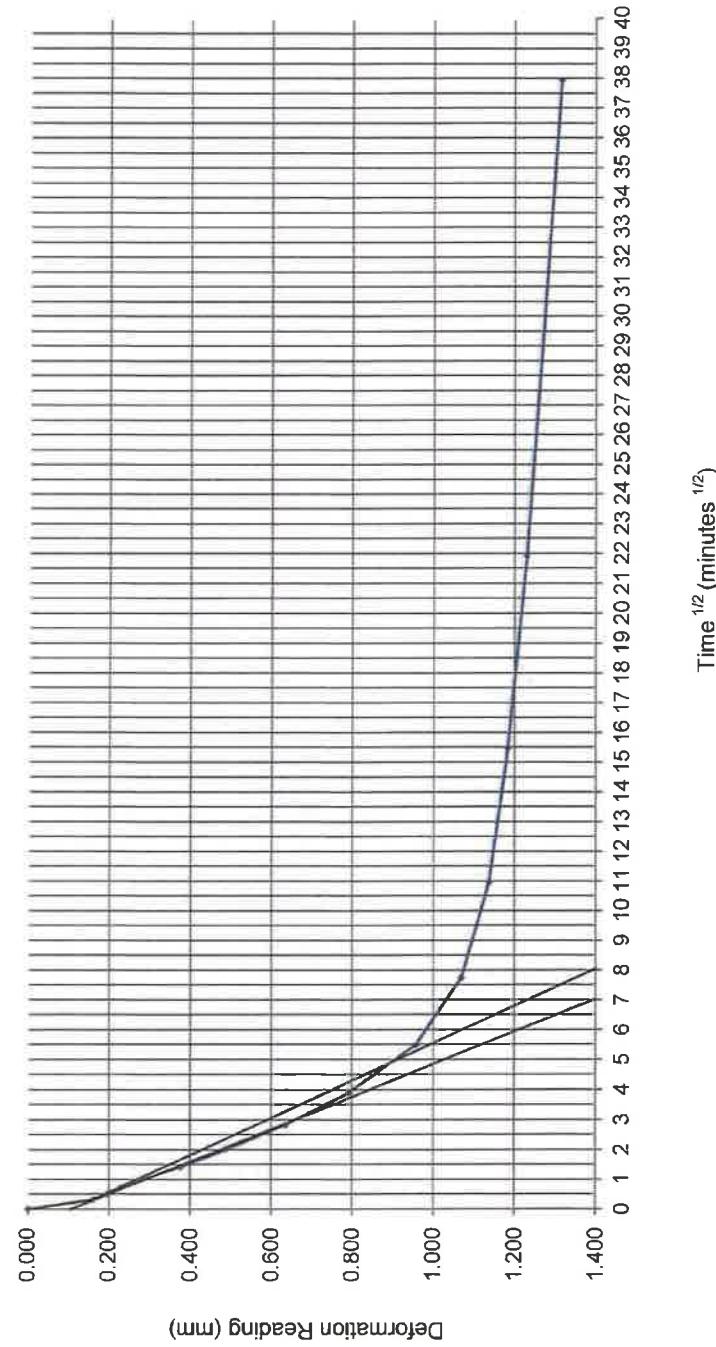
OBSERVACIONES / REMARKS:

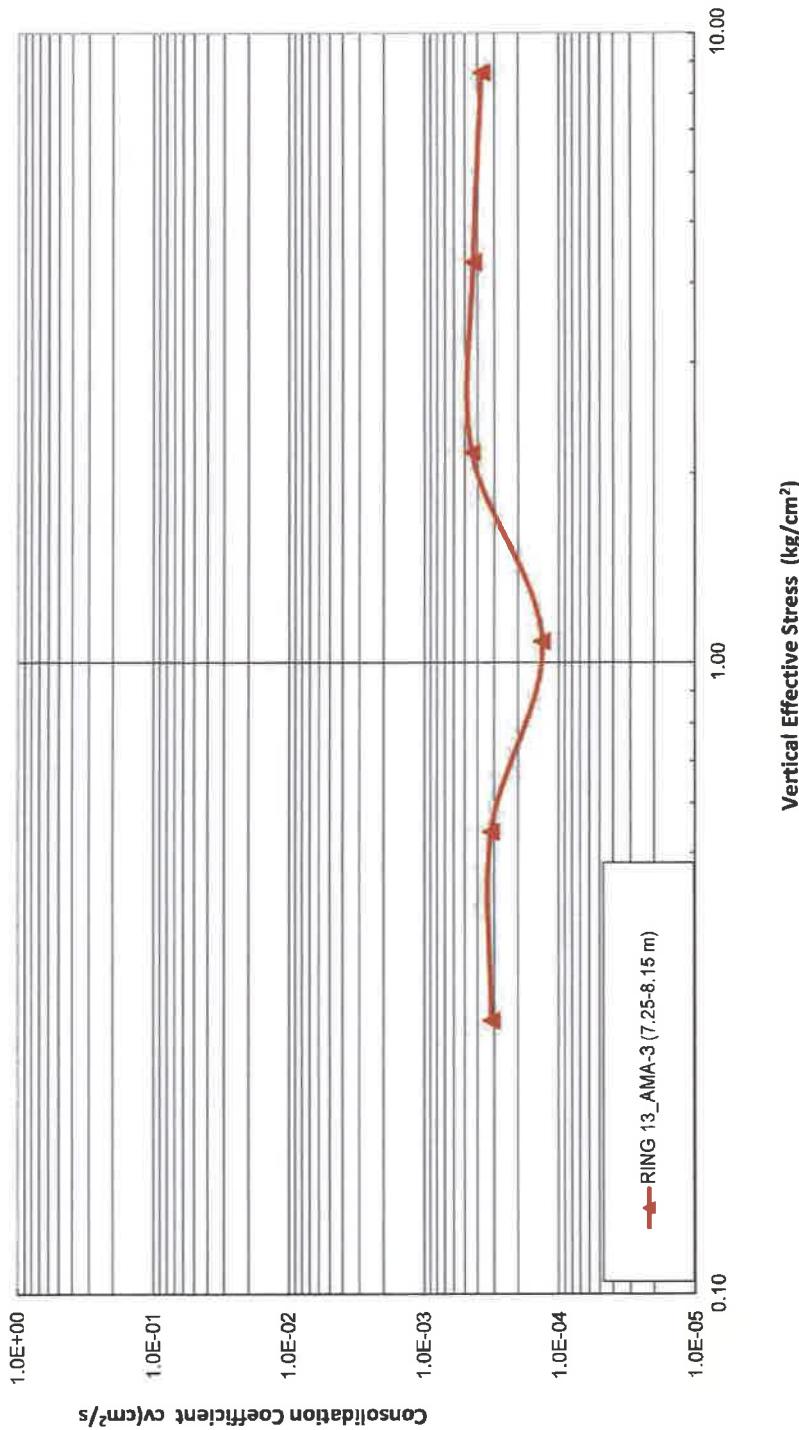
Ensayado por/Tested by: C. CÓRDOBA
Compilado por / Compiled by: L. NAVARRO
Revisado por/Reviewed by:
Presentado por / Presented by:
L. NAVARRO



TECNILAB, S.A.
Fundada
1973
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC. S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECT: INTERCONEXIÓN CINTA COSTERA
Job No.: 4-721 Date: 2-Aug-21
Borehole: AMA-3 Depth: 7.25-8.15 m
Load: 848 kPa
Time 1/2 vs Deformation







TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC. S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.: 4-721 HOYO No.: AMA-5 HOJA No.: 1 DE 4		PERFORADORA: DIEDRICH 10-18										
PROYECTO : INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR												
LOCALIZACION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA												
CLIENTE : CONSTRUCTORA URBANA, S.A.		FECHA: AGOSTO 18-19, 2021										
COORDENADAS: - E - N		ELEV. DE PISO DE BARCAZA: 4.006										
PROF. ELEV	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA N°	TIPO DE MUESTRA	N SPT	q kg/cm ²	RQD	PENETRACION cm	RECUPERACION %	HUMEDAD NATURAL %	FORRO	HERRAMIENTA
0.00												
0.60												
1.05												
1.50												
1.95		ELEVACION DE BARCAZA										
2.50												
3.00												
3.40												
4.00												
4.01												
4.50												
5.00		CONTACTO CON EL LECHO MARINO										
5.50												
5.75												
6.00												
6.35			1	A	12							
6.50					19							
6.80					17							
7.05												
7.50												
ABREVIATURAS: A - Alterada I - Inalterada R - Roca T - Broca Trícono HW - Con el Peso del Martillo C - Doble Tubo Broca de Carburo D - Doble Tubo Broca de Diamante		RQD - Índice de Calidad de la Roca S - Seca Muestras Partida P - Pesteador qu - Compresión Simple		OBSERVACIONES: NF: NO SE OBSERVÓ PERFORADOR: L. TENORIO DESCRIPCION / DIBUJO: V. OSSES								



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.:	4-721	HOYO No.:	AMA-5	HOJA No.:	2	DE	4	PERFORADORA:	DIEDRICH 10-18				
PROYECTO :	INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR							FECHA:	AGOSTO 18-19, 2021				
LOCALIZACION:	CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA							FECHA:	AGOSTO 18-19, 2021				
CLIENTE :	CONSTRUCTORA URBANA, S.A.							FECHA:	AGOSTO 18-19, 2021				
PROF. •	ELEV	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA No	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm ²	RQD	PENETRACION cm	RECUPERACION %	HUMEDAD NATURAL %	FORRO	HERRAMIENTA
7.85				2	A	1			45	88.9	38.6	S	
8.00						1							
8.30						1							
8.50													
9.00													
9.35				3	A	2			45	88.9	33.3	S	
9.50						1							
9.80						1							
10.00													
10.50			ARCILLA ORGÁNICA (LAMA) A MEDIDA QUE PROFUNDIZA SE ENCUENTRAN PASADAS DE ARENA. CONSISTENCIA SUAVE A FIRME, PLASTICIDAD MEDIA, CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD MEDIO. COLOR GRIS VERDOSO. ESTRUCTURA HOMOGENEA.	4	A	4			45	66.7	30.5	HW	
10.85						4							
11.00						4							
11.30						5							
11.50													
12.00				5	A	2			45	77.8	28.0	S	
12.35						8							
12.50						6							
12.80													
13.00													
13.50				6	A	17							
13.85													
14.00							19		45	66.7	27.5	S	
14.30							37						
14.50													
15.00				7	A	8							
15.35													

ABREVIATURAS:
A - Alterada
I - Inalterada
R - Roca
T - Bricolaje
HW - Con el Peso del Martillo
C - Doble Tubo Broca de Carburo
D - Doble Tubo Broca de Diamante

RQD - Índice de Calidad de la Roca
S - Sacar Muestras Partido
P - Posteador
qu - Compresión Simple



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.: 4-721 HOYO No.: AMA-5 HOJA No.: 3 DE 4 PERFORADORA: DIEDRICH 10-18
PROYECTO: INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR
LOCALIZACION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
CLIENTE: CONSTRUCTORA URBANA, S.A. FECHA: AGOSTO 18-19, 2021

PROF. * ELEV.	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm ²	RQD	PENETRACIÓN cm	RECUPERACIÓN %	HUMEDAD NATURAL %	FORRO	HERRAMIENTA	20 40 60 80			
													● N SPT	■ % HUMEDAD	●	■
15.50					6			45	100.0	26.7	S					
15.80					8						S					
16.00		LIMO ARCILLOSO, ALGO ARENOSO. CONSISTENCIA FIRME, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD BAJO A MEDIO. COLOR CHOCOLATE CON VETAS AMARILLENTAS Y CON MANCHAS GRIS OSCURO.														
16.50																
16.85																
17.00																
17.30																
17.50		17.30 - 19.00 m: ROCA MODERADAMENTE METEORIZADA A MUY METEORIZADA, INDICIOS DE TOBA, CON LEVE CIRCULACION DE AGUA. ROCA MODERADAMENTE FRACTURADA, DE TEXTURA CLASTICA, DE ESTRUCTURA CEMENTADA, ESTRATIFICACION HORIZONTAL, DE MATRIZ GRANO FINO, TOBÁcea DE COLOR CHOCOLATE CLARO.														
18.00																
18.50		DUREZA: SUAVE A MODERADAMENTE SUAVE (RH-1 A RH-2). POCAS RECUPERACIONES DEL TESTIGO, LAVADO POR LA PERFORACION. NO SE MIDEN ÁNGULOS POR ABUNDANTE FRACTURAMIENTO MECÁNICO.														
19.00																
19.50																
20.00																
20.50		SUELO RESIDUAL, COMPUESTO POR LIMO ARENOSO ALGO ARCILLOSO, CONTIENE FRAGMENTOS DE ROCA DE HASTA 4 cm. DE MORFOLOGIA SUBREDONDEADA (CONTACTO SUBYACENTE CON LA FORMACION DE ROCA SANA).														
21.00		CONSISTENCIA FIRME A MUY FIRME, PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD MEDIO. COLOR CHOCOLATE OSCURO CON MANCHAS CHOCOLATE AMARILLENTO, NEGRUZCOS, CON VETAS GRISACEAS Y NERGUZCAS.														
21.50																
22.00																
22.50																
ABREVIATURAS:		RQD - Índice de Calidad de la Roca A - Alterada I - Inalterada R - Roca T - Broca Trícono HW - Con el Peso del Martillo C - Doble Tubo Broca de Carburo D - Doble Tubo Broca de Diamante														



TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA
EN
1973

PERFIL DE PERFORACION

TRABAJO No.: 4-721 HOYO No.: AMA-5 HOJA No.: 4 DE 4 PERFORADORA: DIEDRICH 10-18
 PROYECTO : INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR
 LOCALIZACION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA
 CLIENTE : CONSTRUCTORA URBANA, S.A. FECHA: AGOSTO 18-19, 2021

PROF. * ELEV.	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	N SPT	qu kg/cm ²	RQD	PENETRACION cm	RECUPERACION %	HUMEDAD NATURAL %	FORRO	HERRAMIENTA	● N SPT			
													20	40	60	80
23.00			11	A			0.0	150	41.0			R				
23.50																
FIN DEL SONDEO																
ABREVIATURAS: A - Alterada I - Inalterada R - Roca T - Broca Trícono HV - Con el Peso del Martillo C - Doble Tubo Broca de Carburo D - Doble Tubo Broca de Diamante RQD - Índice de Calidad de la Roca S - Sacas Muestras Partido P - Pileador qu - Compresión Simple																



TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. HARRASCO Y ASOCI. E A
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

DATOS SOBRE TESTIGOS DE ROCA

TRABAJO NO.: 4-721 HOYO No.: AMA-5 HOJA No.: 1 DE 1 BROCA TAMAÑO: HQ
PROYECTO: INTERCONEXION CINTA COSTERA 3. CALZADA DE AMADOR
LOCALIZACION: CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA FECHA: 8/21/2021
CLIENTE: CONSTRUCTORA URBANA S.A. ELEVACION DE PISO DE
PLATAFORMA (m): 4.006 COORDENADAS: 660014 E 988472 N



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL/NATURAL MOISTURE CONTENT
ASTM D 2216

F-081

Pruebas y Ensayos/ Test and Trials
Area/Area:

Nº Formato
14335-1A-2021

TRABAJO No./JOB No.:

4-721

PROYECTO/PROJECT:

INTERCONEXION CINTA COSTERA 3, CALZADA DE AMADOR

LOCALIZACION/LOCATION:

CINTA COSTERA, CIUDAD DE PANAMA

MUESTREO/RECEPCION BY:

TECNILAB S.A.

FECHA DE RECEPCION/DATE RECEPCION:

21-Aug-21

MÉTODO DE MUESTREO/ESTÁNDAR PRACTICE FOR SAMPLING:

.....

CLIENTE/CLIENT:

CUSA

HOYO No./HOLE #:

AMA-5

MUESTRA/SAMPLE:

1-7

PROFUNDIDAD/DEPTH:

6.35 - 12.80

MATERIAL/MATERIAL:

.....

FUENTE / SOURCE:

.....

No.	Muestra No./Sample No.	1	2	3	4	5	6	7
1	Material/Material							
2	Hoyo No./Borehole No.	AMA-5	AMA-5	AMA-5	AMA-5	AMA-5	AMA-5	AMA-5
3	Profundidad/Depth	6.35 - 6.80	7.85 - 8.30	9.35 - 9.80	10.85 - 11.30	13.85 - 14.30	16.35 - 16.85	12.35 - 12.8
4	Tara No./Can No	R27	R28	A25	R29	R76	R17	R18
5	Tara + Suelo Húmedo/ Mass of wet Soil + Can (g)	243.7	243.5	242.3	223.0	202.2	191.5	214.7
6	Tara + Suelo Seco/ Mass of dry Soil + Can (g)	231.6	216.0	218.1	205.0	189.6	181.6	200.1
7	Peso de Agua/ Mass of Water (g)	12.10	27.50	24.20	18.00	12.60	9.90	14.60
8	Peso de la Tara/ Peso of Can (g)	144.6	144.8	145.6	146.1	144.6	145.6	145.6
9	Peso del suelo seco/ Mass of dry soil (g)	87.00	71.20	72.50	58.80	45.00	36.00	54.50
10	Contenido de Humedad/ Moisture content (%)	13.91	38.62	33.38	30.56	28.00	27.50	26.79
11	Horas/Hour							

OBSERVACIONES/REMARKS:

Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	722	Equipo/Equipment:	No. Serie/Serial #:
	HORNO				

Muestreado en Campo/ Sampled on site by: TECNILAB S.A.
Ensayado por / Tested by: O. Estrada

V. Oses

Tecnilab S.A.

Compilado por /Compiled by:
Presentado por / Presented by:

El presente informe no deberá reproducirse, sin la autorización escrita de TECNILAB, S.A.
Los resultados de este informe sólo estarán relacionados con las muestras indicadas en el mismo

Versión 7
Fecha de Revisión: 12/10/2019

PARQUE LEFEVRE - AVENIDA PRIMERA, LOCAL No. 62 / APARTADO 0834-02414, PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA TELEFONOS: 224-9137, 224-3567 FAX: 221-5451



