

**RESPUESTAS A LA PRIMERA INFORMACIÓN
ACLARATORIA Nota DEIA-DEEIA-AC-0090-3007-2024**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II

PROYECTO:

**“ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE UN NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE
(DESALINIZADORA) PARA LA ISLA TABOGA, Y
REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
EXISTENTE”**

LOCALIZACIÓN:

Isla Taboga, corregimiento de Taboga (Cabecera), distrito de Taboga,
provincia de Panamá

 www.lcspanama.com

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. La sección ambiental del Ministerio de Cultura, mediante nota MC-DNPC-PCE-N-No. 554-2024 recibida el 17 de junio de 2024, indica: 5
2. Mediante MEMORANDO-DCC-391-2024, la dirección de cambio climático, luego de la revisión técnica del estudio, se solicita desarrollen los siguientes puntos:..... 6
3. La Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP), mediante nota AG-490-2024, recibida el 19 de julio de 2024, indica:..... 56
4. La Dirección de Seguridad Hídrica mediante Informe técnico DSH-056-2024, solicita: 62
5. La dirección de Costas y Mares mediante informe técnico de evaluación DICOMAR No. 052-2024 solicita:..... 67
6. En el punto 4.3.2.1. Construcción, detallando las actividades que se darán en esta fase, incluyendo infraestructuras a desarrollar, equipos a utilizar, mano de obra (empleos directos e indirectos generados), insumos, servicios básicos requeridos (agua, energía, vías de acceso, transporte público, otros), pagina 40 del EsIA indica “La toma de agua cruda será de tipo torre con capacidad de captación de 1.5 MGD, y estará conformada por un cajón de hormigón reforzado para uso en ambientes marinos, con ventanas para la captación, ubicadas en la zona superior de los laterales del cajón” Sin embargo, mediante informe técnico de evaluación DICOMAR No. 052-2024, indica “la empresa promotora informó durante la inspección, sobre cambios en el sitio de la toma de agua..” por lo que se solicita: 116
7. En el punto 4. Descripción del proyecto, obra o actividad, página 20 del EsIA indica “El proyecto se desarrollará en un área de 11 097.07 m2, representando el 0.19 % de la superficie total de la isla”, aunado a lo anterior en el punto 4.2.1. Coordenadas UTM del polígono de la actividad, obra o proyecto y sus componentes. Estos datos deben ser presentados según lo exigido por el Ministerio de Ambiente pág. (25 a la 33 del EsIA), el promotor presentar coordenadas de cada componente del proyecto. Sin embargo, mediante verificación de DIAM, a través del MEMORANDO DIAM-0933-2024 indica: le informamos que con los datos puntuales se determinó lo siguiente: datos puntuales, biodigestor, nueva toma de agua, pozo de succión, pozos a rehabilitar, punto de descarga biodigestor, punto de descarga existente, nuevo inmisario..... 116
8. En la página 41, punto 4.3.2.1. Construcción, detallando las actividades que se darán en esta fase, incluyendo infraestructuras a desarrollar, equipos a utilizar, mano de obra (empleos directos e indirectos generados), insumos, servicios básicos requeridos (agua, energía, vías de acceso, transporte público, otros), pozo de succión, indica “el pozo de succión se ubicará sobre el lecho rocoso ubicado en el área de servidumbre de la calle de acceso a la estación de bombeo de agua cruda (EBAC) existente. Para su instalación será necesario realizar una perforación vertical del lecho rocoso a una

- profundidad de 10 metros, de los cuales 4 metros estarán dentro del lecho marino...” Por lo que se solicita:..... 118
9. En el punto 4.2.1 Coordenadas UTM del polígono de la actividad, obra o proyecto y sus componentes. Estos datos deben ser presentados según lo exigido por el Ministerio de Ambiente, pagina 33 del EsIA, se presentan las coordenadas de los pozos a rehabilitar (2, 3, 4 y 5) aunado a lo anterior, en el Anexo 5 Página 657 del EsIA, la Alcaldía Municipal de Taboga mediante nota No. 092/AMT-2024, autoriza la construcción específicamente de la Estación de Bombeo de Agua Cruda (EBAC), pozo de succión y pozo #2, dentro de la servidumbre pública. Por lo que se solicita: 119
10. En la página 40 en el punto Construcción, detallando las actividades que se darán en esta fase, incluyendo infraestructuras a desarrollar, equipos a utilizar, mano de obra (empleos directos e indirectos generados), insumos, servicios básicos requeridos (agua, energía, vías de acceso, transporte público, otros), se indica: “Antes de iniciar las actividades constructivas, se acondicionará un sitio como campamento temporal, ubicado dentro del polígono donde se construirá la nueva planta desalinizadora y edificio de control (ver Tabla 4-4. Coordenadas de ubicación del polígono)” Sin embargo, en la Tabla 4-4 solo se presenta las coordenadas de la ubicación de la nueva desalinizadora y el edificio de control, no se evidencia las coordenadas del campamento, por lo que se solicita: ... 120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de sensibilidad del proyecto.....	11
Tabla 2. Análisis de la exposición del proyecto.....	13
Tabla 3. Variables climáticas que presentaron Sensibilidad alta y media.....	15
Tabla 4. Evaluación de consecuencias	16
Tabla 5. Evaluación de probabilidad de amenazas	19
Tabla 6. Evaluación de los riesgos a los que puede estar expuesto el proyecto por variaciones climáticas	22
Tabla 7. Análisis de vulnerabilidad del proyecto.....	25
Tabla 8. Medidas de adaptación ante los efectos del cambio climático.....	26
Tabla 9. Plan de monitoreo de la ejecución de las medidas de adaptación.....	30
Tabla 10. Definiciones y criterios para identificar las fuentes de emisiones	32
Tabla 11. Posibles fuentes de emisión de gases de efecto invernadero identificadas para el proyecto.	33
Tabla 12. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 1-Fase de Construcción .	35
Tabla 13. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 2-Fase de Construcción .	37
Tabla 14. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 2-Fase de Operación.....	37
Tabla 15. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 3-Fase de Construcción .	38
Tabla 16. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 3-Fase de Operación.....	40
Tabla 17. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 4-Fase de Construcción .	41
Tabla 18. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 4-Fase de Operación.....	42

Tabla 19. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 5-Fase de Construcción ..	43
Tabla 20. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 5-Fase de Operación.....	43
Tabla 21. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 6-Fase de Construcción .	44
Tabla 22. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 6-Fase de Operación.....	45
Tabla 23. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 7-Fase de Construcción .	46
Tabla 24. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero - Construcción.....	47
Tabla 25. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Operación Anual	47
Tabla 26. Plan de mitigación al cambio climático y cronograma de ejecución	50
Tabla 27. Escala de valoración porcentual para la evaluación de riesgos.....	59
Tabla 28. Ampliación a la evaluación de los riesgos en la actividad O-5. Operación y mantenimiento de la desalinizadora y edificio de control	59
Tabla 29. Ampliación a la evaluación de los riesgos en la actividad O-5. Operación y mantenimiento de la desalinizadora y edificio de control	60
Tabla 30. Ampliación a la evaluación de los riesgos en la actividad O-1. Operación y mantenimiento del sistema de captación de agua de mar	60
Tabla 31. Ampliación a la evaluación de los riesgos en la actividad O-1. Operación y mantenimiento del sistema de captación de agua de mar	61
Tabla 32. Servidumbre de 10 m según la ley 1 forestal tramo derecho	63
Tabla 33. Servidumbre de 10 m según la ley 1 forestal tramo izquierdo.....	64
Tabla 34. Centro de la quebrada	64
Tabla 35. Ribera tramo derecho	64
Tabla 36. Tabla. Ribera tramo izquierda.....	65
Tabla 37. Servidumbre de 3 metros de uso público tramo derecho	65
Tabla 38. Servidumbre de 3 metros de uso público tramo izquierdo.....	65
Tabla 39. Especies identificadas en cada una de las zonas por transectos. Superficie.....	81
Tabla 40. Especies identificadas en cada una de las zonas por transectos. Fondo.....	82
Tabla 41. Resultados del monitoreo de parámetros fisicoquímicos Zona de Toma de Agua	86
Tabla 42. Resultados de los parámetros físico químicos Zona de descarga de salmuera	87
Tabla 43. Valores del Secchi en cada zona monitoreadas en isla Taboga	93
Tabla 44. Cronograma de ejecución de las actividades para la evaluación del estado de salud de los ecosistemas	105
Tabla 45. Cronograma de ejecución de las actividades	111
Tabla 46. Medidas específicas para evitar la afectación a los ecosistemas marinos costeros cercanos y zonas turísticas durante el desembarque de equipos, maquinarias e insumos de construcción.	113
Tabla 47. Medidas preventivas contra derrames	115
Tabla 48. Verificación de polígonos y líneas verificados por DIAM y lo descrito en el EsIA.....	117

1. La sección ambiental del Ministerio de Cultura, mediante nota MC-DNPC-PCE-N-No. 554-2024 recibida el 17 de junio de 2024, indica:

a. Realizar prospección arqueológica subacuática del proyecto (análisis de los datos de batimetría y oceanografía enfocados en la detección de anomalías culturales en el lecho marino del proyecto).

Respuesta:

Se presenta en el **Anexo 1** de este documento, original del informe de prospección arqueológica subacuática, tomando en consideración el levantamiento de la batimetría, el estudio de perfilación de fondo como método geofísico aplicado en el sitio donde se instalará la toma de agua cruda e inmisario y las imágenes del fondo de las inmersiones realizadas durante la caracterización de la fauna marina.

En el estudio de prospección subacuática, tomando en consideración los resultados de la perfilación de fondo, se concluye con **no hubo hallazgos, ni obstrucciones o naufragios** detectados durante todo el proceso de perfilación.

b. La prospección arqueológica subacuática deberá incluir la tabla de coordenadas UTM (WGS84) del área marina del proyecto y señalar en un plano a escala y georreferenciar los puntos de la prospección subacuática.

Respuesta:

Se presenta en el **Anexo 1** de este documento, original del informe de prospección arqueológica subacuática, en el mismo se incluyen las coordenadas de la perfilación de fondo y las coordenadas de la toma e inmisario en la proyección UTM, con datum de referencia WGS84, Zona 17 N (ver Anexo 2 de informe de prospección), se presenta el plano generado por el hidrógrafo certificado que muestra las coordenadas iniciales y finales de cada tramo perfilado y la proyección del tramo del inmisario (ver Anexo 3 de informe de prospección). Por otro lado, se presenta el levantamiento de la batimetría del sitio de la toma de agua cruda e inmisario (ver Anexo 3 de informe de prospección), y en el **Anexo 6** de este documento se presenta los resultados de la perfilación de los estratos de fondo marino en área de la futura toma de agua e inmisario.

c. Anexar fotografías de la prospección geofísica del área marina del proyecto e imágenes del lecho marino, en el caso de haber realizado inmersiones.

Respuesta:

Se presenta en el **Anexo 1** de este documento, original del informe de prospección arqueológica subacuática, en el mismo se incluyen las fotografías de la perfilación de fondo como método geofísico utilizado, e imágenes del lecho marino de las inmersiones realizadas por buzos y biólogos, durante el estudio de caracterización de fauna marina presentado en el EsIA.

d. Presentar los planos incluyendo con detalle de los trabajos a realizar en la toma de agua en el mar y sección mostrando la profundidad y distancia que esta sumergida la toma de agua. Cabe resaltar que, parte del proyecto está en el Conjunto Monumental Histórico de Taboga declarado mediante la Ley No. 6 de 13 de marzo de 2012.

Respuesta:

Se presenta en el **Anexo 2**. plano debidamente firmado que incluye los trabajos a realizar en la toma de agua, inmisario y pozo de succión, mostrando la profundidad y distancias a la cual estará sumergido parte del inmisario, así como las coordenadas en la proyección UTM, con datum de referencia WGS84, Zona 17 N de ubicación de cada componente.

2. Mediante MEMORANDO-DCC-391-2024, la dirección de cambio climático, luego de la revisión técnica del estudio, se solicita desarrollen los siguientes puntos:

Adaptación:

El consultor debe adaptar la información al siguiente formato e incluir los puntos faltantes:

5.2.2.3. Análisis de identificación de Peligros o Amenazas

a) Hidrología e hidráulica 5.6.4 Estudio Oceanográfico y 5.6.4.1. Corrientes, mareas y oleaje

El promotor debe realizar el siguiente análisis:

- **Realizar análisis de ascenso del nivel del mar con la ubicación del proyecto a partir del archivo oficial en formato vectorial que se encuentra en el portal web SINIA de Miambiente y presentar el resultado final de este formato ráster o shapefile.**

Respuesta:

En el **Anexo 3** de este documento, se presenta el análisis de ascenso del nivel de mar con la ubicación de los componentes del proyecto. Para este análisis se utilizó, información de la localización del proyecto, datos de la topografía levantada en sitio, datos de topografía del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia y las capas de los niveles de inundación proyectados con cambio climático disponible en el Sistema Nacional de Información Ambiental del Ministerio de Ambiente. Con esto, se realizaron análisis y comparaciones cualitativas y cuantitativas de los diversos niveles de los componentes principales del proyecto contra los niveles de inundación proyectados.

Los análisis cualitativos y cuantitativos de ascenso del nivel del mar para el escenario de cambio climático para la isla de Taboga indicaron que, en el área de la toma de agua no se espera que el nivel de inundación alcance la estructura de la toma ya que ésta tiene una altura proyectada de 8.445 msnm, suficiente para estar por encima del nivel de inundación indicado.

No se proyecta que la inundación afecte todos los componentes del proyecto. Sin embargo, para la línea de distribución media baja, tanto el análisis cualitativo como cuantitativo proyectan que hay tres zonas donde potencialmente se espera que, en caso de darse la inundación, las tuberías quedarían debajo del agua con una profundidad estimada de al menos 0.956 metros.

Cabe señalar que, las recomendaciones del informe de análisis de ascenso del nivel del mar, han sido incorporadas en el plan de adaptación del proyecto.

Por último, se adjunta en formato shapefile el resultado del análisis del ascenso del nivel de mar.

- **Entregar el archivo digital de la topografía terrestre 0.50 m y la batimetría referente al proyecto.**

Respuesta:

Se hace entrega en formato digital de la topografía terrestre a 0.50 m, la batimetría del sitio propuesto para la toma de agua cruda y los datos del levantamiento batimétrico realizado en la quebrada El Pueblo.

Análisis hidrológico e hidráulico:

- **Elaborar un análisis hidrológico de periodos de retorno de 100 años para las dos quebradas, la Quebrada El Pueblo y la Quebrada Sin Nombre, es crucial debido a la proximidad de numerosas tuberías y la construcción de un tanque de reserva de agua potable según los mapas entregados.**

Respuesta:

Respecto a las fuentes hídricas que señala el mapa de redes hídricas de Panamá, se evidencia cerca de algunos componentes del proyecto, la quebrada s/n y la quebrada El Pueblo.

Sin embargo, las verificaciones en campo solo identifican una fuente hídrica estacionaria conocida como la quebrada El Pueblo, la misma fue considerada durante el levantamiento de la línea base física, a través de la realización de un análisis de la calidad de agua (ver Anexo 26 del EsIA). Cabe señalar que, al momento de tomar la muestra, la quebrada presentaba un caudal bajo a nulo, y se procedió a obtener una muestra de agua acumulada en el cauce, al momento en que se estaba evidenciando descargas de aguas residuales provenientes de las viviendas cercanas.

Cabe señalar que, la existencia de una sola fuente hídrica (quebrada El Pueblo), fue verificada por el equipo técnico del Ministerio de Ambiente en la gira realizada el día 27 de junio de 2024, donde se determinó que no existía una quebrada s/n cerca o dentro de los componentes del proyecto.

Cabe señalar que, con el propósito de evaluar la necesidad de presentar un análisis hidrológico e hidráulico en la quebrada El Pueblo, debido a que la misma presenta un caudal bajo a nulo, y los componentes más cercanos (tanque de 100 K y EBAT), se ubican a 25 metros hasta las riberas de la quebrada y a una diferencia de elevación de 13 metros respecto a la quebrada, se llevó a cabo una reunión virtual con técnicos de la dirección de Cambio Climático el día 8 de agosto de 2024, donde se indicó que la infraestructura más cercana a la quebrada El Pueblo corresponde al polígono de La Poza, donde se proyecta la construcción de un tanque de 100 K y una Estación de Bombeo de Agua tratada (EBAT). En la reunión se acordó presentar datos del levantamiento batimétrico de la quebrada El Pueblo y su distancia respecto a los componentes ubicados en el sector de La Poza.

En este sentido, presentamos en el **Anexo 4**, el levantamiento batimétrico de la quebrada El Pueblo, y el análisis de su ubicación respecto al tanque de 100 K y EBAT. En la página 12, se describe la sección *TANQUE DE ALMACENAMIENTO RSI*, y se indica que tienen una diferencia de elevación de 13 metros, aproximadamente, con respecto al lecho de la quebrada, y en proyección horizontal, se encuentra a una distancia de 25 metros hasta las riberas de la quebrada (pág. 12). Por último, se adjunta en formato shapefile el resultado de la batimetría de la quebrada El Pueblo.

- **Entregar información digital geoespacial de los resultados del análisis hidrológico.**

a. Es necesario que el estudio incluya un análisis de cuáles son los peligros o amenazas que tendría en proyecto.

b. Desarrollar la modelación dinámica con una visualización de resultados en 2D, con el modelo HEC-RAS 6.0, o el más avanzado.

Los resultados que deberá entregar son los siguientes:

- i. Entrega de datos, tablas. Secciones, coeficientes, formulas, capas de información en formato digital
- ii. Simulación bidimensional de crecida sin proyecto, la salida se debe entregar en formato shapefiles y/o ráster.
- iii. Simulación bidimensional de la crecida con proyecto, la salida se debe entregar en formato shape y/o ráster.
- iv. Curvas de nivel 0.50 con proyecto y sin proyecto
- v. Polígono total del proyecto.

Respuesta:

Ítem anterior. Se hace entrega en el **Anexo 4**, el levantamiento batimétrico de la quebrada El Pueblo, y el análisis de su ubicación respecto al tanque de 100 K y la EBAT.

5.2.3. Análisis e identificación de vulnerabilidad frente a amenazas por factores naturales y climáticos en el área de influencia

a. Actualizar la matriz de clasificación de amenazas climáticas, tomando en cuenta los puntos anteriores.

Respuesta:

Una vez realizado el análisis de ascenso del nivel del mar, los análisis cualitativos y cuantitativos indicaron que en el área de la toma de agua no se espera que el nivel de inundación alcance la estructura de la toma.

Sin embargo, para la línea de distribución media baja, tanto el análisis cualitativo como cuantitativo proyectan que hay tres zonas donde potencialmente se espera, en caso de darse la inundación, que las tuberías queden debajo del agua con una profundidad estimada de al menos 0.956 metros.

Por consiguiente, presentamos la actualización del análisis de sensibilidad, exposición, adaptación, identificación de peligros o amenazas y vulnerabilidad del proyecto, en el cual se consideró el ascenso del nivel de mar e inundaciones como efectos del cambio climático.

Análisis de sensibilidad del proyecto

La siguiente tabla muestra el análisis de sensibilidad del proyecto ante los efectos de las variables climáticas.

El proyecto tiene sensibilidad alta respecto al componente de línea de distribución media baja, ante el aumento del nivel del mar e inundaciones en la fase de operación. Con respecto a la infraestructura de captación, se conserva el análisis de sensibilidad media ante el aumento del nivel del mar e inundaciones, presentado en el EsIA.

Tabla 1. Análisis de sensibilidad del proyecto

Fase de construcción						Fase de operación						Variable climática impulsora de riesgo	Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto			
Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario			Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación	Infraestructura de potabilización
															Incremento en las temperaturas promedio	Aumento del nivel del mar
															Incremento extremo temperaturas	Inundaciones
															Cambio en los patrones de lluvia (disminución, aumento, extremos)	Disponibilidad de agua
															Velocidad Promedio del Viento	Deslizamientos de Tierra
															Velocidad Máxima del viento	Erosión de Suelos
															Humedad	Erosión costera
															Radiación Solar	Incendios Forestales
															Otras	Tsunamis, sismos

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Análisis de Exposición

La siguiente tabla muestra el análisis de exposición del proyecto a variaciones climáticas significativas.

El proyecto puede estar significativamente expuesto al aumento del nivel del mar e inundaciones en el componente de línea de distribución media baja en la fase de operación. Por otro lado, el proyecto puede estar significativamente expuesto ante la disponibilidad de agua tanto en la fase de construcción como en operación.

Adicional, el proyecto puede estar significativamente expuesto a los efectos de la erosión costera en componentes como la línea de distribución media baja y la infraestructura de captación, siendo estas las más cercanas a la costa.

En cuanto a los incendios forestales, debido a la cercanía con vegetación boscosa, la infraestructura de potabilización y las líneas de aducción, conducción, impulsión, distribución alta, podrían estar expuesto a incendios forestales. Por último, el proyecto podría estar significativamente expuesto a eventos de tsunamis y sismos.

Tabla 2. Análisis de la exposición del proyecto

Lugares o componentes expuestos													Variable climática impulsora de riesgo	Peligros Asociados al Cambio Climático		
Fase de construcción						Fase de operación										
Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja			Infraestructura de captación	Infraestructura de potabilización
															Incremento en las temperaturas promedio	Aumento del nivel del mar
															Incremento extremo temperaturas	Inundaciones
															Cambio en los patrones de lluvia (disminución, aumento, extremos)	Disponibilidad de agua
															Velocidad Promedio del Viento	Deslizamientos de Tierra
															Velocidad Máxima del viento	Erosión de Suelos
															Humedad	Erosión costera

Lugares o componentes expuestos													Variable climática impulsora de riesgo	Peligros Asociados al Cambio Climático		
Fase de construcción						Fase de operación						Radiación Solar			Incendios Forestales	
Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-adsucción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario					Línea de distribución media baja

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Análisis de Capacidad Adaptativa

Se adapta la tabla 5-17, con las medidas de adaptación propuestas durante del análisis del ascenso del nivel del mar.

Tabla 3. Variables climáticas que presentaron Sensibilidad alta y media

Variables	Peligro	Impacto del cambio climático	Medidas de adaptación
Incremento en las temperaturas promedio	Aumento del nivel del mar	Puede impactar la línea de distribución media baja	Rellenar las zanjas de excavación de tuberías con material compactado y en la capa superficial colocar vegetación apropiada para mitigar la erosión y posible exposición de las tuberías. En el caso de un ascenso permanente, dejar instaladas válvulas de control y conexiones para un posible realineamiento futuro.
Incremento extremo temperaturas	Inundaciones	Puede impactar las vías de acceso a la toma y la desalinizadora. Puede impactar la línea de distribución media baja	Construir drenajes apropiados para manejo de las aguas pluviales, y dar mantenimiento y limpieza a los mismos. Brindar mantenimientos en conjunto con las autoridades locales al muro de contención que actualmente protege el poblado de Taboga.
Cambio en los patrones de lluvia (disminución, aumento, extremos)	Disponibilidad de agua	Puede la fase de construcción y afectar la operación de la planta desalinizadora.	Garantizar el uso apropiado de la planta desalinizadora y los pozos existente
Velocidad Promedio del Viento	Deslizamientos de Tierra	Puede resultar en daños a la infraestructura del camino existente	Planes de mantenimiento a las vías y polígonos de la desalinizadora y polígonos de los tanques de almacenamiento y aplicación de los sistemas de alerta temprana.
Velocidad Máxima del viento	Erosión de Suelos	Puede resultar en daños a la infraestructura del camino existente	Construir muros para protección de las infraestructuras
Humedad	Erosión costera	Pérdida de línea de costa.	Establecer trampas de arenas.
Radiación Solar	Incendios Forestales	Afectación a las infraestructuras cercanas a áreas boscosas.	Activación del sistema de alerta temprana
Otras	Tsunamis y sismos	Puede resultar en daños a la infraestructura y pérdidas humanas	Activación del sistema de alerta temprana Activación del plan de contingencia

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Análisis de Identificación de Peligros o Amenazas

Las siguientes tablas presenta la evaluación de la magnitud de las consecuencias y la probabilidad de las amenazas.

Tabla 4. Evaluación de consecuencias

	Consecuencia														Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto	
	Fase de construcción						Fase de operación									
	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable- aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación		Infraestructura de potabilización
Daño a la infraestructura																Aumento del nivel del mar
																Inundaciones
																Disponibilidad de agua
																Deslizamientos de Tierra
																Erosión de Suelos
																Erosión costera
																Incendios Forestales
																Tsunamis y sismos
Salud y seguridad																Aumento del nivel del mar
																Inundaciones

		Consecuencia													Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto	
	Fase de construcción						Fase de operación									
	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable- aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación		Infraestructura de potabilización
Ambiente																Disponibilidad de agua
																Deslizamientos de Tierra
																Erosión de Suelos
																Erosión costera
																Incendios Forestales
																Tsunamis y sismos
																Aumento del nivel del mar
																Inundaciones
																Disponibilidad de agua
																Deslizamientos de Tierra
																Erosión de Suelos
																Erosión costera
																Incendios Forestales
																Tsunamis y sismos

		Consecuencia													Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto	
	Fase de construcción						Fase de operación									
	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable- aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación		Infraestructura de potabilización
Social																Aumento del nivel del mar
																Inundaciones
																Disponibilidad de agua
																Deslizamientos de Tierra
																Erosión de Suelos
																Erosión costera
																Incendios Forestales
																Tsunamis y sismos

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Tabla 5. Evaluación de probabilidad de amenazas

		Probabilidad de amenazas													Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto		
		Fase de construcción						Fase de operación									
		Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja		Infraestructura de captación	Infraestructura de potabilización
Daño a la infraestructura																	Aumento del nivel del mar
																	Inundaciones
																	Disponibilidad de agua
																	Deslizamientos de Tierra
																	Erosión de Suelos
																	Erosión costera
																	Incendios Forestales
Salud y seguridad																	Tsunamis y sismos
																	Aumento del nivel del mar
																	Inundaciones
																	Disponibilidad de agua
																	Deslizamientos de Tierra
																	Erosión de Suelos
																Erosión costera	

		Probabilidad de amenazas													Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto	
	Fase de construcción						Fase de operación									
	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación		Infraestructura de potabilización
Ambiente																Incendios Forestales
																Tsunamis y sismos
																Aumento del nivel del mar
																Inundaciones
																Disponibilidad de agua
																Deslizamientos de Tierra
																Erosión de Suelos
																Erosión costera
																Incendios Forestales
																Tsunamis y sismos
Social																Aumento del nivel del mar
																Inundaciones
																Disponibilidad de agua
																Deslizamientos de Tierra
																Erosión de Suelos

Probabilidad de amenazas														Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto	
Fase de construcción						Fase de operación									
Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable- aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación		Infraestructura de potabilización
															Erosión costera
															Incendios Forestales
															Tsunamis y sismos

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

En la siguiente tabla se presenta la evaluación de los riesgos a los que puede estar expuesto el proyecto por variaciones climáticas.

Se identificaron riesgos altos sobre las infraestructuras del proyecto relacionados al aumento en el nivel del mar para la línea de distribución media baja. Del mismo modo, se identificaron riesgos altos sobre las infraestructuras, ambiente, salud y seguridad y población, relacionados a tsunamis y sismos, erosión de suelo, erosión costera, deslizamientos de tierra e incendios forestales.

Tabla 6. Evaluación de los riesgos a los que puede estar expuesto el proyecto por variaciones climáticas

	Consecuencia															Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto
	Fase de construcción						Fase de operación									
	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación	Infraestructura de potabilización	
Probabilidad	Daño a la infraestructura															Aumento del nivel del mar
																Inundaciones
																Disponibilidad de agua
																Deslizamientos de Tierra
																Erosión de Suelos
																Erosión costera
																Incendios Forestales
Probabilidad	Salud y seguridad															Tsunamis y sismos
																Aumento del nivel del mar
																Inundaciones
																Disponibilidad de agua
																Deslizamientos de Tierra
																Erosión de Suelos
																Erosión costera

		Consecuencia														Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto		
		Fase de construcción						Fase de operación										
		Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación		Infraestructura de potabilización	
Probabilidad	Ambiente																Incendios Forestales	
																		Tsunamis y sismos
																		Aumento del nivel del mar
																		Inundaciones
																		Disponibilidad de agua
																		Deslizamientos de Tierra
																		Erosión de Suelos
																		Erosión costera
																		Incendios Forestales
																		Tsunamis y sismos
Probabilidad	Social																Aumento del nivel del mar	
																	Inundaciones	
																	Disponibilidad de agua	
																	Deslizamientos de Tierra	

	Consecuencia														Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto	
	Fase de construcción						Fase de operación									
	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario	Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación		Infraestructura de potabilización
																Erosión de Suelos
																Erosión costera
																Incendios Forestales
																Tsunamis y sismos

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Análisis de vulnerabilidad del proyecto

Se presenta actualizado el análisis de vulnerabilidad del proyecto.

El proyecto es altamente vulnerable a aumentos en el nivel del mar, inundaciones, disponibilidad de agua, erosión costera, incendios forestales, Tsunamis y sismos.

Tabla 7. Análisis de vulnerabilidad del proyecto

Fase de construcción						Fase de operación						Variable climática impulsora de riesgo	Efecto secundario o amenaza sobre el proyecto			
Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura temporal	Suministro de agua	Suministro de energía	Movilización (infraestructura vial)	Comunicación	Suministro de insumos	Infraestructura potable-aducción, conducción, impulsión, distribución alta, emisario			Línea de distribución media baja	Infraestructura de captación	Infraestructura de potabilización
															Incremento en las temperaturas promedio	Aumento del nivel del mar
															Incremento extremo temperaturas	Inundaciones
															Cambio en los patrones de lluvia (disminución, aumento, extremos)	Disponibilidad de agua
															Velocidad Promedio del Viento	Deslizamientos de Tierra
															Velocidad Máxima del viento	Erosión de Suelos
															Humedad	Erosión costera
															Radiación Solar	Incendios Forestales
															Otras	Tsunamis, sismos

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

El consultor debe adecuar la información al siguiente esquema dentro del plan de adaptación

Respuesta:

Se adecua el plan de adaptación al cambio climático según requerimientos de la dirección.

9.8. Plan de adaptación al cambio climático

a. Objetivos del plan de adaptación

Objetivo general

- Reducir la vulnerabilidad del proyecto e incrementar su capacidad de respuesta frente a las amenazas e impactos del cambio climático, mediante la priorización de las medidas de adaptación.

Objetivos específicos

- Proponer y establecer una lista de acciones y medidas de adaptación que den respuesta a las amenazas climáticas identificadas durante la fase de construcción y operación del proyecto del proyecto; e
- Identificar el impacto de las acciones y medidas de adaptación recomendadas para lograr mejorar la adaptación al cambio climático.

b. Formulación de medidas de adaptación

Tabla 8. Medidas de adaptación ante los efectos del cambio climático.

Vulnerabilidad obtenida a las amenazas climáticas	Medidas de adaptación	Descripción de la medida de adaptación
Aumento del nivel del mar	1. Mantenimiento del muro de protección del poblado, específicamente en el tramo relacionado a la línea de distribución media baja.	Esta medida se debe implementar en la fase de operación en el caso del aumento paulatino del nivel del mar que puede generar impactos sobre las líneas de distribución media baja ubicadas en el poblado de Taboga. Para esto, se deberá ejecutar un plan de mantenimiento del

Vulnerabilidad obtenida a las amenazas climáticas	Medidas de adaptación	Descripción de la medida de adaptación
		muro de contención que actualmente se encuentra en el poblado de Taboga, específicamente en la zona de inundación 1, 2 y 3 identificadas en el análisis del ascenso del nivel del mar, siendo éstas las más propensas a inundaciones.
	2. Rellenar las zanjas de excavación de tuberías con material compactado y en la capa superficial colocar vegetación de grama.	Esta medida se debe implementar para la línea de distribución media baja, en la etapa de construcción, lo que permitirá que, ante eventos de ascenso del nivel del mar, se disminuya la erosión del suelo y exposición de las tuberías.
	3. Instalar válvulas de control y conexiones en los tramos de la línea de distribución media baja.	En el caso de un ascenso permanente, como medida de adaptación en la fase de construcción se debe contemplar la instalación de válvulas de control y conexiones para un posible realineamiento de los tramos en la zona inundación 1, 2 y 3 señaladas en el análisis del ascenso del nivel del mar.
Inundaciones	4. Construir drenajes apropiados para manejo de las aguas pluviales, y dar mantenimiento y limpieza a los mismos.	Con el propósito de adaptar el proyecto a las amenazas por inundación, se deberán construir drenajes apropiados durante la rehabilitación de los caminos de acceso a la desalinizadora y la toma de agua. Adicional se deberán acondicionar los drenajes existentes en el poblado en aquellas zonas relacionadas a la línea de distribución media baja.
	5. Restaurar y mantener libre de sedimentos los drenajes existentes en la ruta establecida para la línea de distribución media baja.	Una vez terminado los trabajos de colocación de las líneas, se deberá garantizar la restauración y limpieza de los drenajes existentes. Del mismo modo, durante la operación del

Vulnerabilidad obtenida a las amenazas climáticas	Medidas de adaptación	Descripción de la medida de adaptación
		proyecto parte de los mantenimientos requeridos deberán incluir la limpieza y reparación de los drenajes.
Disponibilidad de agua	6. Dar mantenimiento correctivo y preventivo al sistema de desalinización y a los pozos existente.	Cambio en los patrones de lluvia podrían provocar efectos sobre la disponibilidad del agua, lo cual puede impactar la fase de construcción y operación del proyecto. Para aumentar la capacidad adaptativa del proyecto frente a esta amenaza se propone dar mantenimiento correctivo y preventivo al sistema de tratamiento y almacenamiento del agua.
	7. Realizar limpieza de tanques de almacenamiento de agua y sistema de bombeo.	
	8. Preservar la vegetación cercana a la fuente estacionaria existente.	En la fase de construcción y operación se garantizará que los trabajos se realicen respetando la servidumbre hídrica de la quebrada El Pueblo.
Deslizamientos de tierra	9. Ejecución de planes de mantenimiento a las vías y polígonos de la desalinizadora y polígonos de los tanques de almacenamiento y aplicación de los sistemas de alerta temprana.	Se deberán realizar mantenimientos a las vías de acceso a la toma y la desalinizadora durante la fase de operación. El mantenimiento incluye la identificación de sitios propensos a deslizamiento y la construcción de obras de estabilización de presentarse el caso.
Erosión de los suelos	10. Mantenimiento de los muros para protección de las infraestructuras del proyecto.	Se deberá establecer un programa de mantenimiento del muro de protección del poblado, específicamente en el tramo relacionado a la línea de distribución media baja, y de los muros que se construirán en la EBAT, la EBAC y polígono de desalinizadora.
	11. Establecer vegetación en taludes	Esta medida ayudará a aumentar la estabilización mecánica e hidráulica el suelo.

Vulnerabilidad obtenida a las amenazas climáticas	Medidas de adaptación	Descripción de la medida de adaptación
Erosión costera	12. Establecer vegetación de grama en aquellos sitios cercanos a la línea costera.	Se deberá establecer vegetación de grama en la fase de construcción, en aquellos sitios con suelos descubiertos cerca de las infraestructuras de captación y la línea de distribución media baja.
Incendios forestales	13. Capacitación a los trabajadores para aplicación del plan de contingencia en caso de incendios	Se capacitará a los trabajadores tanto en la fase de construcción como operación sobre las medidas de contingencia en caso de incendios forestales.
Tsunamis y sismos	14. Capacitación a los trabajadores sobre el plan de contingencia en caso de presentarse alertas de tsunamis y sismos	Se capacitará a los trabajadores tanto en la fase de construcción como operación sobre las medidas de contingencia en caso de tsunami o sismos. Adicional, realizar un simulacro anual en ambas fases.

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

c. Plan de monitoreo

Se presenta el plan de monitoreo de la ejecución de las medidas de adaptación propuestas para hacer frente a las amenazas climáticas. Cabe señalar que, el promotor deberá revisar y actualizar semestralmente el cronograma de ejecución de las medidas de adaptación, para que el mismo sea adecuado a los periodos de ejecución y operación del proyecto.

Tabla 9. Plan de monitoreo de la ejecución de las medidas de adaptación

Vulnerabilidad	Medidas de adaptación	Fase de implementación	Tiempo de Ejecución de la medida		Monitoreo	Equipo responsable	Reporte del cumplimiento
			Fecha inicio	Fecha culminación			
Aumento del nivel del mar	1. Mantenimiento del muro de protección del poblado, específicamente en el tramo relacionado a la línea de distribución media baja.	Operación	junio 2026	permanente	Semestral	Contratista (1er año) /Promotor	Reportes de inspecciones y mantenimientos correctivos y preventivos al muro de protección.
	2. Rellenar las zanjas de excavación de tuberías con material compactado y en la capa superficial colocar vegetación de grama.	Construcción	junio 2025	noviembre 2024	Diario Durante los trabajos de instalación de líneas de distribución	Contratista /Promotor	Presentar evidencia fotográfica del inicio de los trabajos de conformación de las fosas o zanjas en la línea de distribución medida baja. Del mismo modo presentar evidencia fotográfica de la implementación de vegetación de grama una vez culminado los trabajos.
	3. Instalar válvulas de control y conexiones en los tramos de la línea de distribución media baja.	Construcción	diciembre 2024	mayo 2025	Diario Durante los trabajos de instalación de líneas de distribución	Contratista /Promotor	Presentar evidencia fotográfica de la colocación de válvulas de control y conexiones necesarias para cambios futuros en los tramos cercanos a la zona 1, 2 y 3 de inundación identificadas durante el análisis del ascenso del nivel del mar para la línea de distribución media baja.
Inundaciones	4. Construir drenajes apropiados para manejo de las aguas pluviales, y dar mantenimiento y limpieza a los mismos.	Construcción	diciembre 2024	mayo 2026	Semanal Durante los trabajos	Contratista /Promotor	Presentar evidencia fotográfica de la construcción del nuevo sistema de drenajes. Presentar evidencia de la limpieza de los drenajes.
	5. Restaurar y mantener libre de sedimentos los drenajes existentes en la ruta establecida para la línea de distribución media baja.	Construcción Operación	diciembre 2024	permanente	Semanal	Contratista /Promotor	Presentar evidencia fotográfica de las reparaciones y limpieza de los drenajes existentes
Disponibilidad de agua	6. Dar mantenimiento correctivo y preventivo al sistema de desalinización y a los pozos existente.	Operación	junio 2026	permanente	Semestral	Contratista (1er año) /Promotor	Evidencia de los reportes de mantenimientos, así como recibos de las compras de insumos.
	7. Realizar limpieza de tanques de almacenamiento de agua y sistema de bombeo	Operación	junio 2026	permanente	Semestral	Contratista (1er año) /Promotor	Presentar evidencia de las limpiezas semestrales que se realicen como parte del mantenimiento del sistema de almacenamiento de agua potable.

Vulnerabilidad	Medidas de adaptación	Fase de implementación	Tiempo de Ejecución de la medida		Monitoreo	Equipo responsable	Reporte del cumplimiento
			Fecha inicio	Fecha culminación			
	8. Preservar la vegetación cercana a la fuente estacionaria existente.	Construcción Operación	diciembre 2024	permanente	Diario	Contratista /Promotor	Se debe presentar evidencia de la delimitación de los trabajos respetando la servidumbre hídrica, esto será tano en la construcción como en los trabajos de mantenimiento del sistema en la fase de operación
Deslizamientos de tierra	9. Ejecución de planes de mantenimiento a las vías y polígonos de la desalinizadora y polígonos de los tanques de almacenamiento y aplicación de los sistemas de alerta temprana.	Operación	junio 2026	permanente	Semestral Cuando se presente el caso	Contratista (1er año) /Promotor	Se deberán realizar mantenimientos a las vías de acceso a la toma y la desalinizadora durante la fase de operación. El mantenimiento incluye la identificación de sitios propensos a deslizamiento y la construcción de obras de estabilización de presentarse el caso.
Erosión de los suelos	10. Mantenimiento de los muros para protección de las infraestructuras del proyecto	Operación	junio 2026	permanente	Semestral	Contratista (1er año) /Promotor	Presentar reportes de mantenimientos preventivos y correctivos a los muros en los sitios propuestos (La Poza y EBAC, desalinizadora)
	11. Establecer vegetación en taludes	Construcción	diciembre 2025	mayo 2026	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar evidencia fotográfica de la estabilización de los taludes en los sitios requeridos (EBAC, EBAT, calles de acceso entre otros)
Erosión costera	12. Establecer vegetación de grama en aquellos sitios cercanos a la línea costera.	Construcción	diciembre 2025	mayo 2026	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar el plan de arborización e identificar las zonas propensas a erosión costera que están relacionadas a las infraestructuras del proyecto (EBAC y línea media baja)
Incendios forestales	13. Capacitación a los trabajadores para aplicación del plan de contingencia en caso de incendios	Construcción Operación	diciembre 2024	Permanente	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar listado de asistencia y evidencia fotográfica de la participación de los trabajadores a las capacitaciones, que deben incluir por lo menos un simulacro anual.
Tsunamis y sismos	14. Capacitación a los trabajadores sobre el plan de contingencia en caso de presentarse alertas de tsunamis y sismos	Construcción Operación	diciembre 2024	Permanente	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar listado de asistencia y evidencia fotográfica de la participación de los trabajadores a las capacitaciones, que deben incluir por lo menos un simulacro anual.

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Mitigación:

El promotor debe contemplar los siguientes aspectos

4.4. Identificación de fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

a) **Identificar de forma completa las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al proyecto durante la fase de construcción, especificando dichas fuentes por alcance (directa o indirectas), y tipo (móviles, fijas, fugitivas, vegetación eliminada, remoción de suelos.**

Respuesta:

La siguiente Tabla incluye las definiciones y criterios elegidos para identificar las fuentes de emisiones de acuerdo con su tipo y alcance durante la fase de construcción y operación del proyecto.

Tabla 10. Definiciones y criterios para identificar las fuentes de emisiones

Tipo de Alcance	Definición	Tipo de fuente	Definición
Alcance 1	Emisiones directas provenientes de fuentes que pertenecen al proyecto o que están bajo su control.	Fuentes Fijas	Aquellas que están centralizadas en determinados puntos, como generadores de diésel y equipos que pertenecen al proyecto o están bajo su control.
		Fuentes Móviles	Son causadas por el uso de combustibles en medios de transporte para la ejecución del proyecto, como maquinaria pesada y flota vehicular que pertenecen al proyecto o que están bajo su control.
		Emisiones Fugitivas	Emisiones de aire acondicionado y las fugas de refrigerante de los equipos que son propiedad del proyecto o están bajo su control.
		Vegetación Eliminada	Son emisiones provenientes de la tala o remoción de bosques, árboles y/o cualquier tipo de material vegetal.

Tipo de Alcance	Definición	Tipo de fuente	Definición
		Remoción de suelos	Son emisiones provenientes de la remoción de suelo durante las actividades de cortes y rellenos
Alcance 2	Emisiones Indirectas provenientes del consumo de electricidad en el proyecto.	Electricidad Consumida	Emisiones causadas indirectamente por el proyecto a través del consumo de electricidad.

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

A continuación, se detallan las posibles fuentes de emisión de gases de efecto invernadero identificadas para el proyecto.

Tabla 11. Posibles fuentes de emisión de gases de efecto invernadero identificadas para el proyecto.

No.	Fuente de emisión	Alcance	Tipo de fuente	GEI
1	Cambio en el uso de la tierra, tala de árboles y remoción de la cobertura vegetal	Alcance 1	Vegetación eliminada	CO ₂
2	Consumo de combustible proveniente de generadores eléctricos.	Alcance 1	Fuente fija	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
3	Consumo de combustible por maquinaria pesada y flota vehicular del proyecto	Alcance 1	Fuente móvil	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
4	Consumo de lubricantes por el mantenimiento de maquinaria fija, rodante y vehículos dentro del proyecto	Alcance 1	Fuente fija / Fuente móvil	CO ₂
5	Consumo de refrigerante en sistemas de refrigeración y aire acondicionado	Alcance 1	Emisiones Fugitivas	HFC
6	Consumo eléctrico durante la construcción y operación del proyecto	Alcance 2	Consumo de electricidad	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
7	Remoción de suelo por actividades de corte y relleno	Alcance 1	Remoción de suelo	CO ₂

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Una vez identificadas las posibles fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, para las estimaciones de las emisiones, se utilizó una metodología investigativa con referencias actualizadas disponibles digitalmente. Adicional, se utilizaron los factores de emisión de las principales fuentes de información como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, el Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica, referencias científicas en sitios como sciencedirect.com y fuentes digitales disponibles con información relevante para cada fuente de emisión.

Para el análisis de cada fuente de emisión se señalan las referencias principales, pero no limitan a que diversos factores de emisión hayan sido identificados de combinaciones de las distintas referencias. Las demandas por construcción y operación fueron basadas en los mejores criterios de ingeniería disponibles, proponiendo usos efectivos para cada actividad. La cuantificación de la demanda se estimó con una carga semanal de 5.5 días, desde los lunes hasta los sábados al medio día.

- **Fuente de Emisión No. 1. Cambio en el uso de la tierra, tala de árboles y remoción de la cobertura vegetal**

El área del proyecto tiene una huella de 11 097.07 m², la cual prevé un cambio en el uso de la tierra a tipo asentamiento para el desarrollo de todo el soporte de infraestructura potable.

Dicha área actualmente se encuentra intervenida, y la vegetación presente corresponde a rastrojos, gramíneas y árboles aislados, las cuales serán removidas en un área de 3 519.63 m².

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define los asentamientos como toda la tierra desarrollada de cualquier tamaño a menos que ya esté incluida en otras categorías del uso de la tierra.

La categoría de uso de la tierra asentamientos incluye suelos, vegetación herbácea perenne como el césped y las plantas de los jardines, los árboles de los asentamientos rurales, los jardines de las haciendas y áreas rurales. Las emisiones de CO₂ relacionadas al cambio de

uso de la tierra se deberán a los cambios de biomasa, materia orgánica muerta, y suelos minerales.

Respecto al uso de tierra y cambio de uso de tierras, se estaría presentando una reducción en absorción del CO₂, debido a la tala y limpieza de vegetación en una superficie de 3 519.63 m².

Tabla 12. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 1-Fase de Construcción

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Factor	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
1	Cambio en el uso de la tierra, tala de árboles y remoción de la cobertura vegetal	Línea de aducción: Rastrojos	281.12 m ²	1010.6 t CO ₂ /ha	1010.60	0.028	-	2.367	18	42.615
		Desalinizadora y edificio de control: Rastrojo y 10 árboles con DAP ≥ 20 cm	1440.56 m ²	4.44 t CO ₂ /m ³ /ha + 1010.6 t CO ₂ /ha	1055.00	0.144	-	12.662	18	227.920
		Línea de conducción: Herbáceas	751.07 m ²	1010.6 t CO ₂ e/ha	1010.60	0.075	-	6.325	18	113.855
		Tanque de almacenamiento de 100 mil galones: 8 árboles con diámetros ≥ 20 cm	Tanque 100K: 184.73 m ²	3.01 t CO ₂ /m ³ /ha + 1010.6 t CO ₂ /ha	1040.68	0.018	-	1.602	18	28.837
		EBAT	EBAT: 6.32 m ²	1010.6 t CO ₂ /ha	1016.60	0.001	-	0.054	18	0.964
		Línea de impulsión: Herbáceas	163.88 m ²	1010.6 t CO ₂ e/ha	1010.60	0.016	-	1.380	18	24.843
		Calle de acceso a la toma de agua cruda: Rastrojo y 8 árboles con diámetros ≥ 20 cm	446.79 m ²	4.44 t CO ₂ /m ³ /ha + 1010.6 t CO ₂ /ha	1052.12	0.045	-	3.917	18	70.512
		Calle de acceso a la planta desalinizadora y hacia los tanques de almacenamiento: Rastrojo y 22 árboles con	600.09 m ²	4.44 t CO ₂ /m ³ /ha + 1010.6 t CO ₂ /ha	1108.28	0.060	-	5.542	18	99.760

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Factor	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
		diámetros ≥ 20 cm								
SUB-TOTAL										609.304

Fuente: http://www.gofcgold.wur.nl/documents/REDD_Lima_2016/PDF_day2/04_Module2.5.pdf

- **Fuente de Emisión No. 2. Consumo de combustible proveniente de generadores eléctricos.**

Para la etapa de construcción se estima la utilización de una (1) planta eléctrica. Mientras que, en la etapa de operación se requerirá de tres (3) plantas eléctricas, las cuales proporcionaran energía de respaldo para el funcionamiento de la EBAC, EBAT y la planta desalinizadora.

El consumo de combustible por parte de la maquinaria fija (planta eléctrica) utilizada en la construcción y operación del proyecto es una fuente de emisiones de GEI debido al tipo de combustible utilizado. Generalmente, los equipos de respaldo eléctrico utilizan combustibles fósiles como diésel o gasolina. La combustión de estos combustibles fósiles genera emisiones de GEI como el dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄), los cuales se liberan a la atmósfera, contribuyendo al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero y, por ende, al cambio climático.

La maquinaria fija, como los generadores eléctricos, bombas, planchas y otros, requieren energía para funcionar, y esa energía proviene de la combustión de combustibles fósiles. Cuanto más se utilice esta maquinaria y equipo, mayor será el consumo de combustible y, por lo tanto, la cantidad de emisiones de GEI generadas.

Tabla 13. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 2-Fase de Construcción

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo asumido	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
2	Consumo de combustible proveniente de generadores eléctricos	Planta eléctrica	1	1163 kWh/d	4.17 × 10 ⁻⁴ ton CO ₂ /kWh	48.5	24	0.485	12	5.820
			1	1163 kWh/d	3.8 x 10 ⁻⁹ ton CH ₄ /kWh	48.5	24	0.000	12	0.002
			1	1163 kWh/d	1.18 x 10 ⁻⁹ ton N ₂ O/kWh	48.5	24	0.000	12	0.004
SUB-TOTAL										5.826

Fuente: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>

Tabla 14. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 2-Fase de Operación

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
2	Consumo de combustible proveniente de generadores eléctricos	Planta eléctrica Desalinizadora EBAC y EBAT	3	1163 kWh/d	4.17 × 10 ⁻⁴ ton CO ₂ /kWh	48.5	24	1.455	12	17.459
			3	1163 kWh/d	3.8 x 10 ⁻⁹ ton CH ₄ /kWh	48.5	24	0.000	12	0.005
			3	1163 kWh/d	1.18 x 10 ⁻⁹ ton N ₂ O/kWh	48.5	24	0.001	12	0.013
SUB-TOTAL										17.477

Fuente: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>

- **Fuente de Emisión No. 3. Consumo de combustible por maquinaria pesada y flota vehicular del proyecto.**

El consumo de combustible por parte de la maquinaria pesada utilizada en construcción es una fuente de emisiones de GEI debido a la naturaleza de los combustibles utilizados y a las emisiones resultantes de su combustión. La mayoría de la maquinaria pesada utilizada en la construcción, como retroexcavadoras, palas, volquetes, compactadoras entre otras, funcionan con motores de combustión interna que utilizan combustibles fósiles, como el diésel o la gasolina.

Estos combustibles, al quemarse en el motor, liberan dióxido de carbono (CO₂), uno de los principales gases de efecto invernadero. Además del CO₂, la combustión puede generar otros gases de efecto invernadero, como el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄).

La cantidad de emisiones de GEI generadas por la maquinaria pesada dependerá del tipo de maquinaria utilizada, su eficiencia en el consumo de combustible y la cantidad de horas de funcionamiento durante el proyecto de construcción.

La maquinaria pesada utilizada suele ser de gran tamaño y tener una alta potencia para llevar a cabo tareas exigentes, como la excavación de grandes cantidades de tierra, el movimiento de materiales pesados o la construcción de estructuras de gran envergadura. Esta gran escala y potencia conlleva un mayor consumo de combustible y, por lo tanto, mayores emisiones de GEI en comparación con maquinaria más pequeña o equipos manuales.

Tabla 15. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 3-Fase de Construcción

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
3	Consumo de combustible por maquinaria pesada y flota vehicular del proyecto	Retroexcavadora carga frontal	1	2.35 a 2.5 gal/hr	10.18×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal diesel	2.3 5	11 0	2.63 2	18	47.36 8
			1	2.35 a 2.5 gal/hr	9.31×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal diesel	2.3 5	11 0	0.00 1	18	0.013
			1	2.35 a 2.5 gal/hr	2.88×10 ⁻⁸ tonN ₂ O/gal diesel	2.3 5	11 0	0.00 2	18	0.037
		Pala cargadora	1	3.5 a 4.2 gal/hr	10.18×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal diesel	3.5	11 0	3.91 9	6	23.51 6
			1	3.5 a 4.2 gal/hr	9.31×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal diesel	3.5	11 0	0.00 1	6	0.006
			1	3.5 a 4.2 gal/hr	2.88×10 ⁻⁸ tonN ₂ O/gal diesel	3.5	11 0	0.00 3	6	0.018
		BobCat	1	1.5 gal/hr	10.18×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal diesel	1.5	11 0	1.68 0	10	16.79 7
			1	1.5 galones/hr	9.31×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal diesel	1.5	11 0	0.00 0	10	0.005
			1	1.5 galones/hr	2.88×10 ⁻⁸ tonN ₂ O/gal diesel	1.5	11 0	0.00 1	10	0.013

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo	Horas al mes	TonCO2 al mes	Meses	Total (Ton CO2e)		
		Motoniveladoras	2	5.5 a 5.8 gal/hr	8.887×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal gas	5.5	110	10.753	10	107.533		
			2	5.5 a 5.8 gal/hr	8.13×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal gas	5.5	110	0.003	10	0.029		
			2	5.5 a 5.8 gal/hr	2.52×10 ⁻⁸ ton N ₂ O/gal gas	5.5	110	0.008	10	0.083		
		Camión volquete chico	2	3.2 a 6.2 gal/hr	10.18×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal diesel	3.2	110	7.167	16	114.668		
			2	3.2 a 6.2 gal/hr	9.31×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal diesel	3.2	110	0.002	16	0.031		
			2	3.2 a 6.2 gal/hr	2.88×10 ⁻⁸ tonN ₂ O/gal diesel	3.2	110	0.006	16	0.089		
		Compactadores vibrantes	2	1.3 gal/hr	8.887×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal gas	1.3	110	2.542	6	15.250		
			2	1.3 gal/hr	8.13×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal gas	1.3	110	0.001	6	0.004		
			2	1.3 gal/hr	2.52×10 ⁻⁸ ton N ₂ O/gal gas	1.3	110	0.002	6	0.012		
		Apisonadora vibrante	1	0.4 gal/hr	8.887×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal gas	0.4	110	0.391	14	5.474		
			1	0.4 gal/hr	8.13×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal gas	0.4	110	0.000	14	0.001		
			1	0.4 gal/hr	2.52×10 ⁻⁸ ton N ₂ O/gal gas	0.4	110	0.000	14	0.004		
		Mezcladoras portátiles	2	0.4 gal/hr	8.887×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal gas	0.4	44	0.313	16	5.005		
			2	0.4 gal/hr	8.13×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal gas	0.4	44	0.000	16	0.001		
			2	0.4 gal/hr	2.52×10 ⁻⁸ ton N ₂ O/gal gas	0.4	44	0.000	16	0.004		
		Vehículos tipo golf	2	0.05 gal/hr	8.887×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal gas	0.05	110	0.098	18	1.760		
			2	0.05 gal/hr	8.13×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal gas	0.05	110	0.000	16	0.000		
			2	0.05 gal/hr	2.52×10 ⁻⁸ ton N ₂ O/gal gas	0.05	110	0.000	16	0.001		
		Vehículo pickup	1	0.2 gal/hr	10.18×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal diesel	0.2	110	0.224	18	4.031		
			1	0.2 gal/hr	9.31×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal diesel	0.2	110	0.000	18	0.001		
			1	0.2 gal/hr	2.88×10 ⁻⁸ tonN ₂ O/gal diesel	0.2	110	0.000	18	0.003		
					1	3.2 a 6.2 gal/hr	10.18×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal diesel	3.2	110	3.583	16	57.334

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
		Camión de entrega de materiales	1	3.2 a 6.2 gal/hr	9.31×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal diesel	3.2	110	0.001	16	0.016
			1	3.2 a 6.2 gal/hr	2.88×10 ⁻⁸ tonN ₂ O/gal diesel	3.2	110	0.003	16	0.044
		Concretera	1	0.77 kWh por m ³	4.17 × 10 ⁻⁴ ton CO ₂ /kWh	500		0.161	10	1.605
		Equipo soldadura	1	300 a 800 Watts	4.17 × 10 ⁻⁴ ton CO ₂ /kWh	0.5	7	0.002	18	0.028
		Sierras eléctricas	1	1200 watts	4.17 × 10 ⁻⁴ ton CO ₂ /kWh	1.2	7	0.004	18	0.066
		Herramientas manuales	5	300 a 800 Watts	4.17 × 10 ⁻⁴ ton CO ₂ /kWh	0.3	7	0.005	18	0.083
		SUB-TOTAL								

Fuente: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>
<https://extoltools.com/es/blog/do-power-tools-use-a-lot-of-electricity/>

Tabla 16. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 3-Fase de Operación

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
3	Consumo de combustible por maquinaria pesada y flota vehicular del proyecto	Vehículos tipo golf	1	0.05 gal/hr	8.887×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal gas	0.05	110	0.049	12	0.587
			1	0.05 gal/hr	8.13×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal gas	0.05	110	0.000	12	0.000
			1	0.05 gal/hr	2.52×10 ⁻⁸ ton N ₂ O/gal gas	0.05	110	0.000	12	0.000
		Vehículo pick up	1	0.2 gal/hr	10.18×10 ⁻³ tonCO ₂ /gal diesel	0.2	110	0.224	12	2.688
			1	0.2 gal/hr	9.31×10 ⁻⁸ tonCH ₄ /gal diesel	0.2	110	0.000	12	0.001
			1	0.2 gal/hr	2.88×10 ⁻⁸ tonN ₂ O/gal diesel	0.2	110	0.000	12	0.002
		Equipos eléctricos	2	1200 watts	4.17×10 ⁻⁴ ton CO ₂ /kWh	1.2	7	0.007	12	0.088
			3		4.17×10 ⁻⁴ ton CO ₂ /kWh	0.3	7		12	

		Herramientas manuales		300-800 Watts				0.003		0.033
SUB-TOTAL									3.399	

Fuente: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>
<https://extoltools.com/es/blog/do-power-tools-use-a-lot-of-electricity/>

- **Fuente de Emisión No. 4. Consumo de lubricantes durante el mantenimiento de maquinaria fija, rodante y vehículos dentro del proyecto.**

El principal uso de los lubricantes es en actividades industriales y de transporte. Los lubricantes se pueden clasificar en: aceites para motores, aceites industriales y grasas. Cuando su uso sea únicamente como propiedades de lubricación sus emisiones estarán asociadas al uso de productos. Sin embargo, en el caso de los motores de 2 tiempos, donde el lubricante se mezcla con otro combustible y se quema a propósito en el motor, deben considerarse como emisiones de combustión.

Considerando que para este proyecto es requerido el uso de maquinaria fija, rodante y vehicular, el uso de lubricantes y grasas utilizadas en el mantenimiento, se identifican como una potencial fuente de emisión.

Tabla 17. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 4-Fase de Construcción

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO _{2e})
4	Consumo de lubricantes por el mantenimiento de maquinaria fija, rodante y vehículos dentro del proyecto	Aceites industriales para motores	5	10.21 kgCO ₂ /gal	0.01021	3	1	0.038	18	0.688
		Lubricantes y grasas	5	2.549 kgCO ₂ /L	0.00255	10	1	0.127	18	2.294
SUB-TOTAL									2.982	

Fuente: <http://cglobal.imn.ac.cr/wp-content/uploads/2022/07/FactoresEmision-GEI-2022-1.pdf>
https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf

Tabla 18. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 4-Fase de Operación

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo acumulado	Horas al mes	TonCO2 al mes	Meses	Total (Ton CO2e)
4	Consumo de lubricantes por el mantenimiento de maquinaria fija, rodante y vehículos dentro del proyecto	Aceites industriales para motores	1	10.21 kgCO2/gal	0.01021	1	1	0.003	12	0.031
		Lubricantes y grasas	1	2.549 kgCO2/L	0.00255	1	1	0.003	12	0.031
SUB-TOTAL										0.061

Fuente: <http://cglobal.imn.ac.cr/wp-content/uploads/2022/07/FactoresEmision-GEI-2022-1.pdf>
https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf

- **Fuente de Emisión No. 5. Consumo de refrigerante en sistemas de refrigeración y aire acondicionado.**

Entre los gases de efecto invernadero, se encuentran los hidrofluorocarbonos (HFC), las cuales son consideradas sustancias que agotan la capa de ozono. Los HFC son sustancias que se utilizan para cargar equipos nuevos o para reponer el gas que se ha fugado a la atmósfera producto de una mala manipulación del equipo, principalmente equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Para el proyecto se prevé el consumo de estos gases principalmente por su uso como refrigerantes; en sistemas de aire acondicionado, tanto de vehículos como de la oficina administrativa. Las emisiones de los HFC se generan principalmente debido a fugas, reparaciones, mantenimiento y en el descarte de equipos que aún contienen estas sustancias.

Tabla 19. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 5-Fase de Construcción

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
5	Consumo de refrigerante en sistemas de refrigeración y aire acondicionado	Refrigeración en vehículos	2	1 kg de refrigerante R-134A	0.001	1.000		2.860		2.860
		Aire acondicionado	2	1 kg de refrigerante R-410A	0.001	1.000		4.176		4.176
SUB-TOTAL										7.036

Fuente: <https://www.coolzy.com/us/es/blog/how-to-reduce-your-carbon-footprint-with-a-portable-air-conditioner>
<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>

Tabla 20. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 5-Fase de Operación

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
5	Consumo de refrigerante en sistemas de refrigeración y aire acondicionado	Refrigeración en vehículos	1	1 kg de refrigerante R-134A	0.001	1.000		1.430		1.430
		Aire acondicionado	1	1 kg de refrigerante R-410A	0.001	1.000		2.088		2.088
SUB-TOTAL										3.518

Fuente: <https://www.coolzy.com/us/es/blog/how-to-reduce-your-carbon-footprint-with-a-portable-air-conditioner>
<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>

- **Fuente de Emisión No. 6. Consumo eléctrico durante la construcción y operación del proyecto.**

El consumo eléctrico durante la construcción de un proyecto puede ser una fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dependiendo de la forma en que se produce la electricidad utilizada.

Si la electricidad utilizada en la construcción proviene principalmente de fuentes de energía fósil, como la generación de energía a partir de carbón, petróleo o gas natural, entonces el consumo eléctrico contribuirá a las emisiones de GEI.

Por otro lado, si la electricidad utilizada durante la construcción proviene de fuentes de energía renovable, como la energía solar, eólica, o hidroeléctrica, entre otras, las emisiones de GEI asociadas al consumo eléctrico serán significativamente reducidas o incluso eliminadas.

En la fase de operación el consumo eléctrico provendrá principalmente de las estaciones de bombeo para funcionamiento del sistema.

Tabla 21. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 6-Fase de Construcción

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
6	Consumo eléctrico durante la construcción del proyecto	Energía no renovable por oficina	2	52.5 Kwh/m ² /año	4.17×10 ⁻⁴ toneladas CO ₂ /kWh	4.375		0.091	18	1.642
			2	52.5 Kwh/m ² /año	3.81×10 ⁻⁹ toneladas CH ₄ /kWh	4.375		0.000	18	0.000
			2	52.5 Kwh/m ² /año	1.18×10 ⁻⁹ toneladas N ₂ O/kWh	4.375		0.000	18	0.001
SUB-TOTAL								1.642		

Fuente: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>
<https://www.enectiva.cz/es/blog/2015/06/ideas-energia-edificio-de-oficinas>

Tabla 22. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 6-Fase de Operación

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
6	Consumo eléctrico durante la operación del proyecto	EBAC y EBAT	1	459 kWh/d	4.17×10^{-4} ton CO ₂ /kWh	19.1	720	5.742	12	68.905
			1	459 kWh/d	3.8×10^{-9} ton CH ₄ /kWh	19.1	720	0.002	12	0.019
			1	459 kWh/d	1.18×10^{-9} ton N ₂ O/kWh	19.1	720	0.004	12	0.053
		Desalinizada	1	704 kWh/d	4.17×10^{-4} ton CO ₂ /kWh	29.3	720	8.807	12	105.684
			1	704 kWh/d	3.8×10^{-9} ton CH ₄ /kWh	29.3	720	0.002	12	0.029
			1	704 kWh/d	1.18×10^{-9} ton N ₂ O/kWh	29.3	720	0.007	12	0.082
		Energía no renovable por oficina	1	52.5 Kwh/m ² /año	4.17×10^{-4} toneladas CO ₂ /kWh	4.375		0.046	12	0.547
			1	52.5 Kwh/m ² /año	3.81×10^{-9} toneladas CH ₄ /kWh	4.375		0.000	12	0.000
			1	52.5 Kwh/m ² /año	1.18×10^{-9} toneladas N ₂ O/kWh	4.375		0.000	12	0.000
		SUB-TOTAL								

Fuente: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>
<https://www.enectiva.cz/es/blog/2015/06/ideas-energia-edificio-de-oficinas>

• **Fuente de Emisión No. 7. Remoción de suelo por actividades de corte y relleno.**

Se ha considerado a los suelos como un sumidero de carbono, debido a la capacidad que tienen para almacenar este elemento en forma orgánica e inorgánica, la cual sobrepasa considerablemente la que presentan la vegetación y la atmósfera

El proyecto contempla actividades de corte y relleno para el desarrollo de alguno de sus componentes. Por tanto, se puede se pueden generar aporte de CO₂ hacia la atmósfera.

Tabla 23. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Fuente de emisión No. 7-Fase de Construcción

No.	Fuente de Emisión	Componente	Cantidad	Consumo	Coefficiente	Consumo asumido	Horas al mes	TonCO ₂ al mes	Meses	Total (Ton CO ₂ e)
7	Remoción de suelo por actividades de corte y relleno	Estación de bombeo de agua cruda (EBAC): Corte de terreno, generando un volumen de tierra de 25 m ³ y un relleno que requerirá de 8.16 m ³	1	0.5 a 2 ton/ha/m (por liberación de gases atrapados en el suelo)	0.0002	25		0.005	12	0.060
		Planta desalinizadora y edificio de control: Cortes en algunas zonas, generando un volumen aproximado de material térreo de 800 m ³ . Relleno que requerirá un volumen aproximado de 250 m ³	1	0.5 a 2 ton/ha/m (por liberación de gases atrapados en el suelo)	0.0002	800		0.013	12	0.160
		Construcción de nuevo tanque de almacenamiento de 100 mil galones y EBAT: Cortes en el terreno que generarán un volumen de 60 m ³ de material de tierra, el cual se utilizará en la conformación del polígono, requiriendo un volumen de 22.82 m ³	1	0.5 a 2 ton/ha/m (por liberación de gases atrapados en el suelo)	0.0002	60		0.001	12	0.012
* Nota: la cuantificación de gases de efecto invernadero por maquinaria ya fue incluido en el punto No. 1						SUB-TOTAL			0.232	

Fuente: <https://www.sciencedirect.com/book/9780124159556/soil-microbiology-ecology-and-biochemistry>

Tabla 24. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero - Construcción

No.	Fuente de Emisión	Ton CO ₂ e
1	Cambio en el uso de la tierra, tala de árboles y remoción de la cobertura vegetal	609.304
2	Consumo de combustible proveniente de generadores eléctricos	5.826
3	Consumo de combustible por maquinaria pesada y flota vehicular del proyecto	400.933
4	Consumo de lubricantes por el mantenimiento de maquinaria fija, rodante y vehículos dentro del proyecto	2.982
5	Consumo de refrigerante en sistemas de refrigeración y aire acondicionado	7.036
6	Consumo eléctrico durante la construcción del proyecto	1.642
7	Remoción de suelo por actividades de corte y relleno	0.232
TOTAL		1027.955

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Tabla 25. Cuantificación de Gases Efecto Invernadero-Operación Anual

No.	Fuente de Emisión	Ton CO ₂ e
1	Consumo de combustible proveniente de generadores eléctricos	17.477
2	Consumo de combustible por maquinaria pesada y flota vehicular del proyecto	3.399
3	Consumo de lubricantes por el mantenimiento de maquinaria fija, rodante y vehículos dentro del proyecto	0.061
4	Consumo de refrigerante en sistemas de refrigeración y aire acondicionado	3.518
5	Consumo eléctrico durante la operación del proyecto	175.320
TOTAL		199.775

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

b) Incluir la remoción de suelos como fuente de emisión, ya que el proyecto en la fase de construcción realizará actividades que implican impactos sobre el suelo como: corte de terreno para construcción, trabajos de estabilización del sitio (conformación de taludes y muros), vialidad interna, drenajes, excavaciones para tuberías, tierra para adecuación del polígono y como material para rellenos requeridos durante la rehabilitación de las calles de accesos e instalación de las tuberías de conducción, aducción, impulsión y distribución.

Observaciones: un aspecto que debe tomarse en cuenta tiene que ver con la vegetación eliminada, ya que las emisiones comprenden no solo la tala de árboles con diámetros mayores a 20 cm, sino que incluye la remoción de cualquier tipo de vegetación, sea herbácea, rastrojo, pastos o gramíneas, bosques u árboles fuera del bosque. Para la vegetación que no sea bosque, el parámetro para estimar las emisiones es la superficie.

Respuesta:

Se incluye la remoción de suelos durante la identificación de fuentes de emisiones de GEI, debido a que será necesario realizar actividades de corte y relleno para la construcción de la EBAC, planta desalinizadora y edificio de control y la construcción del nuevo tanque de 100 mil galones y EBAT. Se presenta en la Tabla 26. Posibles fuentes de emisión de gases de efecto invernadero identificadas para el proyecto, donde se incluye la remoción de los suelos. Por otro lado, en la Tabla 23 se presentará la cuantificación de gases efecto Invernadero para esta fuente de emisión.

9.8.2. Plan de mitigación al cambio climático (incluye aquellas medidas que se implementará para reducir las emisiones de GEI).

a. Incluir las medidas de mitigación para todas las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero que tendrán lugar durante la fase de construcción, incluyendo la remoción de suelo. Cabe aclarar que, para la remoción de suelos como fuentes de emisión, el parámetro de reporte para el reporte de la huella de carbono es la superficie.

Respuesta:

Se incluye en la Tabla 26 las medidas de mitigación para las 7 fuentes de emisión identificadas.

b. Una medida razonable para fuentes fijas y móviles para el consumo de combustibles tiene que ver con el pagado de los motores cuando no están en hora de trabajo efectivo, por lo que el promotor podría considerar esta medida de mitigación.

Respuesta:

Se incluye como medida No. 7. Apagar los motores de los vehículos, equipos y maquinarias cuando no están en hora de trabajo efectivo.

c. Igualmente, sería recomendable se incluya un cronograma sobre el desarrollo de las medidas de mitigación propuestas y las variables a verificar en el tiempo durante la fase de construcción/ejecución del proyecto.

Respuesta:

La tabla 26 corresponde a las medidas de mitigación al cambio climático propuestas para cada una de las fuentes de emisiones identificadas y muestra el cronograma de ejecución de cada una de las medidas propuesta, indicando la fecha de inicio y finalización de la implementación de las medidas. Para aquellas medidas que se deben implementar durante la vida útil del proyecto, en la fase de finalización se indicó como permanente. Del mismo modo, la tabla indica la frecuencia de monitoreo, el equipo responsable de la implementación y las evidencias a presentar para el reporte del cumplimiento.

Tabla 26. Plan de mitigación al cambio climático y cronograma de ejecución

No.	Fuente de emisión	Medidas de mitigación	Fase de implementación	Tiempo de Ejecución de la medida		Monitoreo	Equipo responsable	Reporte del cumplimiento
				Fecha inicio	Fecha culminación			
1	Cambio en el uso de la tierra, tala de árboles y remoción de la cobertura vegetal	1. Compensar a través de reforestación la vegetación de rastrojos y árboles aislados que se removerán.	Construcción	Diciembre 2025	Mayo 2026	Semestral	Contratista /Promotor	Se deberá presentar evidencia de la aprobación del plan de reforestación en los sitios asignados por el Miambiente. Presentar informe de reforestación el sitio asignado.
		2. Mantenimiento de la plantación	Operación	Mayo 2026	Permanente	Anual	Contratista (1er año) /Promotor	Se deberá garantizar el mantenimiento de la plantación por 5 años, para lo cual deberá hacer entrega del informe anual.
		3. Implementar vegetación para la estabilización de taludes	Construcción	Diciembre 2024	Mayo 2026	Semestral	Contratista /Promotor	Se deberá presentar evidencias fotográficas de los sitios donde se implementaron las obras de conservación como taludes con la revegetación correspondiente.
2	Consumo de combustible proveniente de generadores eléctricos	4. Brindar mantenimiento preventivo y correctivo al sistema eléctrico de respaldo	Construcción Operación	Junio 2026	Permanente	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar evidencia del servicio y reporte de mantenimiento de la planta eléctrica. Presentar informe de monitoreo de fuentes fijas, según lo dispuesto en el plan de monitoreo del PMA.
3	Consumo de combustible por	5. Ejecución de programas de	Construcción	Diciembre 2024	Mayo 2026	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar evidencia del servicio y reporte de

No.	Fuente de emisión	Medidas de mitigación	Fase de implementación	Tiempo de Ejecución de la medida		Monitoreo	Equipo responsable	Reporte del cumplimiento
				Fecha inicio	Fecha culminación			
	maquinaria pesada y flota vehicular del proyecto	inspección y mantenimiento preventivo de los motores de vehículos y equipos pesados. Esto incluye cambios de aceite y filtros, ajustes de motor, y verificación de la presión de los neumáticos, entre otros.						mantenimiento del equipo y maquinaria y compra de insumos.
		6. Planificar rutas de transporte y desplazamiento eficientes para minimizar la distancia recorrida y evitar trayectos innecesarios.	Construcción	Diciembre 2024	Mayo 2026	Semanal	Contratista /Promotor	Presentar programa semanal de las rutas y frentes de trabajo utilizando los caminos más cortos para disminuir recorridos innecesarios.
		7. Apagar los motores de los vehículos, equipos y maquinarias cuando no están en hora de trabajo efectivo	Construcción	Diciembre 2024	Mayo 2026	Diario	Contratista /Promotor	Presentar evidencia de los sitios de acopio, y programaciones diarias del uso del equipo y maquinaria
		8. Establecer límites de velocidad para los vehículos.	Construcción	Diciembre 2024	Mayo 2026	Diario	Contratista /Promotor	Diariamente verificar el uso de señalizaciones para disminuir la velocidad en los frentes de trabajo y rutas establecidas para la circulación del equipo y maquinaria.
		9. Proporcionar capacitación al personal	Construcción	Diciembre 2024	Mayo 2026	Trimestral	Contratista /Promotor	Realizar capacitaciones al personal y entregar de

No.	Fuente de emisión	Medidas de mitigación	Fase de implementación	Tiempo de Ejecución de la medida		Monitoreo	Equipo responsable	Reporte del cumplimiento
				Fecha inicio	Fecha culminación			
		operativo y de mantenimiento sobre prácticas de conducción eficientes, como apagar el vehículo cuando no se encuentre en uso, la reducción de la velocidad, evitar aceleraciones y frenadas bruscas, y mantener una adecuada presión de los neumáticos.						forma trimestral evidencias fotográficas y lista de asistencia a las capacitaciones.
4	Consumo de lubricantes por el mantenimiento de maquinaria fija, rodante y vehículos dentro del proyecto	10. Utilizar lubricantes de alta calidad que tienen una vida útil más duradera, lo que permite aumentar los intervalos de mantenimiento.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar recibos de compra de insumos adecuados para mantenimiento del equipo y maquinaria.
		11. Contar con un almacén ventilado para el almacenamiento de los lubricantes.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Presentar evidencia del estado óptimo de los sitios de almacenamiento de insumos.
		12. Brindar mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinarias	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar evidencia del servicio y reporte de mantenimiento del equipo y maquinaria y compra de insumos.
5	Consumo de refrigerante en	13. Optar con utilizar un AA con eficiencia	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Presentar recibos de compra de AA con

No.	Fuente de emisión	Medidas de mitigación	Fase de implementación	Tiempo de Ejecución de la medida		Monitoreo	Equipo responsable	Reporte del cumplimiento
				Fecha inicio	Fecha culminación			
	sistemas de refrigeración y aire acondicionado	energética y programar su menor uso, alternando el uso de ventiladores o ventanas.						eficiencia energética. De ser posible alternar el uso con ventiladores o trabajos en espacios abiertos.
		14. Hacer mantenimiento del aire acondicionado, un control de refrigerante y limpieza de filtros.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar recibos de servicio de mantenimiento.
6	Consumo eléctrico durante la construcción y operación del proyecto	15. Utilización de equipos con etiquetado de eficiencia energética	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Presentar recibos de compra de del equipo con eficiencia energética.
		16. Brindar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo eléctrico utilizado.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Semestral	Contratista /Promotor	Presentar evidencia del servicio y reporte de mantenimiento.
		17. Garantizar el funcionamiento del sistema de recuperación de energía de la planta desalinizadora	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Presentar evidencia del servicio y reporte de mantenimiento.
		18. Utilizar lámparas y luminarias de bajo consumo	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Presentar recibos de compra.
		19. Utilizar lámparas solares para exteriores	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Presentar recibos de compra.
		20. Capacitar al personal en buenas	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Trimestral	Contratista /Promotor	Presentar evidencia fotográfica y listas de

No.	Fuente de emisión	Medidas de mitigación	Fase de implementación	Tiempo de Ejecución de la medida		Monitoreo	Equipo responsable	Reporte del cumplimiento
				Fecha inicio	Fecha culminación			
		prácticas de uso del equipo.						asistencia del personal a las capacitaciones.
		21. Colocar señalizaciones de apagado de luces.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Evidencia fotográfica de las señalizaciones.
		22. Evaluar la posibilidad de eliminar focos o lámparas innecesarias.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Realizar inspecciones para evaluar la necesidad de disminuir el uso de iluminación artificial.
		23. Instalación de sensores de movimiento para el encendido y apagado de luces.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Presentar recibos de compra y evidencia de instalación.
		24. Alternar el uso de aire acondicionado por el uso de ventiladores y ventanales.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Realizar inspecciones para evaluar la posibilidad de alternar el uso de AA con ventiladores y ventanas.
		25. Alternar el uso de luz artificial por luz natural.	Construcción Operación	Diciembre 2024	Permanente	Diario	Contratista /Promotor	Diseñar el proyecto con número suficiente de ventanas y áreas al aire libre.
7	Remoción de suelo por actividades de corte y relleno	26. Delimitar los frentes de trabajo donde se realizarán movimientos de tierra para ceñirse a estos límites.	Construcción	Diciembre 2024	Noviembre 2025	Diario	Contratista /Promotor	Evidencia fotográfica de la delimitación de los sitios donde se removerá el suelo.
		27. En la medida de lo posible utilizar el	Construcción	Diciembre 2024	Noviembre 2025	Diario	Contratista /Promotor	Evidencia fotográfica y cálculos de volumen del

No.	Fuente de emisión	Medidas de mitigación	Fase de implementación	Tiempo de Ejecución de la medida		Monitoreo	Equipo responsable	Reporte del cumplimiento
				Fecha inicio	Fecha culminación			
		material excedente como relleno del sitio.						material excedente de excavaciones utilizado dentro del proyecto.
		28. Implementar áreas verdes para la recuperación del suelo en los sitios donde se requiere su intervención	Construcción	Diciembre 2025	Mayo 2026	Semestral el último semestre de la etapa constructiva	Contratista /Promotor	Evidencia fotográfica de la implementación de áreas verdes en los espacios abiertos intervenidos. (aceras, entradas, caminos etc.)

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

3. La Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP), mediante nota AG-490-2024, recibida el 19 de julio de 2024, indica:

a. En la página 207 dice que “Con respecto a los hidroides (corales) estos fueron observados a manera de pequeños racimos dispersos, sin embargo, su abundancia era muy pobre o baja”.

- **Se solicita una determinación de la presencia de corales en el área a afectar por el proyecto, y cómo el proyecto no afectará a los corales existentes.**

Respuesta:

Aclaremos que el párrafo señalado presenta un error al momento de transcribirse dentro del contenido del EsIA. Debido a que, los hidroides son un grupo de organismo que pertenecen al filo Cnidaria, grupo taxonómico dentro del cual se incluyen corales, anémonas, medusas y sus pólipos. Por tanto, los hidroides no son corales. Es importante señalar, que en ninguna de las zonas estudiadas hubo presencia de arrecife de coral, lo que se observó en el sitio de descarga fue una plataforma con una distribución heterogénea de fauna marina sin constituir un arrecife.

Aclaremos de igual manera que en el Anexo 17 del EsIA, se presenta la evaluación sobre las comunidades de fauna marina dentro de las zonas elegidas tanto para la instalación de la toma de agua de cruda como en el sitio de descarga. En la evaluación se incluye un análisis de los tipos de ecosistemas presentes en ambos sitios y la riqueza, diversidad y abundancia de las especies.

En la pág. 897, se evidencia los datos de las especies reportadas. La única especie de coral identificada corresponde a *Porites panamensis*, la cual fue observada en pequeñas colonias.

El estudio en la pág. 104 concluye que: “Aun cuando las formaciones coralinas en ambas áreas lugar son nulas, y al observar que las zonas muestran poca variabilidad en cuanto a la composición de especies se puede concluir que la disponibilidad de hábitats y micro hábitats, la oferta de alimento que existe en el área en general y los sustratos y topografía allí presentes propician y pueden sustentar el establecimiento de muchas especies de diferentes niveles tróficos y por ende su coexistencia. Esto a pesar de estar sometidas a un cambio de su salinidad en el punto de la descarga, lo que demuestra que las especies cuentan con una

capacidad de adaptación a los cambios en algunos parámetros en su medio, lo cual es un indicativo de que la descarga de salmuera no está afectando la abundancia de fauna marina en dicho sitio”.

En este sentido, se establecieron medidas tendientes a mitigar los impactos que puede causar tanto el proceso de toma de agua cruda para el proceso de desalinización, como la descarga del agua residual en el sitio propuesto.

Para esto en la Tabla 8-6 y 8-7 del EsIA se realizó una descripción de los impactos identificados durante la fase de construcción y operación. En este sentido para la etapa de operación principalmente se consideró el impacto sobre la fauna marina y se describió como el impacto se pudiera generar durante la captación de agua cruda, debido al arrastre de organismos planctónicos, larvas, huevos y peces pequeños. Del mismo modo, el impacto se puede generar producto de descargas continuas y con altas concentraciones de sal.

Posteriormente se valoró el impacto, tomando en consideración los resultados de la línea base establecida en ambos sitios, y se incluyeron medidas específicas frente a cada impacto ambiental, en la Tabla 9-1 del EsIA. Por consiguiente, se han establecido medidas para evitar la afectación de la fauna marina en general.

b. En la página 397 dice que “por último, en la fase de operación los riesgos medios se identificaron para la actividad relacionada al almacenamiento inadecuado de sustancias químicas y el uso inadecuado del EPP.

• **Se solicita que se especifique el tipo de sustancia química riesgosa que pueden contaminar el medio marino en la planta desalinizadora cuando esté en operación.**

Respuesta:

El riesgo fue evaluado debido a que en la fase de operación del proyecto se requiere la utilización de algunos químicos dentro del proceso de desalinización. Estas sustancias químicas corresponden a: 1) hipoclorito de calcio: utilizado para la limpieza de paredes, pisos y accesorios; 2) antiincrustantes para protección de las membranas; y 3) tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$) para reducir el cloro a cero para protección de las membranas.

Un manejo inapropiado de las dosis de estos químicos puede conducir a que se acumulen trazas en el agua residual. Para esto, se ha propuesto en la Tabla 9-1 del EsIA, pág. 405, medidas para el impacto relacionado a la *Alteración de los parámetros físicos químicos y biológicos del agua superficial y marina por descargas de aguas residuales* (medida No. 31, No. 32, No. 33, No. 34, y No. 35). El uso inapropiado de químico no solo puede generar impactos negativos al ambiente, sino que, dañaría las membranas utilizadas en el proceso de desalinización.

c. En la página 406 dice que 32, “Garantizar la dilución de la salmuera generada del proceso de desalinización antes de ser enviada al emisario existente, esta descarga debe cumplir con lo establecido por el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019”.

- **Se solicita que se precise en porcentaje el riesgo de que esto no se cumpla.**

Respuesta:

Utilizando la metodología establecida en el punto 8.6. del EsIA se presenta la valoración de los posibles riesgos al ambiente que pudieran generarse si no se garantiza la dilución de la salmuera.

$$\text{Riesgo} = \text{Severidad} \times \text{Probabilidad}$$

Donde:

Severidad: impacto asociado a un aspecto ambiental o peligro que tiene dos componentes: 1) la severidad de impacto sobre el ambiente; y 2) la severidad de impacto sobre la seguridad y salud de las personas.

Probabilidad: está ligada a que ocurra la consecuencia del impacto, considerando los controles establecidos y la frecuencia de la actividad asociada al riesgo evaluado.

Dicho lo anterior, la Severidad es igual a la Consecuencia al ambiente (A) + Consecuencia sobre los humanos (B); y la probabilidad es igual a la Ocurrencia (C) + Frecuencia de la actividad asociada al riesgo (D).

En este sentido para poder expresarlo en términos de porcentajes tomamos en consideración que:

- Si el máximo de consecuencia A = 4; y el máximo B = 4, la severidad máxima es = 8
- Si el máximo de ocurrencia C = 5; y el máximo de frecuencia D = 5 la probabilidad máxima es 10.

Entonces un valor de 80 representa 100% de riesgo.

Tabla 27. Escala de valoración porcentual para la evaluación de riesgos

Evaluación	Nivel de significancia
30 % o menos	Bajo
31 % - 49 %	Medio
50 % o más	Alto

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

En la siguiente Tabla se presenta la evaluación del riesgo ambiental, en caso de no garantizar la dilución de la salmuera generada del proceso de desalinización antes de ser enviada al emisario existente. Para esto, se ha incluido como peligro asociado a la actividad O-5. Operación y mantenimiento de la desalinizadora y edificio de control.

El riesgo de que ocurra una alteración de los parámetros químicos del agua marina y afectación a la fauna en el sitio de descarga, es de 32, lo cual ubica el riesgo en un nivel de significancia medio, con un porcentaje de **40 %**.

$$32/80 \times 100\% = 40\%$$

Tabla 28. Ampliación a la evaluación de los riesgos en la actividad O-5. Operación y mantenimiento de la desalinizadora y edificio de control

Peligro	Riesgo	Impacto asociado		Evaluación del riesgo a la salud o al ambiente				Riesgo: Severidad x Probabilidad	Nivel de significancia
		Personas	Ambiente	A	B	C	D		
Deficiencia en el proceso de dilución de la salmuera	Alteración de los parámetros químicos del agua maría y afectación a la fauna en el sitio de descarga.		X	3	1	4	4	32	Medio

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

d. En la página 407 se habla de garantizar el uso de químicos con características biodegradables durante el proceso de desalinización y durante el mantenimiento de la obra de captación de agua cruda

- **Se solicita se indique en porcentaje de cuál sería el riesgo de que esto no se cumpla.**

Respuesta:

El riesgo de que ocurra una alteración de los parámetros químicos del agua marina y afectación a la fauna en el sitio de descarga, por el uso inadecuado de químicos durante el proceso de desalinización, es de 24, lo cual ubica el riesgo en un nivel de significancia bajo, con un porcentaje de **30 %**.

Por otro lado, el riesgo de que no se cumpla con el uso de químicos adecuados durante el mantenimiento de la obra de captación, es de 30, lo cual ubica el riesgo en un nivel de significancia medio, con un porcentaje de **37.5 %**.

Tabla 29. Ampliación a la evaluación de los riesgos en la actividad O-5. Operación y mantenimiento de la desalinizadora y edificio de control

Peligro	Riesgo	Impacto asociado		Evaluación del riesgo a la salud o al ambiente				Riesgo: Severidad x Probabilidad	Nivel de significancia
		Personas	Ambiente	A	B	C	D		
Utilización de productos químicos inadecuados durante el proceso de desalinización	Alteración de los parámetros químicos del agua marina y afectación a la fauna en el sitio de descarga.		X	3	0	4	4	24	bajo

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Tabla 30. Ampliación a la evaluación de los riesgos en la actividad O-1. Operación y mantenimiento del sistema de captación de agua de mar

Peligro	Riesgo	Impacto asociado		Evaluación del riesgo a la salud o al ambiente				Riesgo: Severidad x Probabilidad	Nivel de significancia
		Personas	Ambiente	A	B	C	D		
Utilización de productos químicos inadecuados durante el mantenimiento de la obra de captación	Alteración de los parámetros químicos del agua marina y afectación a la fauna en el sitio de la toma de agua cruda	X	X	3	2	4	2	30	Medio

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

e. En la página 418 dice que. 88. Colocar mallas o filtros en la toma de agua cruda, que impida el paso de fauna marina al sistema de captación (peces, huevos etc). Aunado a lo anterior en la medida 89. Verificar la condición de las mallas o filtros del sistema de captación, y garantizar que la misma se encuentre en estado óptimo.

- Se solicita se exponga el riesgo de que no se cumpla esta acción en porcentaje
- Se diga el riesgo de que no se cumpla el estado óptimo en porcentaje

Respuesta:

El riesgo de que ocurra una afectación a la fauna por la falta de filtros o mallas en el sistema de captación, es de 45, lo cual ubica el riesgo en un nivel de significancia alto, con un porcentaje de **56.25 %**.

El riesgo de que ocurra una afectación a la fauna por el deterioro de filtros o mallas en el sistema de captación, es de 32, lo cual ubica el riesgo en un nivel de significancia medio, con un porcentaje de **40 %**.

Tabla 31. Ampliación a la evaluación de los riesgos en la actividad O-1. Operación y mantenimiento del sistema de captación de agua de mar

Peligro	Riesgo	Impacto asociado		Evaluación del riesgo a la salud o al ambiente				Riesgo: Severidad x Probabilidad	Nivel de significancia
		Personas	Ambiente	A	B	C	D		
Falta de filtros o mallas en el sistema de captación.	Afectación a la fauna en el sitio de la toma de agua cruda		X	4	1	4	5	45	Alto
Deterioro de filtros o mallas en el sistema de captación.	Afectación a la fauna en el sitio de la toma de agua cruda		X	3	1	4	4	32	Medio

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

f. En las páginas 418-419 dice que. 91. Utilizar productos biodegradables para el proceso de desalinización, de manera que, se reduzca la presencia de residuos químicos en la descarga de la salmuera.

- Se solicita se exponga el riesgo de que no se cumpla esta acción en cifras de porcentaje

Respuesta:

Se respondió en el acápite d. El riesgo de que ocurra una alteración de los parámetros químicos del agua marina y afectación a la fauna en el sitio de descarga, por el uso inadecuado de químicos durante el proceso de desalinización, es de 24, lo cual ubica el riesgo en un nivel de significancia bajo, con un porcentaje de **30 %**.

g. En la página 419 dice que 92. Diluir las concentraciones de salmuera antes de ser descargada al medio marino.

• **Se solicita se exponga el riesgo de que no se cumpla esta acción en cifras de porcentaje.**

Respuesta:

Se respondió en el acápite c. El riesgo de que ocurra una alteración de los parámetros químicos del agua marina y afectación a la fauna en el sitio de descarga, es de 32, lo cual ubica el riesgo en un nivel de significancia medio, con un porcentaje de **40 %**.

4. La Dirección de Seguridad Hídrica mediante Informe técnico DSH-056-2024, solicita:

a. Aclarar cuál es la capacidad de rendimiento de cada uno de los pozos, cuáles serán considerados para su rehabilitación y cuáles serán nuevos.

Respuesta:

En isla Taboga se ubican 5 pozos los cuales actualmente son operados por el IDAAN. Este proyecto contempla la rehabilitación de 4 de estos pozos, los cuales poseen una capacidad de rendimiento que oscila entre 7 y 15 galones por minuto. Las coordenadas de ubicación de los 4 pozos se presentaron en la Tabla 4- 1 del EsIA.

Cabe señalar, que el proyecto no contempla la construcción de nuevos pozos, y los trabajos de rehabilitación de los 4 pozos existentes incluyen solo pintura, mantenimiento de estructuras de la caseta, reemplazo de equipos de bombeo y del sistema eléctrico.

b. Presentar plano donde se indique la zona de tres (3) metros de servidumbre de uso público a ambos lados de las fuentes hídricas, localizadas dentro del área del proyecto,

tal como señala el Decreto Ejecutivo 55 de 13 de junio de 1973 “Que reglamenta las servidumbres en materia de agua”, con sus respectivas coordenadas.

Respuesta:

Como se ha mencionado en este documento, la única fuente hídrica verificada en sitio, corresponde a una fuente estacionaria conocida como la quebrada El Pueblo.

En el **Anexo 4** se presenta el levantamiento batimétrico de la quebrada El Pueblo, que incluye los planos generados que muestran la servidumbre de uso público de 3 metros a ambos lados, la servidumbre forestal de 10 metros a ambos lados, la ribera y el centro de la quebrada.

Respecto, a la quebrada El Pueblo, la estructura a desarrollarse más cercana a esta fuente, corresponde a la construcción del nuevo tanque de 100 galones y la nueva EBAT, ambas ubicadas en el sector de la Poza a una distancia de 25 metros de la fuente hídrica. Por consiguiente, el proyecto respetará la zona de 3 metros de servidumbre de uso público a ambos lados de la fuente hídrica estacionaria. Cabe señalar que, esta fuente recorre parte del poblado, y su cauce ha sido modificado, incluso muchas viviendas y algunos tramos de tuberías potables y sanitarias se ubican sobre los 3 metros de servidumbre.

Adicional se presentan los siguientes archivos de coordenadas.

Tabla 32. Servidumbre de 10 m según la ley 1 forestal tramo derecho

Puntos	Este (m)	Norte (m)
1	658781.311	972341.698
2	658788.496	972349.247
3	658798.540	972354.346
4	658821.407	972363.437
5	658842.421	972363.839
6	658901.667	972388.924
7	658921.518	972394.279
8	658994.674	972398.658
9	659029.569	972405.554
10	659047.160	972412.255

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Tabla 33. Servidumbre de 10 m según la ley 1 forestal tramo izquierdo

Puntos	Este (m)	Norte (m)
1	658765.090	972357.136
2	658774.871	972367.413
3	658787.897	972374.142
4	658815.604	972386.694
5	658834.443	972392.265
6	658893.976	972415.717
7	658917.203	972421.875
8	658990.854	972423.289
9	659023.746	972426.923
10	659039.538	972432.187

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Tabla 34. Centro de la quebrada

Puntos	Este (m)	Norte (m)
1	658772.93	972349.674
2	658781.46	972358.633
3	658792.80	972364.500
4	658819.20	972375.400
5	658838.80	972379.210
6	658897.60	972403.200
7	658919.40	972407.400
8	658992.90	972410.800
9	659026.50	972416.100
10	659043.10	972421.900

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Tabla 35. Ribera tramo derecho

Puntos	Este (m)	Norte (m)
1	658774.068	972348.592
2	658782.411	972357.359
3	658793.629	972363.154
4	658819.400	972373.400
5	658840.300	972373.800
6	658898.400	972398.400
7	658919.900	972404.200
8	658993.400	972408.600
9	659026.800	972415.200
10	659043.600	972421.600

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Tabla 36. Tabla. Ribera tramo izquierda

Puntos	Este (m)	Norte (m)
1	659043.101	972422.834
2	659025.900	972417.100
3	658991.500	972413.300
4	658918.600	972411.900
5	658897.100	972406.200
6	658837.700	972382.800
7	658819.100	972377.300
8	658792.456	972365.242
9	658780.955	972359.301
10	658772.334	972350.242

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Tabla 37. Servidumbre de 3 metros de uso público tramo derecho

Puntos	Este (m)	Norte (m)
1	658776.241	972346.524
2	658784.237	972354.925
3	658795.102	972360.512
4	658820.002	972370.411
5	658840.936	972370.812
6	658899.380	972395.557
7	658920.385	972401.224
8	658993.782	972405.618
9	659027.631	972412.306
10	659044.668	972418.797

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Tabla 38. Servidumbre de 3 metros de uso público tramo izquierdo

Puntos	Este (m)	Norte (m)
1	658770.161	972352.310
2	658779.130	972361.735
3	658790.997	972367.875
4	658818.051	972380.118
5	658836.723	972385.640
6	658896.163	972409.055
7	658918.181	972414.893
8	658991.306	972416.297
9	659025.254	972420.047
10	659042.032	972425.640

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Aunado a lo anterior mediante informe Técnico No. DRM-SOSH-049-2024, la sección Operativa de Seguridad Hídrica de La Regional de Panamá Metropolitana indica: En el aspecto 5.6. Hidrología (pág. 115) se identifican dos (2) cuerpos de agua que se ubican parcialmente dentro del polígono del proyecto, adicional se muestra en el mapa 5.9 Hidrología; sin embargo, en el plano no se plasma el polígono con respecto a los cuerpos de agua. Por lo que es necesario mostrar el polígono y detallar lo siguiente:

a. Presentar caracterización y naturaleza de la fuente

Respuesta:

Como se ha mencionado en este documento, la única fuente hídrica verificada en sitio, corresponde a una fuente temporal conocida como la quebrada El Pueblo.

Respecto la caracterización de la quebrada El Pueblo, se procedió con la toma de una (1) muestra de agua, en la coordenada UTM: 658767 m E, 972358 m N, con el propósito de efectuar los correspondientes análisis fisicoquímicos y microbiológicos para determinar la calidad de la misma, en conformidad con los límites establecidos en el Decreto Ejecutivo No. 75 de 4 de junio de 2008 “Calidad Ambiental y Niveles de Calidad para Aguas Continentales de Uso Recreativo con o sin Contacto Directo”. Ver Anexo 26 del EsIA, el informe de resultados de monitoreo de calidad de agua natural (superficial).

Los resultados del referido análisis determinaron que los valores de pH, oxígeno disuelto, DBO₅ y coliformes fecales, sobrepasan los límites establecidos en el Decreto Ejecutivo No. 75 de 4 de junio de 2008. Por consiguiente, se puede concluir que la falta de un sistema de tratamiento para las aguas residuales del sector de La Poza, está incidiendo directamente en la calidad de las aguas de la quebrada El Pueblo

Respecto a la naturaleza de la quebrada El Pueblo, la misma es una fuente hídrica temporal, de tipo intermitente con poza, dado que solo fluye un bajo caudal por su cauce durante la estación lluviosa. Esta quebrada nace en una cota de elevación a 238 msnm.

b. Indicar la distancia del polígono del proyecto con respecto a la fuente de agua

Respuesta:

En el **Anexo 4**, se presenta el levantamiento batimétrico de la quebrada El Pueblo, donde se ubica la sección RS1, siendo este sitio donde se construirá la estructura más cercana a la fuente hídrica, que corresponde al nuevo tanque de 100K y la estación de bombeo de agua tratada (EBAT), las mismas se ubican a una diferencia de elevación de 13 metros, aproximadamente, con respecto al lecho de la quebrada, y en proyección horizontal, a una distancia de 25 metros hasta las riberas de la quebrada.

c. Georreferenciar el área a conservar paralelo a la quebrada, en cumplimiento del artículo 24 de la ley 1 de 1994

Respuesta:

Se presenta en la Tabla No. 29 y 30. Las coordenadas de la servidumbre de 10 m según la Ley 1 Forestal, tramo derecho e izquierdo respectivamente. Adicional, en la Tabla No. 31 se presenta las coordenadas del centro de la quebrada. Cabe señalar, que en el recorrido de la quebrada El Pueblo, se evidencian alteraciones de su cauce y estructuras de viviendas construidas dentro de esta servidumbre.

5. La dirección de Costas y Mares mediante informe técnico de evaluación DICOMAR No. 052-2024 solicita:

a. La empresa debe indicar los cambios de salinidad, volúmenes de salmuera que se verte y sus concentraciones

Respuesta:

En el **Anexo 5** de este documento se presenta un análisis de salinidad para el proyecto Estudio, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de un Nuevo Sistema de Agua Potable (Desalinizadora) para la Isla de Taboga y Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Existente.

El informe presenta la información de localización, ubicación de los elementos principales para la extracción y vertido de agua descartada y estimaciones matemáticas para la cuantificación de la concentración de salinidad en el agua de descarte (salmuera). El informe

fue elaborado por el Ing. Mauricio J. Hooper, PhD., ingeniero civil con licencia No. 2010-006-126.

El diseño de tratamiento de agua propone una potabilización del 40% del agua cruda y el restante 60% de descarte. Mediante un análisis en la zona de la toma de agua cruda se determinó que la concentración de salinidad del agua cruda es de 32.88 gramos por litro (g/L).

Esta concentración de salinidad se estimó utilizando el método estándar de determinación directa por sonda SM 2520-B. (Ver Anexo 24 del EsIA, Informe de resultados de monitoreo de calidad de agua natural (marina).

El proceso de desalinización fue diseñado con el caudal de entrada teórico de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ con una concentración de sólidos totales disueltos (TDS, por sus siglas en inglés) de $35,461.54 \text{ mg/L}$. Del caudal de entrada, $40 \text{ m}^3/\text{h}$ son tratados y mantienen una concentración final de 211.13 TDS, el resto $60 \text{ m}^3/\text{h}$, mantiene una concentración final de $58,931.91 \text{ mg/L}$.

Basado en los registros de los ensayos, es correcto suponer que la gran cantidad de TDS del agua es proveniente de la salinidad de esta.

b. Indicar el proceso completo que se le dará a la salmuera para reducir las concentraciones de sal, así como algunas medidas de mitigación para reducir la afectación del ecosistema donde se verterá.

Respuesta:

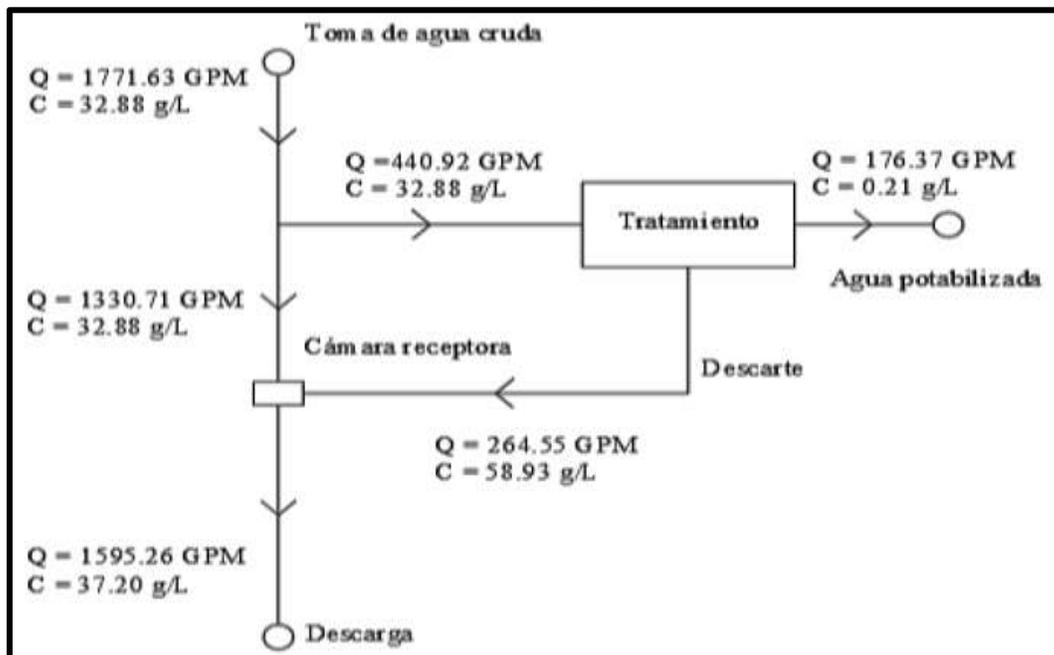
Si bien en el Estudio de Evaluación sobre las comunidades de fauna marina dentro de las zonas elegidas para la instalación de toma de agua de mar y sitio de descarga, presentado en el Anexo 17 del EsIA, se indica que la *zona 1- descarga*, mostró un mayor número de especies al compararla con la zona de la toma de agua de mar, indicando que estas especies presentan una tolerancia alta a los cambios de salinidad. Aunado a que, la *zona 1-descarga* al ser un área abierta e influenciada por corrientes marinas, oleajes, cambios de mareas, ayuda

a que la concentración de la salmuera no permanezca alta y se diluya en corto tiempo, evitando afectación al ecosistema.

La promotora deberá garantizar la dilución de la salmuera como medida de mitigación al impacto identificado sobre la fauna marina. Para ello, en el **Anexo 5**, se ha propuesta la siguiente metodología de dilución:

Para reducir el impacto de la salinidad elevada del descarte (salmuera) como resultado del proceso de potabilización, se diluye la concentración de salinidad de salida del descarte (58.93 g/L) con la inyección de 1330.71 galones por minuto (GPM) de agua cruda con una concentración de salinidad de 32.88 g/L, proveniente del mismo punto de toma de agua cruda, para finalmente ser vertido en el punto de descarga con una concentración de salinidad final esperada de 37.20 g/L. Se utilizará una cámara receptora donde se reciben las aguas del descarte de salmuera concentrada combinada con el agua proveniente de la toma de agua cruda para diluir la concentración de salinidad en la descarga. A continuación, se presenta un flujograma del proceso de dilución.

Figura No. Flujograma del proceso de dilución



Fuente: elaborado por el Ing. Mauricio J. Hooper, PhD., ingeniero civil con licencia No. 2010-006-

Se presenta el cálculo matemático de la estimación del caudal mezclado para garantizar la concentración de salinidad final en el punto de descarga.

Caudal para dilución requerido para lograr una concentración de salinidad de 37.20 g/L en la descarga en la cámara receptora:

$$\begin{aligned} \text{Volumen sólido final} &= \text{Volumen sólido desde toma} + \text{Volumen sólido de descarte} \\ (Q_{dil} + 264.55) * 37.2 &= Q_{dil} * 32.88 + 264.55 * 58.93 \quad \mathbf{Q_{dil} = 1330.71 \text{ GPM}} \end{aligned}$$

Caudal en la descarga con concentración de salinidad final de 37.20 g/L:

$$\begin{aligned} \text{Caudal descarga} &= \text{Caudal desde toma} + \text{Caudal descarte} \quad \mathbf{Q_{des} = 1330.71 + 264.55} \\ \mathbf{Q_{des} = 1595.26 \text{ GPM}} \end{aligned}$$

Caudal por extraer en la toma de agua cruda con concentración de salinidad de 32.88 g/L:

$$\begin{aligned} \text{Caudal toma} &= \text{Caudal para dilución} + \text{Caudal a potabilizar} \quad \mathbf{Q_{toma} = 1330.71 + 440.92} \\ \mathbf{Q_{toma} = 1771.63 \text{ GPM}} \end{aligned}$$

A continuación, se presenta en resumen del proceso de dilución:

- Salinidad en la toma, en la tubería de soporte para dilución y en la entrada a la planta desalinizadora es de 32.88 gramos de sales minerales disueltas por cada kilogramo de agua de mar.
- Agua después de ser tratada en la desalinizadora hacia la comunidad es de 0.21 gramos de sólidos disueltos por cada kilogramo de agua.
- Salinidad después de la desalinizadora hacia el descarte es de 58.93 gramos de sales minerales disueltas por cada kilogramo de agua.
- Salinidad después de combinar el agua directo de la toma y el descarte de la desalinizadora es de 32.70 gramos de sales minerales disueltas por cada kilogramo de agua.

- Volumen de salmuera vertida en el descarte luego del proceso de dilución es 2.55 MGD con una concentración de 32.70 g/L, lo que equivale a 315,337 kg de sales minerales por día.

Medidas de mitigación para reducir la afectación del ecosistema donde se verterá

Respecto a indicar algunas medidas de mitigación para reducir la afectación del ecosistema donde se verterá. Las medidas de mitigación para reducir la afectación del ecosistema donde se verterá el agua residual producto del proceso de la desalinización, fueron establecidas en la Tabla 9-1. del EsIA.

Las medidas específicas para mitigar el impacto causado por la descarga de aguas residuales del proceso de desalinización son las siguientes:

- Medida No. 32. Garantizar la dilución de la salmuera generada del proceso de desalinización antes de ser enviada al emisario existente, esta descarga debe cumplir con lo establecido por el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35- 2019;
- Medida No. 33. Garantizar el uso de químicos con características biodegradables durante el proceso de desalinización, y durante mantenimiento de la obra de captación de agua cruda;
- Medida No. 34. Garantizar la revisión y mantenimiento del sistema de filtros y membranas; y
- Medida No. 35. Garantizar el uso de químicos con características biodegradables durante el proceso de lavado de los tanques de almacenamiento de agua, y dar mantenimiento al sistema de filtros utilizados durante el lavado.
- Medida No. 91. Utilizar productos biodegradables para el proceso de desalinización, de manera que, se reduzca la presencia de residuos químicos en la descarga de la salmuera;
- Medida No. 92. Diluir las concentraciones de salmuera antes de ser descargada al medio marino;
- Medida No. 94. Realizar monitoreo de la fauna marina presente en la toma de agua cruda y la descarga, para evaluar el comportamiento en ambos sitios;

c. Se recomienda generar una línea base para determinar el estado actual dentro de las áreas de toma y descarga de agua de mar, mediante un estudio que incluya diversos parámetros fisicoquímicos del agua, estudios de calidad de agua, evaluaciones de la salud marina con especies indicadoras y biodiversidad de la fauna marina, entre otros aspectos. Este estudio permitirá obtener una visión completa del estado ambiental de la zona.

Respuesta:

En el Anexo 17 del EsIA, se presentó un estudio sobre la evaluación de las comunidades de fauna marina, donde se realizó un inventario de la fauna existente tanto en el sitio escogido para el establecimiento de la toma de agua cruda, como en el sitio de descarga actual de la salmuera y que será utilizado como sitio de descarga en este proyecto.

El estudio se llevó a cabo con el propósito de conocer el estado actual de las comunidades de fauna marina presente en ambos sitios, a partir de estudios de caracterización, obteniendo información integrada, permanente y replicable de las comunidades de fauna marina y contribuir con el implemento de planes de uso adecuado, sus componentes de fauna marina y en general del entorno marino adyacente a estas dos áreas.

Así mismo, los resultados de esta investigación, ofrecen las bases para estudios a mediano y largo plazo basados en seguimientos o monitoreos que permitan percibir cambios en el tiempo y evaluar otros cambios relacionados con impactos de origen antropogénico importantes para crear pautas de conservación en áreas de importancia biológica.

El estudio generó una línea base de la diversidad, abundancia y riqueza de las especies en ambos sitios, a través de la técnica del Censo Visual Rápido (CVR), dentro de espacios definidos a través de transectos, y registros de todas las especies observadas durante las inmersiones.

Adicional, se pudieron identificar los tipos de fondos presentes que contribuyen al establecimiento de diferentes individuos de fauna marina, y la inexistencia de arrecifes de corales como ecosistemas frágiles.

Adicional, el informe presentado en su sección 13.3.4.3 Estado ecológico de las especies, señala las siguientes especies indicadoras:

Especies indicadoras:

Todas las especies registradas son especies características de los ecosistemas marinos costeros, propias de las secciones de mareas y que se han adaptado a diversos cambios osmóticos dentro del área.

Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción

- *Porites panamensis*: es una especie de coral que se encuentra protegida por legislación nacional No. 304 del 31 de mayo de 2022 “Que establece la protección integral de los sistemas de arrecifes coralinos, ecosistemas y especies asociados en Panamá., por leyes internacionales como el apéndice de CITES apéndice II (Que incluye las especies que no necesariamente se encuentran en peligro de extinción, pero su comercio debe controlarse), y reportada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), preocupación menor (LC). Es importante señalar, que en ninguna de las zonas estudiadas hubo presencia de arrecife de coral, lo que existe en las zonas es una plataforma con una distribución heterogénea de fauna marina sin constituir un arrecife.

- *Strombus spp.*, se encuentra protegido por legislación nacional en Panamá. El Decreto Ejecutivo 159 de 31 de diciembre de 2003 prohíbe la captura, posesión y comercialización de estos caracoles marinos en el país, especie que se encuentra en veda mediante Resolución No.017 del 22 de mayo del 2015, en la cual se establece un periodo de Veda del Caracol Marino en la República de Panamá por cinco años más.

Por tanto, el estudio presentado en el Anexo 17 del EsIA, corresponde a la línea base de la fauna marina presente en el proyecto, mostrando cálculos de diversidad, riqueza y abundancia de especies en cada sitio.

Sin embargo, con el propósito de integrar al análisis otros indicadores, presentamos una ampliación a la línea base, tomando en consideración las especies identificadas durante la

caracterización, los monitoreos de calidad del agua marina, utilizando parámetros fisicoquímicos indicados en el CIIU 3600- *Captación, tratamiento y suministro de agua*, e incluyendo valores de salinidad debido a que la norma no lo contempla para la actividad (Ver Anexo 24 del EsIA).

En esta ampliación presentamos la evaluación del estado de salud de los individuos de fauna identificados en cada sitio, tomando en cuenta los indicadores biológicos, fisicoquímicos y sociales. Esto con el propósito de obtener una visión más completa del estado ambiental de la zona.

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE FAUNA MARINA **EVALUACIÓN DE LA SALUD DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS**

1. Introducción

La evaluación de la salud de los ecosistemas marinos es un tema de gran importancia en la conservación y gestión sostenible de los recursos marinos.

Los ecosistemas marinos desempeñan un papel crucial en la biodiversidad, la producción de alimentos y la protección del ambiente. Sin embargo, estos ecosistemas se enfrentan a numerosas amenazas, como la contaminación, la sobreexplotación de los recursos y el cambio climático, que pueden tener un impacto negativo en su salud y funcionamiento.

Tomando en cuenta que, el proyecto contempla actividades constructivas en el área marina donde se colocará la toma de agua cruda, y descargas de agua residual durante la operación del sistema de desalinización. La evaluación de la salud de los ecosistemas marinos a través de la utilización de indicadores, nos proporcionará información relevante para la toma de decisiones en la gestión de estos ecosistemas durante la construcción y operación del proyecto.

A continuación, exploraremos los indicadores y métodos utilizados para evaluar la salud de los ecosistemas marinos en los sitios de la toma de agua cruda y la zona de descarga.

2. Importancia de la evaluación de la salud de los ecosistemas marinos

La evaluación de la salud de los ecosistemas marinos es fundamental para comprender el estado de estos ecosistemas y tomar medidas adecuadas para su conservación.

Los ecosistemas marinos son hogar de una gran diversidad de especies, muchas de las cuales son endémicas y tienen un alto valor ecológico. Además, estos ecosistemas proporcionan servicios ecosistémicos vitales, como la producción de alimentos, el control del clima y la protección contra desastres naturales.

La evaluación de la salud de los ecosistemas marinos nos permite identificar problemas ambientales, detectar cambios a largo plazo, evaluar la eficacia de las medidas de conservación y proporcionar información para la toma de decisiones en la gestión de los recursos marinos.

Al entender la salud de los ecosistemas marinos, podemos desarrollar estrategias de conservación más efectivas y promover la sostenibilidad de los recursos marinos.

A través del monitoreo de parámetros físico-químicos, como la temperatura y la salinidad del agua, podemos detectar cambios a corto y largo plazo en los ecosistemas.

También se pueden realizar monitoreos de especies claves para evaluar la diversidad y abundancia de especies en un área determinada. Además, el monitoreo de la actividad humana en el ecosistema nos permite evaluar el impacto de las actividades humanas en la salud del ecosistema.

3. Indicadores de salud de los ecosistemas marinos

Los indicadores son herramientas claves en la evaluación de la salud de los ecosistemas marinos, permitiendo medir y monitorear diferentes aspectos de los ecosistemas, desde la diversidad biológica hasta los parámetros físicoquímicos y socioeconómicos.

3.1. Indicadores biológicos

Los indicadores biológicos son aquellos que se basan en la diversidad y abundancia de especies, la estructura de las comunidades y la presencia de especies indicadoras de la calidad del agua.

Durante el proceso de caracterización de la fauna marina, no se observaron ecosistemas de arrecifes de corales, ni pastos marinos. Por lo cual, los indicadores biológicos de abundancia, diversidad y riqueza fueron calculados según los datos obtenidos en los transeptos establecidos en los sustratos identificados en cada sitio.

3.1.1. Organismos representativos de los ambientes costeros identificados

En ambos sitios, se identificaron los siguientes ambientes costeros, accesibles a métodos de observación directa: fondos rocosos no coralinos, fondos rocosos, fondos arenosos y fondos blandos. A continuación, describimos las especies identificadas en cada uno de estos ambientes.

Fondos rocosos -- zona de descarga

Hace referencia a zonas con grandes extensiones de roca, situada en la zona intermodal. A diferencia de los fondos arenosos, estos son fondos que resisten a las mareas y a las corrientes marinas. Son una continuación de las zonas rocosas emergidas en la tierra, y albergan comunidades biológicas estables y muy ricas en cuanto a densidad y variedad de especies.

Estos fondos rocosos observados en la zona 1 (descarga), están cubiertos por hidrozoa (hidroides bentónicos) y animales invertebrados como erizos, bivalvos. Ante esto habría que sumar los peces que nadan en estas aguas. Los hidozoos (Hydrozoa) son una clase de animales acuáticos pertenecientes al filo Cnidaria. Esta clase incluye especies marinas y de agua dulce.

Los hidozoos se caracterizan por presentar una alternancia de generaciones, con pólipos bentónicos asexuales y medusas planctónicas sexuales. En muchos casos, los individuos medusoides quedan retenidos sobre los polipoides.

También se observaron algas pardas –las cuales son algas multicelulares que suelen invadir áreas someras de la plataforma. Macrófitas – se parecen a las plantas reales que parecen tener tallos y hojas.

La estabilidad de estos sustratos favorece la existencia de especies de escasa movilidad, al igual que las condiciones de luz y, sobre todo, las oquedades y grietas que buscan muchos de estos invertebrados y peces.

En el fondo rocoso de la zona de descarga la especie de mayor interés corresponde a pequeñas colonias del coral *Porites panamensis*, las cuales son utilizadas por algunos peces del grupo de los labridos o raspadores como fuente de alimento.

Fondos arenosos - zona de descarga

Los fondos blandos o arenosos son los encontrados en los transectos de las zonas seleccionados por el estudio, están formados por pequeñas partículas sueltas de diferentes tamaños (arenas, gravas, cascajo, fangos), que han sido arrastradas por el viento, la dinámica del mar o la erosión de materiales litorales.

Para la zona 2 (descarga-zona profunda), el fondo arenoso presente en este punto, presentó un sustrato más grueso, se encontraron partículas de material orgánico pertenecientes a bivalvos y moluscos.

Las especies encontradas en este fondo fueron aquellos que prefieren enterrarse en el sustrato, como bivalvos y gasterópodos, entre otros animales que se protegen de sus depredadores semienterrados.

Las especies registradas son especies características de los ecosistemas marinos costeros, propias de las secciones de mareas y que se han adaptado a diversos cambios osmóticos dentro del área.

En el fondo arenoso predominan las especies como: *Monoplex vestitus*, *Vasum caestus* y *Leucozonia cerata.*, del género *Strombus spp.* y *Echinometra sp.*, solo se observó un solo espécimen. En esta zona es frecuente observar algunos pescadores artesanales ya sea buceando o pescando algunas de estas especies.

Fondos Arenoso Fangoso (transectos A, B, C) Toma de agua de mar

Este tipo de fondo se presentó en los puntos de trabajo A, B, C (zona de toma de agua de mar), la cual presenta características morfo fonológicas de una ensenada, presentó partículas de material muy fino, principalmente arcillas y limos provenientes de la tierra, que son traídos por los periodos de lluvias, y que se mezclan con materiales orgánicos del plancton. En ambas zonas se presentó material de construcción y estructuras navieras en el fondo.

Al ser sustratos muy inestables, cuentan con una menor variedad de fauna y flora que los fondos duros. Además, la falta de material orgánico como el plancton disminuye aún más la vida marina.

En el transecto A, el cual llega hasta parte de la playa se identificaron especies de gasterópodos y bivalvos entre los que se mencionan especies como: *Murex spp.*, *Nerita nerita*, *Fisurella spp* y *Trigoniocardia spp*, estas especies fueron identificadas a pie.

3.1.2. Índices de biodiversidad de especies en el sitio de toma de agua cruda y sitio de descarga

Tal como se señala en el Anexo 17 del EsIA, de un total de 19 especies identificadas, se reporta un total de 14 especies de fauna marina y 1 especie de flora marina en la zona 1 de descarga y 11 especies de fauna marina y 1 especie de flora marina en la zona 2 Toma de agua de mar, a pesar que en el sitio de descarga se describen dos tipos de micro hábitat, el arenoso y el rocoso, y está expuesto a cambios, se observó una mayor cantidad de especies si lo comparamos con la cantidad de especies identificadas en la zona de la toma de agua de mar cuyo fondo es más homogéneo tipo arenosos fangoso.

Los valores de diversidad originados a partir de los puntajes de abundancia de cada especie, fueron cercanos entre sí, con diferencias mínimas entre las áreas, así, para el índice de diversidad de Shannon-Wiener se encuentran en **0.11 para la zona de toma de agua**. En base a los resultados obtenidos se indica que para ambas zonas son bajos en diversidad de especies.

La mayor **riqueza de especies se observó en la zona 1-descarga**. Esta zona también presentó los valores más altos en número de individuos contados.

En la **zona 2-Toma de agua de mar los valores del índice de Simpson 1-D fueron bajos 7.14**, lo que indica poca uniformidad en los valores de abundancia y predominio de un grupo de especies.

Por su parte, en las zonas de muestreo en Isla Taboga fue evidente una pobreza de macroalgas.

Para la zona de descarga *Echinometra sp.* mostró la mayor abundancia con 25 individuos (15.43%), le sigue *Leucozonia cerata* con 23 individuos el (14.20%), *Mugil curema* con 15 individuos (9.26%), *Chaetodon humeralis* con 14 individuos (8.64%) *Vasum caestus* con 13 individuos (8.02%). El resto de las especies con un número de individuos menor a 8 y mayor o igual a 5 individuos son: *Monoplex vestitus* con 8 individuos (4.94%), *Abudefduf troschelii* y *Porites panamensis* con 6 individuos (3.70%) cada uno, *Coenobita compressus*, *Thalassoma lucasanum* y *Canthigaster punctatissima* con 5 individuos cada una (3.09%). Las especies menos abundantes con 3 individuos y mayor de 1 son: *Diodon holocanthus* con 3 individuos (1.85%), *Epinephelus labriformis* con 2 individuos (1.23%) y *Strombus spp* con 1 individuo (0.62%).

Uno de los índices más utilizados para cuantificar **la biodiversidad específica** es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949). El índice de diversidad de Shannon-Wiener se encuentran en 2.35 para la zona de la descarga. En base a los resultados obtenidos se indica que para dicha zona es bajo en diversidad de especies.

Los valores obtenidos para el índice de **riqueza** de Margalef indicaron que ambas zonas cuentan con un bajo nivel de riqueza de especies.

Los valores de **diversidad** obtenidos a partir del índice de diversidad de Simpson indica poca uniformidad en los valores de abundancia y predominio de un grupo de especies. Aunque para la zona -descarga se observó un mejor comportamiento en cuanto a diversidad se refiere.

Tanto las especies como las familias, que predominaron con porcentajes de abundancia importantes en el presente estudio son las mismas que figuran como dominantes para otras áreas del Pacífico.

3.1.3. Especies de fitoplancton y zooplancton en el sitio de toma de agua cruda y sitio de descarga

Especies de Fitoplancton (superficial y profundo)

Para la colecta de las muestras se utilizó una bomba sumergible Tornado Plastic Pump, 100 pies profundidad al agua (DTW por sus siglas en inglés), que emplea una batería de 12 voltios. La bomba se manejó desde la embarcación. Las muestras superficiales se colectaron a un (1) metro de profundidad y las muestras de fitoplancton profundo, estuvo por encima de 1 metro del fondo para no verse afectado por la turbiedad. El tiempo de filtrado fue de quince (15) minutos en todos los sitios.

Posteriormente, las muestras colectadas se colocaron en frascos de polietileno (PET) de 120 mililitros (ml), rotulados con los datos de cada lugar y fijados con formaldehído al 5% y llevados a un volumen de 100 ml, se analizaron bajo un microscopio de luz. Se intentó llevar las muestras a la categoría taxonómica más baja posible (especie) y revisando que cumpliera con la actualización taxonómica más recientes.

Especies de Zooplancton (superficial y profundo)

El mismo procedimiento utilizado en la colecta de fitoplancton se replicó para obtener las muestras del zooplancton superficial y profundo. Las muestras de zooplancton colectadas fueron analizadas, contadas e identificadas utilizando una cámara Sedgewick-Rafter, con

capacidad de 1 ml. Se utilizó, además, un microscopio trilocular AMScope con objetivo 10x y adaptador incorporado para cámara de fotografía (OMAX A3530U de 3.2 mp y AMScope MA500 de 5.0 mp). La identificación de los organismos se realizó utilizando claves e imágenes de Ward & Whipple (1945), Edmondson (1959), Reid (1988) y Shiel (1995), Thorp & Chovics, 2020). Se visitó también la página web WoRMS (World Register of Marine Species) para la verificación de algunos nombres científicos.

Resultados Fitoplancton y Zooplancton

En este estudio podemos apreciar que, en ambos sitios muestreados zona de toma de agua y Zona de descarga, las diatomeas fueron el grupo dominante en número de géneros en ambas zonas, siendo géneros representativos por su frecuencia de observación en las placas de identificación durante los dos periodos de muestreo, se registraron 15 especies: *Bacteriastrum*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Guinardia*, *Rhizosolenia*, *Skeletonema*, *Asterionellopsis*, *Asteromphalus*, *Asteroplanus*, *Aulacoseira*, *Ditylum*, *Odontella* y *Thalassionema*, *Leptocylindrus* y *Hemiaulus*. Después de las diatomeas, los dinoflagelados fueron el segundo grupo en presentar el mayor número de géneros, los géneros de mayor frecuencia de registro en ambas zonas de estudio fueron *Ceratium* y *Gonyaulax*. Los silicoflagelados fueron un componente menor del fitoplancton para la isla en términos del número de géneros.

Tabla 39. Especies identificadas en cada una de las zonas por transectos. Superficie

No.	Grupo	Especie	Zona de Toma de Agua			Zona de descarga de salmuera		
			Transectos			Transectos		
			A	B	C	A	B	C
1	Fitoplancton	<i>Bacteriastrum</i>						
2	Fitoplancton	<i>Chaetoceros</i>						
3	Fitoplancton	<i>Coscinodiscus</i>						
4	Fitoplancton	<i>Guinardia</i>						
5	Fitoplancton	<i>Rhizosolenia</i> ,						
6	Fitoplancton	<i>Skeletonema</i> .						
7	Fitoplancton	<i>Asterionellopsis</i> ,						
8	Fitoplancton	<i>Asteromphalus</i>						
9	Fitoplancton	<i>Asteroplanus</i>						
10	Fitoplancton	<i>Aulacoseira</i>						

11	Fitoplancton	<i>Ditylum</i>						
12	Fitoplancton	<i>Odontella</i>						
13	Fitoplancton	<i>Thalassionema,</i>						
14	Fitoplancton	<i>Leptocylindrus</i>						
15	Fitoplancton	<i>Hemiaulus</i>						
16	Zooplancton	<i>Copepodos</i>						

Fuente: Elaborado por el Biólogo Omar Murray, 2024

Tabla 40. Especies identificadas en cada una de las zonas por transectos. Fondo

No.	Grupo	Especie	Zona de Toma de Agua			Zona de descarga de salmuera		
			Transectos			Transectos		
			A	B	C	A	B	C
1	Fitoplancton	<i>Bacteriastrium</i>						
2	Fitoplancton	<i>Chaetoceros</i>						
3	Fitoplancton	<i>Coscinodiscus</i>						
4	Fitoplancton	<i>Guinardia</i>						
5	Fitoplancton	<i>Rhizosolenia,</i>						
6	Fitoplancton	<i>Skeletonema.</i>						
7	Fitoplancton	<i>Asterionellopsis,</i>						
8	Fitoplancton	<i>Asteromphalus</i>						
9	Fitoplancton	<i>Asteroplanus</i>						
10	Fitoplancton	<i>Aulacoseira</i>						
11	Fitoplancton	<i>Ditylum</i>						
12	Fitoplancton	<i>Odontella</i>						
13	Fitoplancton	<i>Thalassionema,</i>						
14	Fitoplancton	<i>Leptocylindrus</i>						
15	Fitoplancton	<i>Hemiaulus</i>						
16	Zooplancton	<i>Copepodos</i>						

Fuente: Elaborado por el Biólogo Omar Murray, 2024

No se encontraron amenazas de especies exóticas para el fitoplancton. Especialmente, la distribución de la biomasa del zooplancton fue homogénea en ambas zonas los valores registrados fueron menores a 25mg/m³. En la zona de toma de agua, estos mismos valores se registraron en los tres (3) transectos. La abundancia del zooplancton presentó alta variación espacial en la zona de descarga, registrándose concentraciones mayores a 450ind/m³.

Las variaciones estacionales en las condiciones hidrográficas de la columna de agua suelen reflejarse en cambios en la composición y/o abundancia de los organismos planctónicos, ya

que estos por su historia de vida responden rápidamente ante los pulsos presentados en las condiciones ambientales. En isla Taboga, la variación estacional registrada para la hidrografía y con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, y con aguas cálidas y de cambios en las salinidades, son consecuentes con lo reportado previamente para por Díaz et al. (2001), Giraldo (2008) y Giraldo et al. (2008) para esta localidad, y se reflejaron en cambios en la abundancia y biomasa del zooplancton.

Aunque los organismos planctónicos constituyen los principales productores primarios y secundarios de la columna de agua, y por ende los cambios en su composición, abundancia, y biomasa modulan la transferencia de energía hacia los niveles tróficos superiores, pocos estudios han evaluado la variación estacional del plancton en isla Taboga y en general en el Pacífico panameño. De acuerdo con lo reportado por D’Croz, Del Rosario & Gómez (1991) para la Bahía de Panamá,

De acuerdo con D’Croz & O’Dea (2007), el incremento de la abundancia del fitoplancton en la Bahía de Panamá durante la época seca (enero-abril) es el resultado de una mayor disponibilidad de nutrientes (nitrato y fosfato) como consecuencia del ingreso de aguas subsuperficiales por surgencia. En contraste, durante la época de lluvias (mayo-diciembre) la abundancia del fitoplancton disminuye por la ausencia de surgencia y el incremento en los niveles de precipitación, lo que reduce la concentración de los nutrientes en superficie.

Al igual que el fitoplancton, la abundancia y biomasa del zooplancton tiende a relacionarse significativamente con los cambios en las condiciones hidrográficas (e.g. disminución en la temperatura) o biológicas (aumento en la concentración de alimento) de un área en particular (Lo-Yat et al., 2011; Mackas et al., 2012).

Durante el presente estudio, la **abundancia** del zooplancton se correlacionó positivamente solo con la salinidad superficial. Durante la época de lluvias en isla Taboga, la salinidad de la parte superficial de la columna de agua disminuye (<28UPS), y en estas condiciones ambientales los organismos holoplanctónicos tienden a reducir su capacidad reproductiva, lo que se traduce en un descenso de su abundancia. En contraste, durante la época seca, el

ingreso de agua subsuperficial (más fría, más salina, mayores concentraciones de nutrientes) al ambiente de isla Taboga (Giraldo & Gutiérrez, 2007; Devis-Morales et al., 2008), promovería la productividad secundaria, incrementando la biomasa zooplanctónica disponible en esta localidad.

Desde un punto de vista trófico, es de esperar que un grupo de herbívoros-omnívoros como los copépodos sea dominante en número, ya que su variación en abundancia contribuye a estructurar la comunidad del fitoplancton mediante pastoreo, y del zooplancton mediante la transferencia de energía hacia niveles tróficos superiores.

Los resultados de los análisis del zooplancton superficial se reportaron 2 grandes grupos (Copépoda, Rotífera). Los copépodos representan el 57,5 por ciento de todos los organismos, y los rotíferos el 42,5 por ciento para la zona de toma de agua. En tanto que, la zona de descarga de salmuera los copépodos representan el 62,5 por ciento y los rotíferos el 37,5 por ciento.

La riqueza es baja y solo se han alcanzado las 15 especies. Los valores más altos los presentó la zona de descarga de salmuera con 12 especies tanto en superficie como en el fondo. La zona de toma de agua presentó valores que oscilaron entre 8 en superficie.

La diversidad total para la zona de toma de agua fue de 2.109 y para la zona de descarga fue de 2.003, considerándose un valor medio pero muy cercano al límite bajo.³ La dominancia de Simpson dio como resultado 0.793 en la zona de toma de agua y 0.787 para la zona de descarga de salmuera y la equidad de Peolou presentó un valor bastante similar de 0.761 para la zona de toma y 0.755 para la zona de descarga de salmuera. De forma individual, se observa que la zona de descarga de salmuera presentó la diversidad de Shannon y el índice de Simpson con los valores más altos de 1.829 y 0.796, respectivamente

3.1.4. Especies de interés

Ecosistemas frágiles

En esta área (toma y descarga) no se presenta ecosistemas frágiles como arrecifes de corales, más bien solo algunas colonias dispersas propias del área.

Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción

Entre las especies registradas se encuentra *Porites panamensis* es una especie de coral que se encuentra protegida por legislación nacional. Esta especie pertenece al grupo de los corales duros, específicamente a la familia Poritidae. También es conocido como Coral Esmeralda y se encuentra en la lista de especies de animales con 6 observaciones, se encuentra protegida por legislación nacional (EPL), es la única que se encuentra protegida por la legislación nacional 304 del 31 de mayo de 2022 “Que establece la protección integral de los sistemas de arrecifes coralinos, ecosistemas y especies asociados en Panamá., por leyes internacionales como el apéndice de CITES apéndice II (Que incluye las especies que no necesariamente se encuentran en peligro de extinción, pero su comercio debe controlarse) , y reportada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), preocupación menor (LC).

Strombus spp., se encuentra protegido por legislación nacional en Panamá. El Decreto Ejecutivo 159 de 31 de diciembre de 2003 prohíbe la captura, posesión y comercialización de estos caracoles marinos en el país, especie que se encuentra en veda mediante Resolución No.017 del 22 de mayo del 2015, en la cual se establece un periodo de Veda del Caracol Marino en la República de Panamá por cinco años más.

3.2. Indicadores físico-químicos

Los indicadores físico-químicos se centran en los parámetros físicos y químicos del agua, como la temperatura, la salinidad, la concentración de nutrientes. Estos indicadores nos permiten evaluar la calidad del agua y detectar posibles problemas, como la eutrofización o la contaminación.

Por ejemplo, un aumento en la concentración de nutrientes puede indicar una alta carga de contaminantes en el agua.

El monitoreo de la calidad del agua marina en ambos sitios fue realizado por el laboratorio Corporacion Quality Services, S.A., tomando en consideración los parámetros establecidos en el reglamento técnico DGNTI-COPANIT-35-2019, para el CIU 3600-Captación, tratamiento y suministro de agua, que son los relacionados con las actividades del proyecto (Ver Anexo 24 del EsIA).

Tabla 41. Resultados del monitoreo de parámetros fisicoquímicos Zona de Toma de Agua

Parámetro	AGUA DE MAR 01- Nueva toma de agua	Anteproyecto de aguas marinas y costeras	Declaración de conformidad	Incertidumbre	L.C.	Unidad de medida	Método
Temperatura	26.8	N/A	N/A	0.471	0.1	° C	SM 2550-B
pH	8.60	6.0- 9.0	Conforme	0.044	0.1	Unidades de pH	SM-4500-HB
Salinidad	32.88	N/A	N/A	***	0.01	g/L	SM 2550-B
Aceites y grasas	< 5.0	< 0.50	Conforme	0.133	5	mg/L	EPA 1664 A
DQO	94	N/A	N/A	0.173	3	mg/L	HACH 8000
DBO ₅	< 2.0	< 2.0	Conforme	0.171	2	mg/L	SM-5210 B
Coliformes totales	410	< 500	Conforme	0.250	1	NMP/100 mL	SM-9223 (2B)
Sólidos suspendidos Totales	13.40	< 50	Conforme	0.021	2.42	mg/L	SM-2540D
Fósforo Total	0.34	N/A	N/A	0.025	0.02	mg/L	HACH 8190/8048
Nitrato	3.4	N/A	N/A	0.053	0.3	mg/L	HACH 8039
Nitrógeno Amoniacal	<0.4	< 0.50	Conforme	0.728	0.4	mg/L	HACH 10031
Nitrógeno Total	5	N/A	N/A	0.137	2.0	mg/L	HACH 10072

Fuente: Anexo 24 del EsIA, Informe de resultados de monitoreo de calidad de agua natural (marina), 2024

Tabla 42. Resultados de los parámetros físico químicos Zona de descarga de salmuera

Parámetro	AGUA DE MAR 02 Descarga de salmuera	Anteproyecto de aguas marinas y costeras	Declaración de conformidad	Incertidumbre	L.C.	Unidad de medida	Método
Temperatura	27.5	N/A	N/A	0.471	0.1	° C	SM 2550-B
pH	8.63	6.0- 9.0	Conforme	0.044	0.1	Unidades de pH	SM-4500-HB
Salinidad	29.51	N/A	N/A	***	0.01	g/L	SM 2550-B
Aceites y grasas	< 0.50	< 0.50	Conforme	0.133	5	mg/L	EPA 1664 A
DQO	63	N/A	N/A	0.173	3	mg/L	HACH 8000
DBO ₅	3.0	< 2.0	No conforme	0.171	2	mg/L	SM-5210 B
Coliformes totales	210	< 500	Conforme	0.250	1	NMP/100 mL	SM-9223 (2B)
Sólidos suspendidos Totales	18	< 50	Conforme	0.021	2.42	mg/L	SM-2540D
Fósforo Total	0.41	N/A	N/A	0.025	0.02	mg/L	HACH 8190/8048
Nitrato	9.5	N/A	N/A	0.053	0.3	mg/L	HACH 8039
Nitrógeno Amoniacal	< 0.04	< 0.50	Conforme	0.728	0.4	mg/L	HACH 10031
Nitrógeno Total	10	N/A	N/A	0.137	2.0	mg/L	HACH 10072

Fuente: Anexo 24 del EsIA, Informe de resultados de monitoreo de calidad de agua natural (marina), 2024

3.2.1. Análisis de la calidad de agua y el comportamiento de los organismos identificados

En este sentido se indican los principales parámetros indicadores del estado de salud del ecosistema marino según la actividad de captación, tratamiento y suministro de agua.

Temperatura (T)

La temperatura en el caso específico del mar es una característica diferente y variable en cuanto a espacio y tiempo, tiene influencia en la solubilidad de las sales, en la disociación de las sales disueltas, en la conductividad y el pH.

Respecto a la densidad del agua, se establece una relación con la temperatura, si la temperatura sufre cambios, entonces existirá variación en las mezclas de la masa de agua.

La temperatura de las aguas superficiales en la costa depende principalmente de la radiación solar y las propiedades térmicas de las masas de aire, así como de la circulación del agua.

La temperatura es un factor importante para el medio marino, ya que influye en la vida de los organismos y los parámetros fisicoquímicos. En el pacífico panameño la temperatura oscila en 26.21 – 28.15.

En cuanto a la temperatura de los sitios estudiados, no mostró variaciones significativas entre los transectos A, B y C para la zona de toma de agua y la zona de descarga de salmuera.

Los valores registrados fueron de **26.9 °C** para la zona de toma de agua y **27.5 °C** para la zona de descarga de salmuera. Estos valores podrían variar en función a las variaciones estacionales (verano, otoño, invierno, primavera) o pueden atribuirse a la fuerza del viento, la afluencia de agua dulce y la temperatura atmosférica.

Potencial de Hidrogeniones (pH)

El pH es producto del equilibrio entre el dióxido de carbono, la disolución de carbonatos y la insolubilización de bicarbonatos. La fotosíntesis, la asimilación de nitrógeno y la respiración inciden mediante sus procesos al pH. Las algas tienen la función de remover el dióxido de carbono y producto de este proceso el pH aumenta, de igual manera ocurre en la remoción del dióxido de carbono por aireación.

El Potencial de Hidrogeniones (pH) en la zona de toma de agua fue de **8,60** y para la zona de descarga de salmuera fue de **8,63** ligeramente alcalino y mostrando una relación moderada con la comunidad fitoplanctónica.

Los cambios en el pH dependerán de factores como la eliminación de CO₂ por fotosíntesis a través de la degradación del bicarbonato, el influjo de agua dulce, la reducción de la salinidad y la temperatura y la descomposición de la materia orgánica.

Los valores de pH altos podrían atribuirse a la alta actividad fotosintética del fitoplancton, mientras que el valor de pH más bajo podría atribuirse al ingreso de agua dulce.

Cabe destacar que, los animales con conchas carbonatadas necesitan agua ligeramente básica (alcalina) para precipitar y mantener sus conchas.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es un parámetro que nos indica la cantidad de oxígeno que se necesita para degradar la materia orgánica.

La carga orgánica en el medio acuático favorece el crecimiento de bacterias y hongos, es así como se utiliza el oxígeno para oxidar la materia orgánica, oxígeno que sirve para el desarrollo de la flora y la fauna marina, esto significa que a mayor carga orgánica mayor consumo de oxígeno por parte de los microorganismos en detrimento de los organismos acuáticos.

Por lo tanto, con respecto a los efectos al ecosistema acuático marino, variará la calidad del agua, un probable aumento del pH, lo cual producirá inminentemente efectos negativos a los organismos que se desarrollan en el medio marino. La DBO es utilizada como una medida del oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica que se encuentran presentes en el agua debido a la oxidación aerobia.

El Oxígeno Disuelto (DBO) es un componente importante en un ecosistema acuático que determina la calidad del agua y sustenta la vida acuática.

El DBO en la zona de toma de agua fue de **94 mg/l** y para la zona de descarga de salmuera fue de **63 mg/l** mostrando ambas zonas una muy baja relación con la comunidad fitoplanctónica, esto debido a los cambios estacionales que pueden registrar un menor contenido de DBO, debido a la alta temperatura, salinidad y actividad biológica. Las altas

concentración de DBO se pueden atribuir al ingreso de agua dulce el cual se relaciona con la presencia máxima de especies de fitoplancton.

Sólidos Totales Disueltos (STD)

Los sólidos totales disueltos son aquellas sustancias que se encuentran suspendidas en el cuerpo de agua donde el proceso de decantación no es de forma natural, estos se componen de minerales, metales, y sales disueltas en el agua.

Los movimientos de agua hacen posible el transporte de los sólidos suspendidos; por otro lado, los sólidos en suspensión acrecientan la turbidez del agua, así como la de los STD. Los sólidos en suspensión en valores muy altos de concentración reducen el paso de la luz solar, y en consecuencia disminuye el proceso fotosintético vital para el desarrollo de la vida acuática.

De acuerdo a los valores obtenidos para la zona de toma de agua fue de **13.40 mg/l** y zona de descarga fue de **18 mg/l**, los cuales se encuentran muy por debajo del límite permisible establecido por la normativa. Lo cual se apoya en la calidad de transparencia del agua. En general, se indica que para ambas zonas la calidad de agua es buena.

Salinidad (S)

Está referido al nivel de concentración de iones de sales disueltos en el agua, la salinidad es afectada por una alta evaporación la cual provoca un aumento en su rango o bien las altas precipitaciones tendrían como efecto una baja salinidad. En el caso de los estuarios limitados en su acceso a las aguas marinas poseen elevadas concentraciones de sal durante períodos de sequía, la concentración de iones se debe a causa de la evaporación, la salinidad, conforme se aleja de la boca del estuario, la salinidad puede estratificarse de acuerdo a la producción en el estuario. La salinidad como indicador tiene valores que oscilan entre 34 y 36 PSU en aguas marinas, por otro lado, en los estuarios donde se mezclan las aguas marinas con la de los ríos se dan valores entre 0 a 36 (44).

La salinidad juega un papel importante como factor limitante, ya que controla la diversidad de flora y fauna de los ecosistemas costeros.

La salinidad obtenida en la zona de toma de agua **32.88 g/l** y en la zona de descarga de salmuera fue de **29.51 g/l**. La salinidad mostró moderada correlación con la comunidad fitoplanctónica para ambas zonas monitoreadas, esto debido a la variabilidad estacional que ocurren durante el verano como: la alta intensidad de la radiación solar sobre la superficie marina que ocasiona el aumento de la salinidad, y su disminución por la influencia del agua dulce que ingresa por la época lluviosa.

Fósforo total

Es un tóxico que afecta la salud humana y es precursora del crecimiento de microalgas y de la marea roja. Es perjudicial a 50 mg/L.

En el área de la toma de agua los valores de fosforo total fueron de **0.34 mg/L** y en el sitio de descarga **0.41 mg/L**, siendo valores bajos.

Nitratos como NO₃

Ciertas especies de peces tienen un LC50 se presenta a una concentración de 990 mg/L y 950 mg/L en aguas con 15 ‰ de salinidad. Al reconocer que las concentraciones de nitratos y nitritos que pueden tener efectos nocivos en peces raramente ocurren en la naturaleza, no se establecen criterios restrictivos.

En el área de la toma de agua los valores de nitratos fueron de 3.4 mg/L y en el sitio de descarga 9.5 mg/L.

Nitrógeno amoniacal

El amoniaco es tóxico para peces y la toxicidad varía con el pH. Algunas especies de peces se afectan a 3 mg/L y otras mueren a 8 mg/L.

En el área de la toma de agua los valores de nitrógeno amoniacal fueron valores bajos de < 0.4 mg/L y en el sitio de descarga < 0.4 mg/L.

Coliformes

Valores altos de coliformes fecales y de enterococos representan un riesgo a los bañistas y a los consumidores de mariscos.

Grasas y aceites

Larvas marinas parecen intolerantes a concentraciones tan bajas como 0.1 mg/L. En el área de la toma de agua los valores fueron de < 5.0 mg/L y en el sitio de descarga < 5.0 mg/L.

Transparencia

En cuanto a la transparencia o visibilidad de las aguas, la mayor amplitud en valores la ofrece las mediciones de disco Secchi, que reflejan unas variaciones en cuanto a la transparencia de las aguas bastante amplio (rango de 0.80 a 15.80 m) y promedio de 9.30 m en las aguas exteriores del Golfo de Panamá, cuya variabilidad obedece a diversos factores: fuerza de los vientos, intensidad del afloramiento y cercanías a las desembocaduras de los ríos. Para el Golfo de Chiriquí, las mediciones de Disco Secchi entre 0.50 a 35.00 m y promedio de 19.70 m (A.E.S.A., 1981), y sus variaciones obedecen básicamente a la proximidad de las desembocaduras de los ríos, como ya se manifestó con anterioridad, en el Golfo de Chiriquí, la precipitación pluvial es mayor.

Basado en esta premisa para la zona de toma de agua se obtuvieron valores de **2.2. – 2.5**, en tanto que, la zona de descarga se obtuvieron valores de **1.2 – 1.8**. Esta diferencia en transparencia puede deberse a las condiciones de exposición y el tipo de fondo característico de cada zona.

La zona de toma de agua se caracteriza por presentar un fondo más arenoso y mucho menos cubierto por vegetación.

Mientras que la zona de descarga el fondo es más fangoso/arenosos, esto debido a que el área es mucho más cerrada y su litoral está mucho más cubierto por vegetación aportando muchas hojas al fondo y sombra sobre dicha área.

Tabla 43. Valores del Secchi en cada zona monitoreadas en isla Taboga

Disco Secchi	Zona de Toma de Agua			Zona de descarga de salmuera		
	Transectos-Profundidades			Transectos-Profundidades		
	A	B	C	A	B	C
1	2.3	2.3	2.3	1.2	1.5	1.7
2	2.3	2.5	2.0	1.5	1.5	2.0
3	2.4	2.8	2.5	1.0	1,5	1.7
Promedio	2.3	2.5	2.2	1.2	1.5	1.8

Fuente: Elaborado por el Biólogo Omar Murray, 2024

3.3. Indicadores socioeconómicos

Los indicadores socioeconómicos nos brindan información sobre el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas marinos y la satisfacción de las necesidades de las comunidades costeras. Estos indicadores pueden incluir el valor económico de los recursos marinos, el nivel de actividad pesquera o turística en la zona y la percepción de los usuarios sobre la salud del ecosistema. Los indicadores socioeconómicos son especialmente importantes para evaluar el equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación de los ecosistemas marinos.

El turismo: es el principal rubro económico de la isla, atrayendo a muchos visitantes debido a su belleza y cercanía con la ciudad de Panamá. Los turistas pueden disfrutar de las hermosas playas, realizar rutas de senderismo, explorar la flora y fauna, y visitar lugares de interés histórico como la segunda iglesia católica más antigua de América.

La pesca: es la segunda actividad económica en la isla después del turismo. Muchos turistas visitan la isla para disfrutar de la pesca y explorar las profundidades marinas alrededor de la isla.

Manejo inadecuado de aguas residuales: debido a la inexistencia de un sistema de tratamiento para las aguas residuales del poblado, existen aportes de aguas residuales al medio marino.

Actividades industriales en las zonas colindantes: cerca a Taboga se ubica isla Taboguilla representando un centro de almacenamiento y distribución de combustible.

Captación de agua de mar y descarga de salmuera: actualmente se capta agua de mar y se descarga salmuera sin pasar por algún proceso de dilución al punto de descarga propuesto.

4. Análisis de la salud del ecosistema

La descarga de una planta desalinizadora puede tener impactos en el ecosistema marino. La salmuera, que es el subproducto de la desalinización puede contener una alta concentración de sal, así como residuos de sustancias químicas utilizadas en el proceso de desalinización.

- Actualmente existe una planta desalinizadora, la cual descarga las aguas residuales al sitio propuesto como descarga en este proyecto. Una vez evaluada la diversidad de fauna marina en ambos sitios y los parámetros físico químicos presentes, la descarga actual, no parece afectar a las especies, ya que las mismas presentan un buen estado de salud. Esto se concluye debido a los resultados de los parámetros de calidad de agua y a la presencia de 18 especies de fauna marina en toda el área;
- Aunado a esto, es importante señalar que fueron observadas especies que cuentan con una alta capacidad de resistencia a cambios de salinidad como *Porites panamensis* (Verrill, 1866), la cual es tolerante a salinidades de hasta el 48% y, por lo tanto, es muy común en áreas de alta salinidad;
- En cuanto a la presencia del género *Echinometra* sp. (erizo de mar), estos son capaces de soportar cambios en la salinidad de su medio. Estos organismos marinos tienen adaptaciones fisiológicas que les permiten regular su equilibrio osmótico y tolerar variaciones en la salinidad del agua en la que viven. Pueden ajustar la concentración de agua y sales en su cuerpo para adaptarse a diferentes condiciones de salinidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los erizos de mar tienen límites en su capacidad de adaptación y pueden ser más sensibles a cambios extremos en la salinidad;
- Los valores obtenidos para el índice de riqueza de Margalef indicaron que ambas zonas cuentan con un bajo nivel de riqueza de especies;

- De acuerdo a la composición de especies presente en cada área, la cercanía que existe entre la línea de costa y la heterogeneidad espacial que guardan los parches arrecifales (muertos), se concluye que las zonas en general, sustentan un número y una variedad similar de especies;
- Los valores de diversidad obtenidos a partir del índice de diversidad de Shannon –Wiener aunque son “relativamente” discutibles muestran que en la comunidad existe una diversidad significativa al ser comparable con otras zonas del Pacífico, además de guardar cierta similitud entre las dos zonas, esta diversidad junto con el número de especies encontrado posiblemente, refleja el grado de madurez y las condiciones de equilibrio en que se encuentra la comunidad de la fauna marina en las zonas;
- Los valores de diversidad obtenidos a partir del índice de diversidad de Simpson indica poca uniformidad en los valores de abundancia y predominio de un grupo de especies. Aunque para la zona -descarga se observó un mejor comportamiento en cuanto a diversidad se refiere;
- Aun cuando la formación coralina en la zona de descarga es nula, y al observar que las zonas muestran poca variabilidad en cuanto a la composición de especies, se puede concluir que la disponibilidad de hábitats y micro hábitats, la oferta de alimento que existe en el área en general y los sustratos y topografía allí presentes, propician y pueden sustentar el establecimiento de muchas especies de diferentes niveles tróficos y por ende su coexistencia. Esto a pesar de estar sometidas a un cambio de su salinidad en el punto de la descarga, lo que demuestra que las especies cuentan con una capacidad de adaptación a los cambios en su medio;
- Una de las causas probable de disminución de especies en el sitio de la toma de agua cruda, puede ser por factores externos como el ruido o vibración que genera la bomba de la toma de agua de mar y la succión que esta produce, lo cual puede provocar que algunas especies incrementen su rango o radio de distancia o bien se desplacen hacia otras zonas con menos perturbaciones;

- No se reportó gran cantidad de fitoplancton en las zonas muestreadas lo cual reduce las posibilidades de grandes fluctuaciones de estrés sobre la respuesta inmune de otras especies y reduce la resistencia a los patógenos;
- Al comparar la presencia de fitoplancton en ambas zonas monitoreadas, estas no presentan cambios súbitos en algunas poblaciones de fitoplancton, sin embargo, sugieren una normal estabilidad del ecosistema y un estable mecanismo homeostáticos, su presencia en dichas zonas coadyudan al mantenimiento de la diversidad de especies manteniendo la productividad de la cual se benefician los lugareños de Isla Taboga;
- Al igual que el fitoplancton, la abundancia y biomasa del zooplancton tiende a relacionarse significativamente con los cambios en las condiciones hidrográficas (e.g. disminución en la temperatura) o biológicas (aumento en la concentración de alimento) de un área en particular (Lo-Yat et al., 2011; Mackas et al., 2012). Durante el presente estudio, la abundancia del zooplancton se correlacionó positivamente solo con la salinidad superficial;
- Durante la época de lluvias en isla Taboga, la salinidad de la parte superficial de la columna de agua disminuye (<28UPS), y en estas condiciones ambientales los organismos holoplanctónicos tienden a reducir su capacidad reproductiva, lo que se traduce en un descenso de su abundancia;
- En contraste, durante la época seca, el ingreso de agua subsuperficial (más fría, más salina, mayores concentraciones de nutrientes) al ambiente pelágico de isla Taboga, promovería la productividad secundaria, incrementando la biomasa zooplanctónica disponible en esta localidad; y
- Desde un punto de vista trófico, es de esperar que un grupo de herbívoros-omnívoros como los copépodos sea dominante en número, ya que su variación en abundancia contribuye a estructurar la comunidad del fitoplancton mediante pastoreo, y del zooplancton mediante la transferencia de energía hacia niveles tróficos superiores.

d. Integrar un programa de seguimiento (monitoreo) a largo plazo que permita detectar cambios en el tiempo y aplicar medidas correctivas de manera oportuna, asegurando así la evaluación continua del impacto ambiental.

Respuesta:

Tomando en consideración lo indicado en la Tabla 9-1 del EsIA (Descripción de las medidas específicas frente a cada impacto ambiental) específicamente la medida No. 94. Realizar monitoreo de la fauna presente en la toma de agua cruda y la descarga, para evaluar el comportamiento en ambos sitios. Se presenta el programa de seguimiento (monitoreo) a largo plazo que permitirá detectar cambios en el tiempo y aplicar medidas correctivas de manera oportuna.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO (MONITOREO)

1. Introducción

El monitoreo es una herramienta clave en la evaluación de la salud de los ecosistemas marinos. A través del monitoreo continuo de parámetros físico-químicos, como la temperatura, pH y la salinidad del agua, podemos detectar cambios a corto y largo plazo en los ecosistemas.

También se puede realizar monitoreos de especies claves para evaluar la diversidad y abundancia de especies en un área determinada.

Además, el monitoreo debe integrar la identificación de las actividades humanas que se realizan en tierra firme y que pueden estar aportando contaminantes al medio marino, entre ellas: las descargas de aguas residuales del poblado y la contaminación por la mala disposición de los desechos sólidos. Adicional, la pesca y el turismo pueden crear presiones en los ecosistemas marinos, así como actividades industriales próximas a la isla Taboga.

En este sentido, se presenta el programa de monitoreo del estado de salud del ecosistema marino presente tanto en el sitio de la toma de agua cruda como en el sitio de descarga. De esta manera se obtendrán datos que permitan evaluar la eficiencia en la aplicación de las

medidas establecidas en el PMA y los programas que lo componen. Del mismo modo, se podrán tomar decisiones que prevengan o corrijan efectos sobre el ecosistema.

2. Objetivos

- Evaluar el impacto al ecosistema marino de las actividades constructivas durante la instalación de la toma de agua cruda; y
- Evaluar el impacto al ecosistema marino de las actividades operativas, durante el proceso de toma de agua cruda y descarga de aguas.

3. Descripción de actividades que puede afectar los ecosistemas marinos

Fase de construcción:

La calidad de las aguas marinas en el sitio de la nueva toma de agua cruda, podría afectarse producto de los derrames o goteos de hidrocarburos de los equipos y maquinarias utilizadas en las labores de instalación del inmisario, pozo de succión y la nueva EBAC.

La fauna marina podría afectarse durante la instalación del sistema de captación de agua cruda, debido a la presencia de equipos y maquinarias que pudieran perturbarla, haciendo que la misma, se desplace a otros sitios de forma temporal.

Fase de operación:

En cuanto a la calidad del agua marina en el punto de descarga de la salmuera, durante la fase de operación, podría sufrir transformaciones en los parámetros de calidad, debido a una mala operación del sistema, que incluye fallas en el proceso de dilución y la utilización de sustancias tóxicas.

La fauna marina podría afectarse durante la captación de agua cruda, debido al arrastre de organismos planctónicos, larvas, huevos y peces pequeños. Del mismo modo, el impacto se puede generar producto de descargas continuas y con altas concentraciones de sal.

4. Indicadores biológicos para el monitoreo

Se realizarán inventarios del número de especies registradas en los diferentes sustratos identificados, para poder realizar los siguientes análisis:

Riqueza: índice de Diversidad de Margalef, usualmente llamado de riqueza, no tiene en cuenta la abundancia particular de cada una de las especies o taxones (Ramírez, 1999) éste índice, transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra y supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1998).

$$D = S - 1 / \ln N$$

Ecuación 1) Donde S es el número de especies y N el número total de individuos (en este caso, puntajes asignados a las especies).

Diversidad: de acuerdo con Ramírez (1999) y Moreno (2001), la diversidad puede ser evaluada en su forma más sencilla, como el número de especies o taxones presentes en una comunidad o taxocenosis bajo estudio; esta medida no tiene en cuenta el número de individuos observados ni la proporción en que ellos se encuentran.

Abundancia: cabe recordar que el método utilizado no muestra las abundancias reales de las especies como tal, ya que trabaja con puntajes arbitrarios establecidos bajo los supuestos teóricos de la técnica, útiles para generar una estimación válida a partir de una muestra representativa; no obstante, estos puntajes reflejan la abundancia de las especies, por lo que en este estudio se habla de puntajes de abundancia apreciativa para éstas. Así, a partir de los datos de presencia – ausencia obtenidos en las derivas realizadas en cada zona (en donde el número de individuos por especie es reemplazado por puntajes que representan la abundancia de una especie), se estima la abundancia apreciativa de las especies presentes en las zonas sumando los puntajes asignados a cada especie, en cada censo de 30 minutos; de esta forma, la abundancia de cada especie corresponde al total de individuos respecto al total de las especies e indica su contribución a la comunidad (Ramírez, 1999). Además del cálculo de la abundancia para cada especie, se obtuvo la frecuencia relativa, que expreso el porcentaje de

aparición de cada especie sobre el total de los intervalos contabilizados, siendo esta un indicativo de que tan comunes o raras son las especies en el área de estudio.

5. Indicadores físico-químicos para el monitoreo

El monitoreo considerará las variables físico químicas en ambos sitios, a través de la relación de monitoreo de la calidad del agua, según los parámetros indicado en el CIU de la actividad.

6. Indicadores socioeconómicos

Se realizará una evaluación de las principales actividades sociales y económicas que pueden tener influencia sobre los ecosistemas presentes tanto en la toma como en la descarga, y sí tienen algún tipo de relación con los resultados del monitoreo.

7. Metodología para inventario de especies

Fase de construcción

Durante la fase de construcción del proyecto, específicamente durante la construcción de la toma de agua cruda e inmisario de descarga, se realizará monitoreos de la fauna marina antes y después de las actividades de construcción Este monitoreo no se realizará en el sitio de descarga, ya que el proyecto no contempla actividades constructivas en este sitio.

Los monitoreos antes de dar inicio a las actividades constructivas se realizarán con el propósito de aplicar el plan de rescate de la fauna marina indicado en el punto 9.4. Plan de Rescate y Reubicación de Fauna y Flora (pág. 511). Una vez culmine la fase de construcción se deberá evaluar el estado de salud de los ecosistemas a través de la aplicación de los indicadores biológicos, fisicoquímicos y sociales indicados.

Fase de operación

El monitoreo para detectar cambios en el tiempo se aplicará durante la fase de operación del proyecto, permitiendo evaluar la eficacia de las medidas propuestas para los impactos relacionados al ecosistema marino, y de ser necesario aplicar las medidas correctivas en el proceso de desalinización.

Para el monitoreo en la fase de operación se tomará en consideración indicadores biológicos, fisicoquímicos y sociales.

Los monitoreos se realizarán anualmente tanto en el sitio de la toma de agua cruda como en la zona de descarga.

Para esto se establecerán diez transeptos colocados dentro en un radio de 100 m medido a partir del punto central del sitio de toma de agua. Del mismo modo se establecerán diez transeptos colocados dentro de un radio de 100 m desde el punto de descarga.

Cada transepto será de 10 m de largo, medidos con una cinta métrica bien extendida y 5 m de ancho.

En cada transepto se registrará el tipo de sustrato que aparece inmediatamente debajo de la línea del transepto, y en cada uno de los intervalos de 10 cm (entre la marca inicial de 0 m y la marca de 9.90 m) se registrará los individuos según las siguientes categorías; 1) coral vivo; 2) grupos morfológicos de macroalgas; coral con muerte reciente; coral con muerte antigua; pavimento; escombros; arena; y otros: zoantídeos, ascidias, anémonas, etc.

Si en cada uno de los intervalos se observa la presencia de una especie móvil, se debe registrar lo que está en el sustrato inmediatamente debajo. La cobertura de cada categoría bentónica se expresará en porcentaje (%) y será igual a la cantidad de puntos detectados debajo del transepto (de un posible total de 100). Se calculará un promedio de cobertura de cada categoría bentónica por sitio.



Para la identificación de peces, se incluirá como metodología adicional el censo visual rápido de Jones & Thompson (1978), que toma el concepto básico de especies / área utilizada en ecología vegetal, donde el tiempo es sustituido por área y por consiguiente se obtiene una observación basada en especies / tiempo.

Este método consiste en buceo libre y aleatorio sobre los transectos definidos (todos los espacios dentro del transecto estarán disponibles para el observador durante el tiempo que les permita a los buzos en la inmersión, identificando y registrando durante este tiempo en la tabla tantas especies de peces como sea posible).

Las especies se registran en los intervalos de tiempo (tres intervalos de tiempo divididos en cinco minutos cada uno), específicos donde fueron vistas pero sólo se tiene en cuenta el intervalo en el que se vieron por primera vez (las apariciones en los intervalos restantes no se suman a la hora de totalizar los puntajes en las 3 derivas por área, ya que así se reducen los registros múltiples de especies en cada intervalo, es decir, evita sesgos en cuanto al registro del mismo individuo más de una vez y sobreestimar las abundancias de los mismos).

Para el muestreo de Fitoplancton y zooplancton (superficial y profundo) se utilizará una bomba sumergible Tornado Plastic Pump, 100 pies profundidad al agua (DTW por sus siglas en inglés), que emplea una batería de 12 voltios. La bomba se manejará desde la embarcación.

Las muestras superficiales se colectarán a un (1) metro de profundidad y las muestras de fitoplancton y zooplancton profundo, estarán por encima de 1 metro del fondo para no verse afectado por la turbiedad. El tiempo de filtrado será de quince (15) minutos en todos los sitios.

Las muestras colectadas se colocarán en frascos de polietileno (PET) de 120 mililitros (ml), rotulados con los datos de cada lugar y fijados con formaldehído al 5% y llevados a un volumen de 100 ml, se analizaron bajo un microscopio de luz.

8. Metodología para análisis de calidad de agua y sedimentos

El análisis de calidad de agua tanto en la toma de agua cruda como en el sitio de descarga se realizará anualmente coincidiendo con el registro de especies. Este análisis se realizará a través a un laboratorio acreditado.

Las variables físicoquímicas que serán utilizadas como indicadores de las condiciones ambientales del ecosistema son las siguientes: Aceites y grasas, Coliformes totales, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitrógeno total, Fósforo total, Potencial de hidrógeno, Sólidos suspendidos totales, Temperatura, salinidad y transparencia.

En el evento que se identifique alguna actividad cercana que pueda incidir en los sitios, se adicionaran al monitoreo los parámetros indicadores de la actividad.

Sedimentos: se deberá tomar una muestra de sedimento cada ambos sitio, utilizando una draga Petersen. Se realizará el análisis textural, clasificación de los sedimentos, materia orgánica (MO) y metales.

9. Metodología para análisis socioeconómico

Se realizarán tomas aéreas para identificar actividades cercanas a ambos sitios. Se entrevistarán a las autoridades y actores claves del sector, para obtener datos de las actividades. Dentro de los actores claves se ubican los promotores de turismo y los pescadores y lancheros, quienes podrán proporcionar información sobre aquellos sitios donde

se están desarrollando actividades de pesca y actividades turísticas (embarcaciones, bañistas, buceo).

10. Cronograma de ejecución de las actividades para la evaluación del estado de salud de los ecosistemas

En la fase de construcción se tiene contemplado el inicio de las actividades sobre el medio marino para el mes de diciembre de 2024, siendo esta la fecha establecida para dar inicio a la actividad de rescate y reubicación. Una vez culmine la construcción de la toma, se aplicará el monitoreo tomando en consideración los indicadores ambientales, fisicoquímicos y socioeconómicos.

En la fase de operación el monitoreo se realizará una vez al año, iniciando el primer año de operación del proyecto. En este sentido, la operación se pretende iniciar en junio de 2026, cumpliendo el primer año de operación en junio de 2027.

Cabe señalar que, antes de dar inicio a la fase de construcción se deberá actualizar las fechas establecidas en el cronograma. Del mismo modo, una vez se inicie la fase de operación se deberá actualizar a las fechas acordes al momento.

Tabla 44. Cronograma de ejecución de las actividades para la evaluación del estado de salud de los ecosistemas

Actividad	Sitio	Responsable	Fase de construcción Año 2024-2025 ¹												Fase de operación Primer año 2027 ²												Frecuencia de Monitoreo
			D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	
Rescate y reubicación	Zona marina de toma de agua cruda	Contratista / promotor Especialista ambiental																									Diario antes durante y después de la construcción
Evaluación de biodiversidad de fauna	Zona marina de toma de agua cruda	Contratista / promotor Especialista ambiental																									Mensual
Monitoreo de calidad de agua	Zona marina de toma de agua cruda	Contratista / promotor Especialista ambiental																									Mensual
Análisis del estado de la fauna marina tomando en consideración los datos de biodiversidad y calidad de agua.	Zona marina de toma de agua cruda	Contratista / promotor Especialista ambiental																									Mensual
Evaluación de la fauna marina	Zona marina de Descarga	Promotor/Especialista ambiental																									Mensual
	Zona marina	Promotor/Especialista ambiental																									Mensual

¹ El inicio de la fase de construcción se tiene programado para el mes de diciembre de 2024.

² El inicio de la fase de operación se tiene programado para el mes de junio de 2026, y el primer monitoreo iniciará en el mes de junio de 2027, que corresponde al primer año de operación.

Actividad	Sitio	Responsable	Fase de construcción Año 2024-2025 ¹											Fase de operación Primer año 2027 ²											Frecuencia de Monitoreo	
			D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	J	A	S	O	N	D	E	F		M
	de toma de agua cruda																									
Monitoreo de calidad de agua y sedimentos	En el punto de descarga	Promotor/Especialista ambiental																								
	En la ubicación de la toma	Promotor Especialista ambiental																								
Análisis del estado de la fauna marina tomando en consideración los datos de biodiversidad y calidad de agua.	En el punto de descarga	Promotor/Especialista ambiental																								
	En la ubicación de la toma	Promotor Especialista ambiental																								
Identificación de las actividades socioeconómicas más cercanas	Poblado y zonas aledañas	Promotor Especialista ambiental																								

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

e. Presentar un programa de limpieza para que se realice la recolección de desechos sólidos dispersos, tanto en la línea costera como del fondo marino en el área de la toma de agua cruda del mar y el área final de la descarga de la salmuera.

Respuesta:

Se adiciona como medida de mitigación a la Tabla 9-1. del EsIA, recolectar los desechos presentes tanto en la línea costera como del fondo marino en el área de la toma de agua cruda del mar y el área final de la descarga de la salmuera, a través de la implementación de un programa de limpieza.

Este programa deberá ser incorporado en el PMA del proyecto y el mismo será ejecutado por el especialista ambiental del proyecto.

A continuación, se presenta el programa de recolección de los desechos sólidos en la línea costera y fondo marino del sitio de toma y descarga

PROGRAMA DE LIMPIEZA DE DESECHOS SÓLIDOS

1. Introducción:

En general, la basura se ha convertido en un problema serio que afecta el medio ambiente. La basura depositada en el fondo marino provoca cambios drásticos en los hábitats y en las comunidades bentónicas. En el caso de Taboga, durante la caracterización de la flora y fauna marina tanto en el sitio de la toma de agua cruda como en la descarga, se evidenció la presencia de desechos sólidos. Esto no solo podría perturbar a la fauna marina del sitio, sino que podría afectar el funcionamiento al momento de captar el agua cruda para el proceso de desalinización.

Tomando en consideración esto, el promotor propone la realización de jornadas de recolección de desechos sólidos tanto en la línea costera como en el fondo marino relacionado con la toma de agua cruda y el sitio de descarga.

2. Objetivos del programa:

- Reducir la contaminación proveniente de desechos sólidos presentes en la línea costera y fondo marino relacionado al sitio donde se ubicará la EBAC y el sitio de descarga de las aguas residuales del proceso de desalinización;
- Promover la conciencia ambiental entre las autoridades locales, trabajadores, residentes y turistas;
- Establecer un sistema de monitoreo y seguimiento efectivo.

3. Actividades Principales

3.1. Planificación y organización de las jornadas de recolección

En esta fase el promotor a través del especialista ambiental del proyecto, realizará las coordinaciones con las autoridades locales, organizaciones y otros actores claves de la comunidad.

Se deberá coordinar con el Municipio de Taboga para la disposición final de la basura recolectada en el sitio autorizado dentro de la isla.

La promotora deberá contar con los insumos y herramientas para la recolección de los desechos y brindar seguridad a los participantes.

Adicional, se deberá contar con la presencia de buzos para la recolección de los desechos presentes en el fondo, cerca de la toma de agua cruda y en el sitio de la descarga.

El promotor deberá asegurar que se cuenta con vehículos para el traslado de los residuos hacia el sitio autorizado por el Municipio. Del mismo modo, deberá garantizar el manejo de aquellos desechos con característica peligrosas o especiales, de pensarse el caso.

3.2. Recolección de desechos en la línea costera

Se realizarán jornadas de limpieza en la línea costera relacionadas al sitio donde se ubicará la EBAC y el sitio de descarga de las aguas residuales del proceso de desalinización.

3.3. Recolección de Desechos en el fondo marino

- Organizar buceos de limpieza con buzos profesionales.

3.4. Educación y Concienciación

- Realizar talleres a las autoridades locales y miembros de la comunidad sobre la importancia de mantener limpias las costas y mares;
- Distribución de material informativo sobre reciclaje y manejo de desechos; y
- Capacitar al personal trabajador sobre el manejo adecuado de los desechos de la obra constructiva.

4. Insumos y materiales requeridos

Se recomienda la utilización, como mínimo de los siguientes insumos

1. Guantes
2. Bolsas de malla para la recolección de basura bajo el agua
3. Corta sedales
4. Libreta contra agua
5. Contenedor rígido para depositar los residuos
6. Bolsas de diferentes colores que faciliten la separación de los residuos en tierra
8. Sistema de pesaje (balanza de pesca digital o analógica, báscula, etc.)
9. Formularios de objetos recogidos/
10. Equipo de primeros auxilios
11. Equipo de buceo

5. Selección de los desechos

Los desechos serán segregados de la siguiente manera:

- Fracción envases (botellas de plástico, latas, etc.)
- Fracción envases de vidrio
- Fracción papel/cartón
- Residuos peligrosos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos voluminosos, residuos farmacéuticos

○ Residuos que tienen una gestión especial (neumáticos fuera de uso, residuos de construcción y demolición).

Los residuos catalogados como peligrosos deberán ser dispuestos a través de una empresa certificada.

6. Medidas de seguridad

- Una vez programada la fecha de la limpieza si se diesen circunstancias meteorológicas adversas que pudieran conducir a situaciones peligrosas para los participantes, se deberá cancelar la actividad para garantizar su seguridad;
- Para la limpieza del fondo es primordial contar con buzos o profesionales que tenga la experiencia de inmersión;
- Se recomienda limitar la recogida a un máximo de 4 Kg por buceador.
- Los objetos pesados deben ser retirados únicamente por buceadores entrenados
- Los objetos cortantes, como trozos de vidrio, o punzantes no deben ser manipulados por los participantes.
- Se pondrá en conocimiento de la autoridad Marítima, Ministerio de Ambiente y Municipio de Taboga sobre la localización de los objetos grandes que no pudieran ser retirados por los participantes en la limpieza de manera segura.
- Se deberá prestar especial atención a los objetos peligrosos o sospechosos de serlo como municiones, bidones que puedan contener o haber contenido sustancias químicas, que no deberán ser manipulados
- La gestión de los desechos peligrosos deberá realizarse a través de una empresa certificada.

7. Cronograma de ejecución de las actividades

Tabla 45. Cronograma de ejecución de las actividades

Actividad	Responsable	Fase de construcción Año 2024-2025												Fase de construcción Año 2026-permanente								Frecuencia de Monitoreo			
		D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	E	F	M	A	M	J	J	A		S	O	N
Planificación y organización de jornadas de limpieza	Especialista ambiental																								Mensual
Limpieza en la línea costera	Especialista ambiental, trabajadores asignados, voluntarios locales																								Mensual
Taller de educación ambiental a autoridades locales y miembros de la comunidad	Especialista ambiental																								Mensual
Capacitación a los trabajadores sobre el manejo de desechos	Especialista ambiental																								Mensual
Recolección de desechos en el fondo marino	Especialista ambiental, trabajadores asignados, voluntarios locales, buzos																								Mensual
Informe de resultados	Especialista ambiental																								Mensual

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

8. Monitoreo:

El responsable de la ejecución del programa será el especialista ambiental del proyecto. El programa deberá ser ejecutado una vez en la fase de construcción del proyecto, tanto en la línea costera como en el fondo marino relacionado al área donde se instalará la toma de agua cruda.

Mientras que, en la fase de operación anualmente se realizarán jornadas de limpieza como parte del mantenimiento a las infraestructuras de la toma de agua cruda. Adicional, se realizará la recolección de los desechos en la línea de costa cercana a la EBAC y en los alrededores del sitio de la descarga.

Los resultados de los avances en la ejecución del cronograma serán monitoreados cada mes, y se presentarán los resultados en los informes semestrales de cumplimiento de la implementación de las medidas propuestas en el PMA y programas que lo componen.

f. La empresa promotora debe indicar por donde se introducirá todo el equipo y maquinaria que realizará los trabajos de construcción (con sus respectivas coordenadas) y sus debidas autorizaciones. Se deberá indicar si realizará adecuaciones en algún desembarque, Además, deberá aportar las medidas de mitigación y prevención para evitar afectación a los ecosistemas marinos costeros y áreas turísticas durante la fase de construcción.

Respuesta:

El equipo, maquinaria e insumos de construcción serán trasladados hacia el sitio de proyecto por medio de una barcaza, que llegará a la rampa ubicada en la coordenada con proyección UTM con datum WGS84 Zona 17N (659686.90 m E, 971794.15 m N), la cual se encuentra a 10 metros del sitio propuesto para la construcción de la nueva EBAC y pozo de succión del proyecto. Para el uso de la rampa, se cuenta con la autorización del Municipio de Taboga el cual señala que esta rampa es la utilizada para el traslado de las maquinarias, equipos y materiales hacia la isla (**ver Anexo 7**).

El proyecto no contempla la realización de adecuaciones a la rampa existente, debido a que la misma cuenta con las condiciones necesarias para el desembarque. De requerirse en algún

momento, algún tipo de adecuación, el promotor deberá tramitar las autorizaciones que correspondan ya que las mismas no están contempladas en este proyecto.

Por otro lado, al solicitar las medidas de mitigación y prevención para evitar afectación a los ecosistemas marinos costeros y áreas turísticas durante la fase de construcción. Aclaremos que en la Tabla 9-1 del EsIA se establecieron las medidas específicas frente a cada impacto ambiental, considerando medidas para mitigar o prevenir afectación a los ecosistemas marinos por la alteración de la calidad del agua marina y la perturbación de la fauna marina.

Por consiguiente, presentamos las medidas específicas para evitar la afectación a los ecosistemas marinos costeros cercanos y zonas turísticas durante la actividad de desembarque de equipos, maquinarias e insumos de construcción.

Tabla 46. Medidas específicas para evitar la afectación a los ecosistemas marinos costeros cercanos y zonas turísticas durante el desembarque de equipos, maquinarias e insumos de construcción.

Impacto	No.	Medidas de mitigación específicas	Ente responsable	Monitoreo	Fase de Construcción
Alteración de los parámetros físicos químicos y biológicos del agua marina por derrames y/o fugas de combustible	1.	Garantizar que el transporte marítimo seleccionado se encuentre en condiciones óptimas mecánicas al momento del desembarque.	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
	2.	Instalar sistemas de contención, como barreras alrededor de las áreas de descarga para limitar la propagación de un posible derrame.	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
	3.	Queda prohibido verter aguas contaminadas con aceites y lubricantes en el medio marino.	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
	4.	Se deberá contar con dispositivos para la recolección inmediata de derrames, tales como:	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción

Impacto	No.	Medidas de mitigación específicas	Ente responsable	Monitoreo	Fase de Construcción
		paños de absorción, barreras u otros mecanismos similares.			
	5.	Cumplir con el Plan de Contingencia del punto 9.6, en caso de presentarse un derrame de hidrocarburo u otra sustancia.	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
	6.	Capacitar a los trabajadores sobre respuesta de emergencia contra derrames.	Promotor / Contratista	Antes del desembarque	Construcción
Alteración de los parámetros físicos químicos y biológicos del agua marina por generación de sedimentos	7.	Utilizar barreras de contención para evitar la dispersión de sedimentos en el agua durante las operaciones de descarga.	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
Alteración a la fauna marina por generación de ruido y vibraciones	8.	El transporte marítimo utilizado debe contar con silenciadores en el motor con el fin de reducir la contaminación sonora	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
	9.	Antes de encender el motor nuevamente, asegurarse que no existan especies de fauna cerca	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
	10.	Disminuye la velocidad o apagar el motor de la embarcación al aproximarse a zona de desembarque	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
	11.	Implementar el programa de monitoreo para observar la calidad del agua y la salud del ecosistema marino	Promotor / Contratista	Antes, durante y después de las actividades de desembarque	Construcción

Impacto	No.	Medidas de mitigación específicas	Ente responsable	Monitoreo	Fase de Construcción
		alrededor de la rampa.			
	12.	Para el desembarque se deberá utilizar exclusivamente la rampa autorizada, para evitar alteración en los sitios cercanos.	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
Afectación de medio marino por desechos sólidos	13.	Contar con dispositivos para la recolección de residuos generados durante el desembarque, evitando que lleguen al mar.	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción
	14.	Trasladar los desechos al sitio autorizado dentro de la isla	Promotor / Contratista	Al momento de desembarque	Construcción

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Por otro lado, en la Tabla 9-11 del EsIA, se establecieron medidas preventivas contra derrames que son aplicables a las actividades de desembarque de equipos, maquinarias e insumos de construcción.

Tabla 47. Medidas preventivas contra derrames

Descripción de la medida	Responsable	Fase de ejecución	Monitoreo
Disponer de extintores con recarga vigente	Encargado de la seguridad	En todas las fases del proyecto	Diario
Mantener materiales absorbentes, revestimientos y equipos para el control de derrames.	Encargado de la seguridad	En todas las fases del proyecto	Diario
Proveer al personal que manipula sustancias químicas, el EPP adecuado según la MSDS de cada producto.	Encargado de la seguridad	En todas las fases del proyecto	Durante la manipulación de las sustancias

Fuente: elaborado por el equipo de consultores, 2024.

Por último, en el punto 9.6. Plan de Contingencia se establecen las medidas que el promotor a través del consorcio Agua de Taboga, deberá seguir en situaciones de emergencia durante el desembarque.

Contingencia frente a un derrame

- Aislar las fugas utilizando accionamientos, herramientas, maquinaria y equipos convenientes, como así también colocarse los elementos de protección personal asignados para estas etapas;
- Contención del derrame por los medios más adecuados (material absorbente, medias.), evitando que el derrame se difunda;
- Delimitar el área del derrame utilizando barreras absorbentes;
- Impedir el ingreso al área del derrame de toda persona ajena a las tareas, permitiendo solo el ingreso del personal autorizado y que lleve los elementos de protección personal asignados; y
- Disponer la adecuada eliminación del material utilizado para la contención del derrame, a través de la contratación de una empresa certificada en el manejo y disposición final, la cual hará entrega al consorcio del certificado de recepción de los desechos.

6. En el punto 4.3.2.1. Construcción, detallando las actividades que se darán en esta fase, incluyendo infraestructuras a desarrollar, equipos a utilizar, mano de obra (empleos directos e indirectos generados), insumos, servicios básicos requeridos (agua, energía, vías de acceso, transporte público, otros), página 40 del EsIA indica “La toma de agua cruda será de tipo torre con capacidad de captación de 1.5 MGD, y estará conformada por un cajón de hormigón reforzado para uso en ambientes marinos, con ventanas para la captación, ubicadas en la zona superior de los laterales del cajón” Sin embargo, mediante informe técnico de evaluación DICOMAR No. 052-2024, indica “la empresa promotora informó durante la inspección, sobre cambios en el sitio de la toma de agua..” por lo que se solicita:

a. Indicar si se realizará cambio de lugar de la toma de agua identificada en el proyecto.

Respuesta:

No se ha contemplado la realización de ningún cambio en el sitio donde se ubicará la toma de agua cruda, establecido en el EsIA.

7. En el punto 4. Descripción del proyecto, obra o actividad, página 20 del EsIA indica “El proyecto se desarrollará en un área de 11 097.07 m², representando el 0.19 % de la superficie total de la isla”, aunado a lo anterior en el punto 4.2.1. Coordenadas UTM

del polígono de la actividad, obra o proyecto y sus componentes. Estos datos deben ser presentados según lo exigido por el Ministerio de Ambiente pág. (25 a la 33 del EsIA), el promotor presentar coordenadas de cada componente del proyecto. Sin embargo, mediante verificación de DIAM, a través del MEMORANDO DIAM-0933-2024 indica: le informamos que con los datos puntuales se determinó lo siguiente: datos puntuales, biodigestor, nueva toma de agua, pozo de succión, pozos a rehabilitar, punto de descarga biodigestor, punto de descarga existente, nuevo inmisario.....

a. Superficie de cada componente del proyecto, en caso que la superficie se modifique, presentar las coordenadas con secuencia lógica que determinen el área total y de cada componente.

Respuesta:

Una vez revisadas las coordenadas de ubicación de los distintos componentes del proyecto, se pudo verificar que las superficies verificadas por DIAM son las mismas superficies establecidas en el EsIA, durante la descripción de los diferentes componentes del proyecto. Solo para la línea del nuevo inmisario se presentó una diferencia mínima de verificación de 1.06 m.

Tabla 48. Verificación de polígonos y líneas verificados por DIAM y lo descrito en el EsIA

Componente	Superficie verificada por DIAM Memorando DIAM-0933-2024	Superficie indicada en el EsIA
Nuevo inmisario	31.82 m	Pág. 41 (30.76 m)
Línea de aducción	624.70 m	Pág. 44. (624.70 m)
Línea de conducción	1 669.06 m	Pág. 49. (1 669.05 m)
Línea de impulsión	364.17 m	Pág. 52. (364.17 m)
Descarga de la salmuera o emisario existente	347.19 m	Pág. 68. (347.19 m)
Acceso a la toma de agua cruda	496.43 m	Pág. 55 (496.43 m)
Acceso a la desalinizadora	666.77 m	Pág. 55 (666.77 m)
Distribución zona alta La Poza	2 160.43 m	Pág. 52 (2 160.43 m)
Distribución zona alta Los Abanicos	760.92 m	Pág. 53. (760.92 m)
Distribución zona media Baja	4 835.10 m	Pág. 54. (4 835.11 m)
EBAC	6.25 m ²	Pág. 42 (6.25 m ²)
Tanque de 100 k La Poza	184.73 m ²	Pág. 50 (184.73 m ²)
EBAT La poza	6.32 m ²	Pág. 50 (6.32 m ²)
Tanque de 15K	75.15 m ²	Pág. 24 (75.45 m ²)
Nueva desalinizadora y edificio de control	1440.56 m ²	Pág. 47 (1 440.56 m ²)

Fuente: elaborado por el equipo consultor, 2024

Por otro lado, para la determinación del área total del proyecto, que corresponde a 11 097.05 m², se tomó en consideración los polígonos y las líneas generadas, a través de un geoprocesamiento que incluyó todos los componentes del proyecto.

Para el cálculo del área generada en las líneas de aducción, conducción, impulsión y distribución, se utilizaron los datos de la longitud de cada línea y se estableció en cada una, un ancho de 0.45 m como área a impactar.

Para el cálculo del área generada en el componente de la rehabilitación de la calle de acceso a la toma de agua cruda y la rehabilitación de la calle de acceso a la planta desalinizadora, se utilizaron los datos de la longitud y se estableció en cada una, un ancho de rodadura de 3.75 m como área a impactar.

Por último, para el cálculo del área generada en la línea del inmisario se utilizaron los datos de la longitud y se estableció un ancho de 2.91 m.

8. En la página 41, punto 4.3.2.1. Construcción, detallando las actividades que se darán en esta fase, incluyendo infraestructuras a desarrollar, equipos a utilizar, mano de obra (empleos directos e indirectos generados), insumos, servicios básicos requeridos (agua, energía, vías de acceso, transporte público, otros), pozo de succión, indica “el pozo de succión se ubicará sobre el lecho rocoso ubicado en el área de servidumbre de la calle de acceso a la estación de bombeo de agua cruda (EBAC) existente. Para su instalación será necesario realizar una perforación vertical del lecho rocoso a una profundidad de 10 metros, de los cuales 4 metros estarán dentro del lecho marino...” Por lo que se solicita:

a. **Aclarar si el proyecto requiere uso de fondo de mar.**

Respuesta:

Tal como se describe en el EsIA, el proyecto contempla la construcción un pozo de succión que se ubicará sobre el lecho rocoso ubicado en el área de servidumbre de la calle de acceso a la estación de bombeo de agua cruda (EBAC) existente. Para su construcción se cuenta con

la autorización de uso de servidumbre otorgada por el Municipio de Taboga (ver punto **14.4.1.** del EsIA).

No se requiere la afectación de fondo marino, debido a que el pozo se construirá en tierra firme, específicamente en el área de lecho rocoso ubicada en la servidumbre de la calle existente. Para su construcción, será necesario la perforación vertical del lecho rocoso a una profundidad de 10 metros. Corregimos el término "lecho marino", debido a que la perforación se realizará en tierra firme y no se requerirá impactar área marina para la construcción del mismo.

Por otro lado, considerando que el inmisario estará compuesto por dos (2) líneas paralelas de tuberías de polietileno de alta densidad, y la toma de agua será una estructura de concreto con filtro para evitar el paso de arena, peces, algas y desechos sólidos, no se requiere la tramitación de una concesión de uso de fondo de mar ante la Autoridad Marítima de Panamá, ya que no son estructuras que están dentro del concepto de instalaciones marítimas y portuarias.

Por consiguiente, en el Anexo 10 del EsIA, se hizo entrega de la nota No. CAT-011-2024, donde se pone en conocimiento a la AMP sobre la ubicación de la toma de agua, y se hace entrega de los estudios batimétricos entre otros documentos, con el propósito de ser incluidos en sus registros.

9. En el punto 4.2.1 Coordenadas UTM del polígono de la actividad, obra o proyecto y sus componentes. Estos datos deben ser presentados según lo exigido por el Ministerio de Ambiente, pagina 33 del EsIA, se presentan las coordenadas de los pozos a rehabilitar (2, 3, 4 y 5) aunado a lo anterior, en el Anexo 5 Página 657 del EsIA, la Alcaldía Municipal de Taboga mediante nota No. 092/AMT-2024, autoriza la construcción específicamente de la Estación de Bombeo de Agua Cruda (EBAC), pozo de succión y pozo #2, dentro de la servidumbre pública. Por lo que se solicita:

a. Indicar la cantidad de pozos a utilizar, con sus respectivas coordenadas del área propuesta e indicar cuáles serían a rehabilitar y cual sería nuevo.

Respuesta:

En isla Taboga se ubican 5 pozos los cuales actualmente son operados por el IDAAN. Este proyecto contempla la rehabilitación de 4 de estos pozos (pozo No. 2, Pozo No. 3, Pozo No. 4 y pozo No. 5). Las coordenadas de ubicación de los 4 pozos son las mismas indicadas en la Tabla 4- 2 del EsIA.

Cabe señalar, que el proyecto no contempla la construcción de nuevos pozos, y los trabajos de rehabilitación de los 4 pozos existentes incluyen solo pintura, mantenimiento de estructuras de la caseta, reemplazo de equipos de bombeo y del sistema eléctrico.

10. En la página 40 en el punto Construcción, detallando las actividades que se darán en esta fase, incluyendo infraestructuras a desarrollar, equipos a utilizar, mano de obra (empleos directos e indirectos generados), insumos, servicios básicos requeridos (agua, energía, vías de acceso, transporte público, otros), se indica: “Antes de iniciar las actividades constructivas, se acondicionará un sitio como campamento temporal, ubicado dentro del polígono donde se construirá la nueva planta desalinizadora y edificio de control (ver Tabla 4-4. Coordenadas de ubicación del polígono)” Sin embargo, en la Tabla 4-4 solo se presenta las coordenadas de la ubicación de la nueva desalinizadora y el edificio de control, no se evidencia las coordenadas del campamento, por lo que se solicita:

- a. Aclarar si el campamento se encuentra dentro del área del polígono de la planta desalinizadora y el edificio de control.

Respuesta:

Aclaremos que el proyecto contará con un sitio de campamento, cuyo acondicionamiento será uno de los primeros trabajos a realizar una vez se cuente con la aprobación del EsIA.

El campamento temporal se ubicará en la totalidad del polígono de la nueva desalinizadora y edificio de control, la cual cuenta con un área de 1,440.56 m². A medida que se requiera el uso del polígono para la construcción de la desalinizadora y edificio de control, siendo estas las últimas actividades constructivas, se irán reduciendo las áreas del campamento temporal y se trasladará a los sitios disponibles, dentro del mismo polígono.

Por consiguiente, las coordenadas de ubicación del campamento temporal son las mismas indicadas en la tabla 4-4, coordenadas UTM de ubicación de la nueva desalinizadora y edificio de control, indicada en la página 26 del EsIA.

ANEXOS

ANEXO 1. Informe de prospección arqueológica subacuática

ANEXO 2. Plano con detalle de los trabajos a realizar en la toma de agua cruda

ANEXO 3. Análisis de ascenso del nivel de mar

ANEXO 4. Levantamiento Batimétrico – Quebrada El Pueblo

ANEXO 5. Análisis de Salinidad (proceso de dilución)

ANEXO 6. Perfilación de estratos de fondo marino en área de la futura toma de agua e inmisario

ANEXO 7. Autorización del Municipio de Taboga para el uso de rampa

Archivos digitales

- Archivos en DWG y Shapefile con resultado del análisis del ascenso del nivel de mar para el proyecto.
- Archivos en DWG y Shapefile de la batimetría de la quebrada el Pueblo.
- Archivos en DWG de Topografía terrestre a 0.50 m y la batimetría del sitio propuesto para la toma de agua cruda
- Archivo en Excel de coordenadas del recorrido y las servidumbres de la quebrada El Pueblo.
- Archivo en Excel de coordenadas del perfilado de fondo de mar.
- Archivo en Excel de coordenadas de ubicación de la rampa.

ANEXO 1. Informe de prospección arqueológica subacuática

INFORME DE PROSPECCIÓN SUBACUÁTICA ARQUEOLÓGICA

PROYECTO

**ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
UN NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA
ISLA TABOGA, Y REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
EXISTENTE**

UBICADO EN

**UBICADO EN ISLA TABOGA, CORREGIMIENTO DE TABOGA (CABECERA),
DISTRITO DE TABOGA, PROVINCIA DE PANAMÁ**

PROMOVIDO POR:

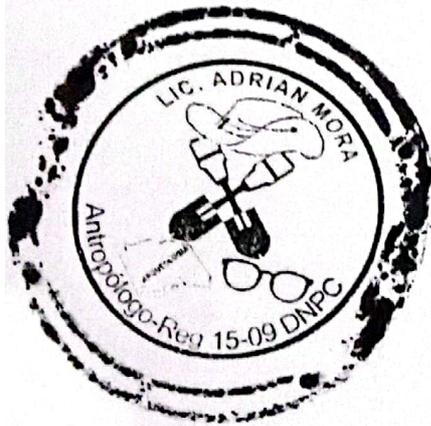
AUTORIDAD DE TURISMO DE PANAMÁ

PREPARADO POR:

Lic. ADRIÁN MORA O.

ANTROPÓLOGO Reg. 15-09 DNPC

Adrián Mora O.
8-333433



Agosto, 2024

Índice General

1. Introducción	3
2. Antecedentes Históricos Arqueológicos Culturales	7
2.1 Exploraciones marítimas al Océano Pacífico, según la documentación Etnohistórica	7
2.2 El registro arqueológico en el estudio de las fuentes etnohistóricas e históricas sobre las islas del Pacífico Panameño	11
2.3 El Galeón San José: El caso de un naufragio en las aguas del Mar Pacífico panameño, y sus repercusiones en la arqueología Sub-Acuática.....	12
2.4 Otros proyectos arqueológicos efectuados en muelles de las costas de la provincia de Panamá (Dragados y Proyectos Arqueológicos).....	18
2.5 Algunas experiencias de arqueología subacuática en el Mar Atlántico:	26
2.6 Controles de monitoreos arqueológicos y dragados en áreas costeras del Mar Pacífico y el Mar Atlántico:	29
2.7 Muelle en la Calzada de Amador	31
3. Planteamiento Metodológico de la prospección en el sitio de la futura toma de agua cruda	31
3.1 Documentación histórica antropológica y arqueológica:	31
3.2 Metodología y Prospección arqueológica Subacuática	32
4. Resultados de Prospección Arqueológica Subacuática	48
5. Consideraciones y Recomendaciones	49
6. Bibliografía Consultada.....	52

1. Introducción

Resumen Ejecutivo

El Estudio de Impacto Ambiental de Categoría II se denomina **“ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN NUEVOSISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA ISLA TABOGA, Y REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE”** y está ubicado en Isla Taboga, corregimiento de Taboga (Cabecera), distrito de Taboga, provincia de Panamá. Es promovido por **AUTORIDAD DE TURISMO DE PANAMÁ**.

El proyecto mencionado consiste en el mejoramiento del suministro de agua potable para la población de Isla Taboga, a través de la construcción de un nuevo sistema de desalinización y el mejoramiento del sistema de tratamiento de agua potable existente. El nuevo sistema de desalinización contará con un punto de captación de agua de mar, inmisario, pozo de succión y estación de bombeo, que enviará el agua a través una línea de tuberías de aducción a una nueva planta desalinizadora con capacidad de generar 250 mil galones por día. La nueva desalinizadora contará con un sistema de pretratamiento, sistema de osmosis inversa, sistema de post-tratamiento, y un edificio de control y almacenamiento de químicos.

Una vez el agua es potabilizada, se enviará por bombeo a través de las líneas de conducción a un nuevo tanque de 100 mil galones ubicados en el sector de La Poza. Posteriormente, se enviará por bombeo a través de líneas de impulsión desde el tanque de 100 mil galones hacia el tanque existente de 15 mil galones, ubicado en el sector de Los Abanicos.

La distribución del agua potable se sectorizará en tres (3) áreas: a) Zona alta a ser abastecida por el nuevo tanque de almacenamiento de 100 mil galones; b) Zona alta a ser abastecida por el tanque de almacenamiento existente de 15 mil galones, y c). Zona media y baja a ser abastecida por una línea de distribución matriz que sale desde la planta y deriva a los distintos sectores. Por último, el proyecto incluye la rehabilitación de la toma y estación de bombeo de agua mar existente; rehabilitación de la vía de acceso a la toma de agua cruda, a la planta desalinizadora (capa base compactada) y hacia los tanques de almacenamiento; rehabilitación de los pozos existentes (5); mejoras al tanque de almacenamiento de 15 mil galones; y la

instalación de escaleras de acceso al nuevo tanque de 100 mil galones y al tanque existente de 15 mil galones.

Por lo tanto, se aplica el **Decreto Ejecutivo No.1 del 1 de marzo de 2023**. Que reglamenta el **Capítulo III del Título II del Texto Único de la Ley 41 de 1998** sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y se dictan otras disposiciones.

La prospección arqueológica corresponde a los requerimientos de la resolución de aprobación del estudio de impacto ambiental y fue realizada dentro del área del proyecto. En esta diligencia se evaluó la potencialidad histórica cultural en aplicación de la **Ley 175 del 3 de noviembre del 2020**; por la cual se crea el **MINISTERIO DE CULTURA**.

Durante la prospección arqueológica del proyecto en estudio **no se evidenciaron hallazgos arqueológicos y/o culturales (en las pruebas de sondeos)** en ninguno de los tramos del área de Impacto Directo. **No obstante**, dada la relevancia cultural en gran parte de la Isla de Taboga (y el Morro), estas son valoradas como parte del **Conjunto Monumental Histórico** mediante la **Ley N°6 del 13 de marzo del 2012**, y comprende el área del Morro y La Restinga, el área que ocupara la casa de Francisco Pizarro, la casa monasterio de Hernando de Luque, las ruinas de la casa de Santa Rosa de Lima, las Pozas del Obispo, la Cochera de Barlovento, el monasterio de San Pedro, la casa del escritor Rogelio Sinán, la casa del pintor Roberto Lewis, el antiguo Hotel White House, el embarcadero, las murallas perimetrales y las demás ruinas que se encuentran dentro y en las cercanías de la isla de Taboga (Artículo 2 de la Ley No. 6 de 2012). Se establece un perímetro de protección comprendido por un radio de 500 metros alrededor de la Iglesia de San Pedro y por la totalidad del área del islote del Morro hasta la línea de alta marea incluyendo la calzada de la Restinga (Artículo.3).

Dado todo lo aquí expuesto y para dar garantía de no afectar los sitios arqueológicos protegidos por la Ley descrita; se recomienda efectuar un **Plan de Manejo Arqueológico: mediante un Plan de Monitoreo Arqueológico, y Prospección Arqueológica Subacuática**; al inicio de la obra, a fin de garantizar la preservación de sitios arqueológicos, y los artefactos que pudiesen identificarse durante el movimiento de avances en el polígono del proyecto.

Cabe agregar, que la **Ley 32 del 26 de marzo de 2003 CONVENCIÓN SOBRE LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL SUBACUÁTICO**; en su artículo 1 da por definición:

a) Por “patrimonio Cultural subacuático” se entiende todos los rastros de existencia humana que tengan un carácter cultural, histórico, o arqueológico, que hayan estado bajo agua, parcial o totalmente de forma periódica o continua por lo menos durante 100 años...”.

Por lo tanto, dentro de mis responsabilidades como profesional de la antropología, y con registro de consultor arqueológico **Reg: 15-09 DNP**; cumplo con la entrega de un informe arqueológico subacuático como referencia para el manejo de investigaciones requeridas para este proyecto.

Esta medida de mitigación se enmarca en los contenidos mínimos y términos de referencia respectivos a normativas legales que rigen la cautela para la preservación y protección del Patrimonio Histórico Nacional ante actividades generadoras de impacto ambiental: **Ley 14 del 5 de mayo de 1982, modificadas por la Ley No. 58 de agosto 2003, y la Ley No. 175 del 3 noviembre de 2020**; como actual en vigencia legal.

Cabe agregar, que en virtud de la **Resolución No. 067-08 DNP del 10 de Julio del 2008: Según los Términos de Referencia para la Evaluación de Prospecciones y Rescates Arqueológicos para los Estudios de Impacto Ambiental; se deberá entregar los informes de evaluación arqueológica tanto al Ministerio de Ambiente como a la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural (DNPC)**, dado esto el consultor arqueológico tiene la responsabilidad de entregar dicho informe a esta última instancia estatal mencionada (DNPC).

Objetivos Generales

- Evaluar la potencialidad arqueológica e histórico - cultural del polígono del proyecto denominado **“ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN NUEVOSISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA ISLA TABOGA, Y REHABILITACIÓN Y**

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE” y está ubicado en Isla Taboga, corregimiento de Taboga (Cabecera), distrito de Taboga, provincia de Panamá.

- Cumplir con lo estipulado: la **Ley No. 175 de 3 de noviembre de 2020** que modifica parcialmente la **Ley No. 14 de mayo de 1982** y la **Ley No. 58 de agosto de 2003**, que regulan el Patrimonio Histórico de la Nación y protegen los recursos arqueológicos.

Objetivos Específicos

- Aportar información histórica al proyecto en estudio como elemento complementario del informe arqueológico inicial, elaborado para la presentación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría II, lo cual incrementará mayor acervo histórico sobre el contexto geográfico –cultural en la cual se dimensiona el espacio de la obra;
- Concienciar sobre la relevancia de los estudios históricos – culturales, en los proyectos de Estudio de Impacto Ambiental; y
- Evaluar los resultados del levantamiento batimétrico y el estudio de perfilado, enfocados en la detección de anomalías culturales en el lecho marino del proyecto.

Fundamento legal

El artículo 85 de la Constitución Política de la República de Panamá establece que constituyen el patrimonio histórico de la Nación los sitios y objetos arqueológicos, los documentos, monumentos históricos u otros bienes muebles o inmuebles que sean testimonio del pasado panameño.

El numeral 8 del artículo 257 de la Constitución Política de la República de Panamá establece que pertenecen al Estado los sitios y objetos arqueológicos, cuya explotación, estudio y rescate serán regulados por la Ley.

La Ley 41 de 1 de julio de 1998 General de Ambiente de la República de Panamá establece en su **Título IV, Capítulo II**, las reglamentaciones que ordenan el proceso de evaluación de impacto ambiental.

El **Decreto Ejecutivo No.1 del 1 de marzo de 2023**. Que reglamenta el **Capítulo III del Título II del Texto Único de la Ley 41 de 1998** sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y se dictan otras disposiciones.

La **Ley No.175** General de Cultura del 3 de noviembre del 2020, mediante el artículo 240; por el cual se modifica el artículo 5 de la **Ley 14 del 5 de mayo de 1982**; el artículo 2 de la **Ley 30 del 6 de febrero de 1996**; los artículos 5, 11, 17, 18,45, 59 y 65 de la **Ley 16 del 27 de abril de 2012**; el artículo 5 de la **Ley 30 del 18 de noviembre de 2014**; el artículo 5, el numeral 1 del artículo 19 y el artículo 20 de la **Ley 17 del 20 de abril de 2017**, y el numeral 12 del artículo 3 de la **Ley 90 de 15 de agosto de 2019**. Deroga los artículos 12, 13, 14, 15, y 16 de la **Ley 16 de 27 de abril de 2012**.

La Ley No. 6 de 2012, por la cual se declaran algunas partes de la Isla de Taboga, y la Isleta El Morro, como sitios históricos y arqueológicos.

La **Ley 32 del 26 de marzo de 2003** Convención sobre la **Protección del Patrimonio Cultural Subacuático**.

2. Antecedentes Históricos Arqueológicos Culturales

2.1 Exploraciones marítimas al Océano Pacífico, según la documentación

Etnohistórica

El estudio de la toponimia y cartografía colonial procura al menos establecer una aproximación a aquellos lugares o sitios de relevancia histórica –cultural, mediante labores de descarte y las herramientas paleográficas adecuadas a fin de complementar todos los detalles requeridos para dicho estudio.

El historiador Hernán Luis Torres, hace una referencia al Mapa Casa de Contratación (Mapa del cosmógrafo Diego Gutierrez-1562): “El Istmo de Panamá aparece lleno de topónimos importantes: Carabaro, Darién, Acla, Panamá, Taboga, Baragua, etc, junto a otros que no conocemos”. La prominencia con que aparece Panamá y Nombre de Dios, refleja su importancia como puntos terminales de conexión interoceánica.

En 1562 el flujo de tesoros estaba a buen uso del Camino Real y esto empezaba a atraer la atención de los adversarios de España”. Hubo otros mapas posteriores (Geografía y Descripción de las Indias); estudiados también por el cosmógrafo Antonio de Herrera y Tordecillas”. Cabe anotar, en este caso; por cuestiones estratégicas económicas y militares, ocurren intencionalmente omisiones de posicionamientos topográficos en la cartografía colonial: como en el caso del mapa aquí descrito (Ver **ANEXO**): “Hacia la parte del Istmo, nótese la falta del Rio Tuira, Sin embargo; uno menos importante aparece: el Congo. El Tuira era la entrada al Darién, y sus legendarias minas del Espíritu Santo, en Santa Cruz de Caná. Las Islas de las Perlas (Océano Pacífico) tampoco aparecen; estas eran un sitio estratégico para atacar los galeones de los tesoros provenientes del Perú”. **Hernán Arauz Apud Sebastián Díaz de Razón Cartográfica**): “Las políticas para el control de la información geoestratégica se volvió más evidente en el Consejo de Indias, quienes bajo ninguna circunstancia iban a incluir en mapas públicos las coordenadas del Nuevo Mundo adquiridas bajo su programa de cosmografía, que eran sin dudas las más precisas de su tiempo” (**Hernán Luis Torres 2016: Pp- 61, 62, 63**).

Entre otros datos en apoyo a estos argumentos; en la obra citada aquí citada; Hernán Torres señala: “En 1681, aparece la edición en castellano titulada “**Piratas de la América** (traducida por Alonso de Buena –Maison). En ella aparece el mapa de delineación del Istmo de Tierra Firme (17 X 28 cm). ...Esta versión española fue impresa en varias ediciones holandesas del *De Americanesche Zeeroovers* desde 1746 a 1775 (*Ref Kapp*). Esta edición de 1681 difiere de otras al mostrar **cuatro barcos en el lado pacífico** (Ver **ANEXO**)

Las Explotaciones españolas en Territorio Cueva de algunas Islas del Pacífico y su relevancia histórica en las fuentes documentales etnohistóricas:

Los antropólogos Kathleen Romoli (1985), Gladys Brizuela de Casimir (2004), Adrián Mora (2009), y el reconocido no menos reconocido James Howe; han expuesto datos e hipótesis sobre los grupos indígenas del periodo de Contacto Español, los grupos de Habla de Cueva; en particular a esto, basado en sus características culturales; la antropóloga Gladys Brizuela, define su territorio en la parte norte de Colombia, ocupando la provincia de Darién hasta el sur de Chame; contemplando igualmente las islas del Pacífico, cercanas a la Bahía de Panama

(Taboga, Otoque, isla Melones, Taboguilla), hasta el archipiélago de las Islas de las Perlas. Gladys de Brizuela señala: “En su territorio había otros recursos sometidos a explotación, como los bancos de perlas del archipiélago, pepitas de oro en montañas.”.

La autora menciona también señala que los colonos españoles se valieron de mecanismos represivos de aniquilación indígena mediante el sometimiento, torturas, acciones depredadoras, rescates, extenuantes explotaciones de perlas, como la isla de Teraqueri, (ubicada en el Océano Pacífico), y sobre estas, las encomiendas (Gaspar de Espinosa, Gonzalo de Badajoz, Balboa, etc).

Cuadro 2. Censo de 1522 de acuerdo a datos de Jopling, 1991

Cacique	Hombres	Mujeres	Muchachos	F/Trabajo	Población
Arocos	172	147	35	319	354
Chagre	112	103	28	215	243
Chame	178	152	68	330	398
China	478	406	137	904	1041
Chachoma	485	470	108	955	1063
Chepo	123	109	13	232	245
Mahé	303	198	76	501	577
Pacorá	115	119	90	234	324
Panamá	41	47	19	28	107
Paruracá	33	33	7	66	73
Pasaga	105	103	46	208	254
Perequete	38	32	8	70	78
Petra	108	83	39	191	230
Tabore	109	112	45	221	266
Taboga	84	132		206	206
Penonomé	208	162	103	370	473
Susy	354	254	126	608	734
Totonaga	258	198	41	466	507
Otoque	17	13		30	30
Tubanamá	463	422	124	885	1009
Yei	28	35	17	66	80
Total	3822	3340	1130	7162	8292

Fig. 1 Censo de 1522 (según datos de Carol Jopling). Fuente: Indios y negros del Panamá en los Siglos XVI y XVII: Selecciones de los documentos del AGI.

En la obra del profesor Luis Blas Aritio, llamada **Vasco Nuñez de Balboa: La Crónica de los cronistas de Indias**, son expuestos claros de motivos de las explotaciones comerciales no sólo en Tierra Firme, sino en islas del Mar Pacífico:

“Además de ese interés casi obsesivo por el oro, la obtención de perlas, como señaló Las Casas (Fray Bartolomé), este estuvo entre los objetivos primario para los españoles: “ Como después del oro, la riqueza de las perlas, que Vasco Nuñez había descubierto, cuando descubrió (Sic) la mar del sur, y lo había escrito al rey, por aquella tierra sonaba, y

Pedrarias, no menos deseos de henchirse dellas que de oro hartare no se olvidaba, envió a un Gaspar de Morales con 60 hombres, que fuese a la mar del Sur, y pasase a las islas que llamaban los indios de Teraqueri, la última aguda, que después de las Perlas se llamaron, en especial una que llamaban la Isla Rica, y trabajase de haber cuántas pudiese, porque en Castilla las buenas son muy preciadas y oro es lo que vale” (Luis B. Aritio 2014: 348).

Sobre la entrada de Gaspar de Morales al archipiélago de las Perlas; señala Aritio: “Gaspar de Morales y sus hombres no sólo fueron acogidos magníficamente por estos caciques, sino que encontró entre ellos cuanta colaboración necesitó para alcanzar la Isla Rica en el archipiélago de las Perlas” (Op cit: 348). Las fuentes documentales no dejan la menor duda sobre la explotación marítima en estas islas del pacífico; como a continuación lo describe Gonzalo Fernández de Oviedo en su conocida *Historia general y natural de las Indias, islas y tierra firme del mar océano*: Oviedo relata acontecimientos que van de 1492 a 1549 haciendo alusión explícita al archipiélago, su ubicación dentro de las provincias de Cueva (incluyendo láminas ilustrativas del modo de vida de este grupo en general) y los primeros contactos:

“El capitán Gaspar de Morales, criado e primo de Pedrarias, que fue a la mar del Sur e a la Isla Rica de las Perlas, pasó(sic) a ella e rovo muchas perlas allí, é mucho oro en las provincias é caciques, por donde anduvo. E por escurecer el descubrimiento, que avia fecho de aquella mar é islas Vasco Nuñez de Balboa, comenzó a tomar posesiones por auto de escribano, assi en las islas como en otras partes, pidiendo testimonios en nombre de Sus Alteças é del gobernador Pedrarias Dávila”.

Por otra parte, queda por demostrar como la Cultura Material de las colonias españolas, deja evidencias arqueológicas de estas actividades en algunas Islas del Océano Pacífico, y que relevancia arqueológica / antropológica pudiese proponer su estudio dentro del Territorio Insular Cultural Cueva; (es decir; las islas del Golfo de Panamá, y al Este septentrional de las Islas de las Perlas) en las exploraciones de la Arqueología Sub-Acuática.

2.2 El registro arqueológico en el estudio de las fuentes etnohistóricas e históricas sobre las islas del Pacífico Panameño

Las exploraciones, trasiegos comerciales, políticos y económicos a través de vías marítimas para el establecimiento de colonias, pueblos, encomiendas, explotaciones auríferas y demás recursos en algunas islas del Mar Pacífico panameño; han sido apenas muy poco visible en materia de investigaciones subacuáticas; pues el tamiz probatorio para su acepción, no reposa exclusivamente en datos sueltos de las fuentes documentales; sino que es requerible el método etnohistórico adecuado, y sustentado mediante las evidencias arqueológicas. Y en base a ello, definir líneas de hipótesis para el estudio de la cultura material adecuado al respectivo periodo histórico.

Señala Mora: “El Arquitecto Gutiérrez afirma que los primeros cronistas repiten los testimonios de los primeros castellanos a la Isla de Taboga entre los que refiere a Pascual de Andagoya, y Pedro Cieza de León, quienes conforman que la isla sirvió de estación inicial (terminal) a Pedro Arias de Ávila antes de establecer la Ciudad de Panamá... Allí se organizó y zarpó la expedición encabezada por los conquistadores Francisco de Pizarro y Diego de Almagro que en 1526 le dio a España el dominio sobre las tierras en el continente americano”.

Prosiguiendo a Mora” De acuerdo a la opinión de Juan B. Sosa la isla sirvió de aposento a personajes importantes de la historia (S. XVI) : Fray Tomas de Berlaga y Bartolomé de Hurtado. Según Pascual de Andagoya, el presbítero Hernando de Luque levantó una edificación de cal que luego bautizó con el nombre de San Pedro de Taboga el 29 de junio de 1524.

Indudablemente con el descubrimiento del Mar del Sur, la Isla de Taboga comenzó a utilizarse como puerto y lugar de tránsito para el trasiego de mercancía, principalmente minerales de oro, y recursos marítimos como las perlas de otras islas del pacífico; esto atrae a la piratería, y se traza en el mapa como la ruta que fue utilizada por corsarios y piratas; Francis Drake, Henry Morgan, William Dampier y otros”.

Esta terminal marítima (la Isla de Taboga) se enmarca dentro del contexto económico de la época: La extracción metalífera (Oro y Plata) del Virreinato del Perú, el sistema de flotas como recurso marítimo, las Ferias de Portobelo, los recursos tecnológicos navieros impulsaron los motores generadores del imperio transoceánico español y vitalizaron la conexión transistmica de los siglos posteriores.

Durante el siglo XIX la mayor parte de las actividades navieras se desarrollaron en El Morro. Algunas compañías importantes mantenían allí su centro de operaciones, entre estas: la empresa inglesa Pacific Mail Steamship Company, y la Australian Steamship Company. El Morro fue escenario de grandes actividades económicas, tuvo talleres para limpiar, y reparar barcos de gran calado, una estación carbonera varios tanques de agua potable para el abastecimiento de navíos y un sistema de tubería para la distribución de agua para la residencia de los trabajadores de la empresa (quienes tenían sus cabañas en El Morro)”.

El historiador Dr. Alfredo Castillero sostiene: “Jamaica se había convertido en un gigantesco almacén de mercancías manufacturadas en Gran Bretaña, al que acudían ávidamente los comerciantes panameños para abastecer los mercados del Pacífico americano, cuyo comercio con España virtualmente había cesado. Las dependencias de las mercancías británicas eran tan notorias y hasta escandalosa, que los barcos mercantes empezaron a viajar en convoy protegidos por buques de la armada inglesa para evitar ser asaltados por naves de guerra insurgentes. El contrabando que se hacía por el pacífico vía Panamá era así recordado por Andrés Baleato, un marino destacado en el Istmo en 1817:

“Entre estos últimos años la desolación, la guerra que nos hizo la Inglaterra truncó repentinamente la correspondencia y comercio de España con sus Américas, protegiendo al mismo tiempo por el Norte el comercio de Panamá a Jamaica como exento de ella...”
(CASTILLERO 2004: P5).

2.3 El Galeón San José: El caso de un naufragio en las aguas del Mar Pacífico panameño, y sus repercusiones en la arqueología Sub-Acuática

El Historiador español Carlos León Amores, escribió sobre un artículo en la Revista Magallánica: Historia moderna, sobre el galeón San José naufragó en el golfo de Panamá en 1631, navegando junto al galeón Nuestra Señora de Loreto, iniciando desde el puerto del Callao, en Lima de Perú, hasta Puerto de Perico, en Panamá; describiré algunas circunstancias de su naufragio y sus expolios desde su hallazgo en 2003. Citando textualmente la **Revista MAGALLÁNICA Historia Moderna: 6 / 11 (Dossier):**

“El naufragio del galeón San José, ocurrido el 17 de junio de 1631, fue una pérdida crucial para los intereses de la Corona española y de los particulares que embarcaron sus pertenencias en él. En palabras del historiador panameño Alfredo Castellero, “la pérdida del San José constituye el más catastrófico de los naufragios que ocurrieron en aguas panameñas durante el período colonial”. Este naufragio obligó a mejorar la descripción de la costa que hasta entonces se tenía. De hecho, aquel mismo año, el piloto mayor de Panamá, Diego Ruiz de Campos, escribió por fin el derrotero más completo que se ha localizado de estas costas pacíficas de Panamá en el siglo XVII y situó por primera vez el bajo en el que colisionó la almiranta (CASTILLERO CALVO, 2006:675)”.

Según la investigación de Amores, el testimonio de Bernardino Hurtado de Mendoza, ofrece detalles de sumo interés sobre dicho naufragio:

Señala Amores: “A la altura de punta Tortuga, pusieron rumbo en línea recta hasta el cabo Corrientes. Tal y como declaró Bernardino, las dos naves navegaban “tan compañeras ambas naos que cada mañana hablaba la Almiranta con la Capitana y cada tarde pedía el nombre sin necesidad de arriar velas”. Prosiguiendo... *Según su relato y el de varios testimonios de pasajeros y marinos embarcados, el 17 de junio, los dos barcos y la pequeña lancha, mandada por el capitán Romero, que navegaba por delante, avistaron a babor la isla de La Galera, a unas dos leguas, y a estribor la punta Garachiné, extremo sur del Golfo de San Miguel. Estas enfilaciones eran la señal inequívoca de que entraban en el Golfo de Panamá por el lugar correcto, dejando la zona de bajos peligrosos a la parte contraria de la isla de La Galera, hacia el oeste. Desde aquella enfilación ya solo quedaban 35 leguas para llegar a su puerto de destino. Antes de sobrepasar la línea que une La Galera con la punta*

Garechiné, cuando comenzaba ya a atardecer, el piloto mayor del Nuestra Señora de Loreto ordenó al capitán de la lancha, que navegase por delante de la capitana para ir tomando la profundidad con la sonda. Al cabo de unas horas, las fuertes corrientes hicieron que la lancha se perdiera. Ante el temor de colisionar con algún bajo y a pesar de tener la seguridad de que la cartografía no marcaba ningún peligro en aquel paso, quiso Hurtado de Mendoza que ambas embarcaciones redujeran la marcha en espera de noticias del capitán Romero. Su intención era buscar una zona con una profundidad adecuada para fondear las naves y esperar hasta el día siguiente para entrar con buena visibilidad en el canal de acceso a la ciudad de Panamá. Los faroles de la capitana se encendieron al anochecer para dar señal a la almiranta, que venía a menos de media legua por popa hacia tierra firme” Entonces, todo quedó en calma y la capitana largó el ancla para fondear en el lugar elegido. El capitán Antonio de León y Carvajal, relata en su testimonio que, desde el Nuestra Señora de Loreto, estaban viendo lo que hacía la almiranta que “parecía venirse llegando”. De repente, se oyó un disparo de cañón que provenía del San José. Aquel sonido sobrecogió a toda la tripulación del Nuestra Señora de Loreto pues no era habitual responder a la capitana con disparo en lugar de hacer señal con el achote. Mandó entonces el Hurtado de Mendoza echar el batel al agua sin perder un instante. Entonces, se escuchó un segundo disparo procedente de la almiranta. La tarea de echar el bote al agua no fue fácil ya que éstos eran tremendamente pesados y rompían con facilidad los aparejos de fuerza que se usaban para moverlos. Después de varios intentos, el batel tocó el mar por estribor.

“Según el testimonio de Francisco Benítez, el agua comenzó a entrar, el casco se abrió y el agua llegó en poco tiempo hasta las escotillas inundando las bodegas. El galeón estaba anegado. Antonio Ruiz describe que “la gente, por estar el agua sobre los castillos de popa y proa, se fue acomodando en el costado del dicho galeón y bauprés de él”. 8 Volvieron a disparar piezas de artillería y también descargas de mosquete para pedir socorro a la capitana. Entonces, decidieron cortar los mástiles y se dispusieron a echar un batel al agua. Esta tarea, como había ocurrido en la capitana, fue muy compleja, los cables alquitranados se resbalaban con las manos mojadas por los aguaceros que habían sufrido los últimos días de navegación. Al final lo consiguieron y el almirante ordenó al sargento que se embarcase en él y lo amarrase por popa. Mientras tanto, siguieron pidiendo ayuda”.

Para Diego Ruiz de Campos, piloto mayor de Panamá, quien describe y sitúa el bajo por primera vez después del naufragio, éste tenía cinco brazas en marea baja (9,1 metros) y siete en marea alta (12,7 metros). En la Carta de la bahía de Panamá levantada por los marinos ingleses Henry Kellet y James Wood, en 1846 y publicada en Madrid en 1868, el bajo tiene entre 27 y 9 metros, con una roca en la parte Sur-Este que marca 6,3 metros de profundidad, señalado como peligroso. En las cartas náuticas actuales, como la denominada Gulf of Panama, de 1928, con últimas correcciones en 2007, el bajo San José es un banco alargado, con orientación Noroeste-Sureste, con una profundidad que pasa de los 28 a los 12 metros en cuya parte Sur-Este presenta una roca denominada Trollope en la que apenas hay 2,7 metros de profundidad. Con esta batimetría es perfectamente posible que un galeón del siglo XVII de 400 toneladas en carga colisionase con la roca y rompiera el forro a su paso. Esta roca es relativamente pequeña y en la parte que da hacia el Este cae abruptamente hacia los 18 metros de profundidad, y de ahí, baja a los 34 metros que tiene el fondo en esta zona.

La capitana ya había comenzado a navegar en dirección a Perico. Francisco de Avendaño, embarcado en el Nuestra Señora de Loreto, dice que el día 19 vieron algo insólito: “las cubiertas de la nao perdida venían como siguiéndonos”.¹⁸ Lo mismo atestigua el capitán Antonio de León, quien dice que las cubiertas de la almiranta se movían “como siguiendo a nuestra Capitana”. Cuando se encontraban al norte de la Isla del Rey, desde la capitana enviaron la lancha para inspeccionar los restos flotantes del San José. Mientras tanto, el general había llegado al bajo en el que colisionó la almiranta, balizó con boyas el plan que estaba bajo el agua y sacó algunas barras de plata, concretamente 19, que recogieron un marinero y un grumete. Entonces planeó ir en el batel en busca de la capitana para traer cabos y después navegar hacia las cubiertas del San José para llevarlas a una zona limpia donde poder encallarlas y amarrarlas.

A continuación, una lectura que el mencionado autor proporciona sobre la notificación del naufragio al rey, así como el respectivo reporte de objetos y valores del Galeón hundido:

Carta al rey de España

“Dos días después de recibir la carta del presidente de la Audiencia de Panamá, el Virrey de Perú, conde de Chinchón, escribió al Rey de España, Felipe IV para darle cuenta de lo sucedido a la almiranta destacando en esta misiva la singularidad del naufragio y

subrayando que jamás había habido durante su mandato en Perú un accidente de tal envergadura. Apesadumbrado por lo acontecido, el Virrey trata de explicarle al Rey de España que había recopilado todos los testimonios del naufragio para efectuar el correspondiente juicio ante la Audiencia. En la misma carta, el Virrey habla de la pérdida material y de la compensación entre la carga registrada y la que iba sin registrar.

El cargamento declarado del San José estaba formado por 1.417 barras de plata, 416 cajones con pesos de a ocho, 73.436 reales de a ocho en talegas, 27 piñas de plata y 1.500 marcos de plata, además de las 28 piezas de artillería. En opinión de Juan Antonio Suardo, que describe la partida desde Lima, comenta que la almiranta llevaba uno de los cargamentos más ricos enviados a España y mucho oro y plata sin registra.

Sobre el galeón, el propio Virrey dice lo siguiente:

“el buque, aunque estaba fuerte y bien reparado, había veinte años que servía y no le ayudó nada a resistir los embonos que se le hicieron, porque en efecto vienen a ser dos géneros de fábricas. Si ahora se tasara fuera en mucho menos de los que a V.M. le costará cualquier otro que se haga, pero durará más tiempo. Y de veintiocho piezas de artillería que llevaba, quedaban ya aboyadas o fuera del agua las veinticuatro, y muchas de sus balas y mosquetes, jarcia y pernería, que excusará buena parte de gasto si se hubiera de comprar, y juzgo que después se toparán otras cosas.” (Carta del Virrey del Perú... Op. Cit).

Basado en la misma fuente; Amores proporciona más detalles sobre las actividades marítimas españolas en el Mar Pacífico:

Desconocemos si, como dice el general, el piloto mayor de Panamá conocía la existencia de este peligroso bajo y no dio avisó para incluirlo en las cartas y derroteros. Lo que sí está claro es que este accidente obligó a Diego Ruiz de Campos a escribir un magnífico derrotero de las costas pacíficas de Panamá, publicado el mismo año del naufragio y conservado actualmente en la Biblioteca Nacional de Madrid, que estamos transcribiendo y estudiando actualmente para comprender mejor el paisaje marítimo panameño en el siglo XVII. Si las indicaciones que aporta Diego Campos en su derrotero hubieran sido transmitidas antes a los galeones de la Armada del Mar del Sur, el San José habría llegado al Puerto de Perico sin ningún percance. La detallada descripción de la costa hecha por Campos y los mapas y

croquis que acompañan su derrotero dejan claro el lugar por el que hay que pasar para llegar a Panamá y hace especial hincapié en que hay que navegar pegados a tierra firme y no a la isla Galera, exagerando incluso la cantidad de bajos que hay junto a esta isla..... En definitiva, el naufragio del San José es el mejor testimonio arqueológico de los galeones de la Armada del Mar del Sur. Un accidente perfectamente evitable si el bajo con el que colisionó hubiera estado cartografiado y avisado antes de que el Nuestra Señora de Loreto y el San José surcasen aquellas aguas.

En la **Revista Magallanes** se describen algunas situaciones de actualidad en torno a este naufragio: El galeón San José. Pasado, presente y futuro: “Trescientos setenta años después de aquel fatídico naufragio un equipo español financiado por la Fundación Icasur y de acuerdo con el Instituto Nacional de Cultura de Panamá e informando en todo momento al Ministerio de Cultura español, buscó información de archivo sobre el San José y otros barcos históricos hundidos en las aguas de Panamá. Se localizaron en el Archivo General de Indias de Sevilla más de 84 naufragios españoles, ingleses y escoceses. El objetivo era inventariar este patrimonio y aportar al gobierno panameño la información necesaria para poder delimitar zonas de respeto al patrimonio cultural subacuático ante las amenazas de grupos de buscadores de tesoros que buceaban libremente por estos naufragios. La información recopilada permitió delimitar varias zonas con máxima concentración de barcos hundidos y fue la base para que, desde el INAC, se apostara por la ratificación de la Convención de la UNESCO sobre Patrimonio Cultural Subacuático. Los resultados de este proyecto se dieron a conocer en 2002 a través de la prensa española, que exageró y desvirtuó en parte el trabajo realizado, ya que, en ningún caso se realizaron intervenciones bajo el agua si no, únicamente, trabajo de archivo”.

Por obvias razones de orden legal, dado que hasta el momento el caso sobre el rescate subacuático del Galeón San José está en evaluación jurídica legal en la Suprema Corte de Justicia, me abstendré de proporcionar contenido de mayor actualidad, al menos hasta las instancias legales resuelvan esta situación.

A continuación, procedo a enumerar y ordenar por sectorización de ambos océanos (O. Pacífico y O. Atlántico) los antecedentes arqueológicos a nivel Nacional para una mejor documentación y registro del Patrimonio Subacuático en Panamá.

OCEANO	FUENTES DOCUMENTALES /PUBLICACIONES	HALLAZGOS SUBACUATICOS
Pacífico	<p>“El naufragio del Galeón San José (Panamá, 1631) Pasado, presente y Futuro”. Revista Magallánica (julio a diciembre de 2019) Instituto Nauta; Real Academia de la Mar, España</p>	Galeón San José
Atlántico	<p>Resultados de Reconocimientos Arqueológicos Subacuáticos, El Río Chagres y el Arrecife Lajas, República de Panamá. Informe Técnico al Instituto Nacional de Cultura. 2009</p>	<p>Portobelo, Castillo San Lorenzo, Chagres Reportes de hallazgos de material de desecho, anclas, balastos, restos de barcos, bolas de cañón, artefactos de la vida doméstica colonial, bolas de cañón del periodo colonial, etc.</p>
Pacífico	Cinta Costera 3	Hallazgos de embarcaciones del siglo XX (descubiertos por magnetometría)

2.4 Otros proyectos arqueológicos efectuados en muelles de las costas de la provincia de Panamá (Dragados y Proyectos Arqueológicos)

El informe arqueológico expuesto por el Dr. Mendizábal, proporciona aportes sobre las condiciones de hallazgo arqueológicos dentro del área urbana –costera de la ciudad de

Panamá: INFORME DE ANTECEDENTES HISTÓRICOS PROYECTO DE REVITALIZACIÓN URBANA EL TERRAPLÉN CASCO ANTIGUO DE LA CIUDAD DE PANAMÁ:

“Este documento presenta los resultados de la investigación de antecedentes históricos de la zona conocida como “El Terraplén”, formalmente denominada “Relleno de El Javillo” ubicada en el corregimiento de Santa Ana, en las manzanas 81, 82 y 83 del Conjunto Monumental Histórico del Casco Antiguo de la Ciudad de Panamá. El estudio fue solicitado por la empresa El Patio Arquitectos, como parte del proyecto de “Revitalización Urbana del Terraplén” que intervendrá aproximadamente la mitad sur del Terraplén, que comprende el perímetro formado por las calles Pablo Arosemena, Coclé, José A. Sosa (Callejón de la Muerte) y calle 13 este (Salsipuedes). El promotor del proyecto es el Municipio de Panamá, y la revitalización incluirá la remoción de los antiguos pavimentos, aceras y mobiliario urbano, y su remplazo por nuevos elementos, incluyendo nuevas redes de agua y soterramiento del cableado aérea”. Prosiguiendo a Mendizabal: “De acuerdo con la información documental y cartográfica existente, el Terraplén es una estructura de la segunda década del siglo XX, que fue construida mediante la Ley 37 de 1915, por iniciativa del gobierno de Belisario Porras como se explicará más adelante (ver Tejeira Davis 2001:102-3; 2013:65- 72). El relleno se construyó sobre lo que originalmente era la zona conocida como Playa Prieta y su fondo marino directamente adyacente, área que funcionó como el “puerto” de la ciudad desde su mudanza en 1673, pero solamente para embarcaciones de pequeño calado como los botes de los pescadores locales¹. Desde ese entonces esta era una zona de playa a la que se acercaban las edificaciones del arrabal de Santa Ana y en la que surtía la flota pesquera de la ciudad”.

“En 1855 se construye el ferrocarril transístmico y Playa Prieta pasó a contar con su primer muelle, construido por la compañía ferroviaria para conectar la terminal del Pacífico con los barcos de carga y pasajeros, aunque la playa siguió utilizándose para anclar las naves pesqueras (ver fotografías abajo). Alrededor de este muelle (conocido en el siglo XX como Muelle Americano) tuvieron lugar los sucesos del incidente de la tajada de sandía el 15 de abril de 1856, además de que fue el único muelle con que contó el arrabal hasta finales del

siglo XIX (McGuinness 2003, 2004, 2008). Hacia esta época, mediados del siglo XIX, detrás de playa Prieta estaban las chozas y bohíos del sector del arrabal conocido como La Ciénaga, que según Tejeira era un “caserío espontáneo sin calles bien trazadas” (2001:102), aunque usando la proyección del plano de Thomas Harrison de 1857, parece alcanzar a verse que la actual calle Carlos A. Mendoza equivale a una de las “calles” de La Ciénaga. Por otro lado, la actual avenida B parece también corresponder a la calle Juan Ponce según el mismo plano, en el que también se observa uno de los pocos negocios de la época nombrados dentro de los límites del proyecto que nos ocupa, el “Pacific Eating Saloon”, que era un restaurante localizado cerca de la estación del ferrocarril para servir a los viajeros que cruzaban el Istmo, y que se vio involucrado en los disturbios y saqueos del 15 de abril de 1856, el día del incidente de la tajada de sandía. Otra particularidad del plano de Harrison es que muestra una “sea wall” o pared marina, precursora de la del relleno del Javillo (ver plano abajo)



Fig. 2 Vista de Playa Prieta en 1850, desde la ciudad de Panamá (fuente Dirección Nacional del Patrimonio Histórico). Tomada del informe de Tomas Mendizábal llamado **INFORME DE ANTECEDENTES HISTÓRICOS PROYECTO DE REVITALIZACIÓN URBANA EL TERRAPLÉN CASCO ANTIGUO DE LA CIUDAD DE PANAMÁ** (2018).

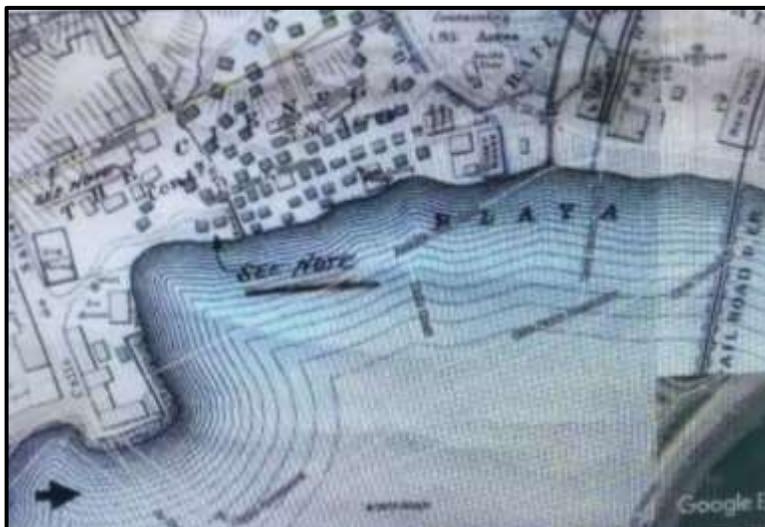


Fig. 3 Plano de Panamá en 1856 por T. Harrison sobre una proyección de Google Earth (Colección Biblioteca Presidente Roberto F. Chiari, ACP). Se ve el área de La Ciénaga sin el relleno del Javillo. Nótese que solamente existía el muelle del Ferrocarril (Americano), que existió hasta 2009 cuando se comenzó a rellenar para construir la Cinta Costera Fase II. Tomada del informe de Tomas Mendizábal.

Concluyendo así, Mendizábal hace sus **Consideraciones y Recomendaciones** del informe descrito: “El relleno del Javillo es una estructura construida entre 1916 y 1918 que aportó nuevas calles al trazado urbano y espacios para el crecimiento de la ciudad, en aras de modernizarla como se quería en esa época. Aunque sus calles fueron originalmente macadamizadas, en 1922 se procedió a pavimentarlas de concreto, lo mismo que sus aceras y cordones, mientras que en años posteriores del siglo XX se repavimentaron con otros materiales como asfalto. El proyecto de Revitalización Urbana tiene como objetivo precisamente revitalizar una zona que durante la segunda mitad del siglo XX sufrió un marcado proceso de decadencia y degradación social, arquitectónica y urbanísticamente hablando. Al tratarse de un relleno relativamente reciente, y que la intervención propuesta será principalmente sobre sus calles y aceras, no se estima que se den hallazgos arqueológicos de relevancia durante los trabajos. No obstante, el extremo occidental del relleno, por donde discurría la línea original de la playa sí podría ofrecer algo de potencial arqueológico, en el recorrido de la actual calle 13 (Salsipuedes) y de la calle José A. Sosa o Callejón de la Muerte, sobre todo si se realizan intervenciones profundas que requieran la excavación de nuevas zanjas para el soterramiento de tuberías o cableado. En esta zona debe poder encontrarse,

aunque a profundidad, posibles restos del muro de albañilería construido a fines del siglo XIX sobre el que se apoyaban múltiples edificios y que fue el antecesor directo del muro del “Terraplén” (MENDIZABAL 2018: PP-9-10).

En el año 2007, mediante un informe de prospección arqueológica en algunos tramos costeros Panamá profesor arqueológica realizada por Carlos Fitzgerald: **“Proyecto Cinta Costera y Nueva Viabilidad:**

“Al comparar la cartografía histórica con la presente queda claro que donde hoy se ve el Mercado del Marisco originalmente se encontraban las instalaciones portuarias del ferrocarril transístmico. Sin embargo, queda igualmente claro que los rellenos y modificaciones al litoral asociadas a la construcción del terraplén al norte del mercado público, en la década de 1920 como del propio mercado del marisco, setenta años más tarde, cubrieron gran parte (sino todos) los vestigios arqueológicos industriales de las instalaciones del ferrocarril. Por consiguiente, en este sitio consideramos que, aunque hay un potencial arqueológico, se trataría de vestigios poco accesibles cuya investigación integral sería onerosa vis-à-vis la calidad de información que sería esperable recolecta” ...; prosiguiendo a Fitzgerald:” “Es importante recordar que la Cinta Costera es un proyecto de relleno que ensancha zonas previamente afectadas por rellenos en el litoral de la Bahía de Panamá. Por consiguiente, se puede afirmar sin lugar a dudas que el proyecto no afectará yacimientos ni rasgos arqueológicos precolombinos o coloniales. Por las características históricas del puerto de Panamá, tampoco es previsible que los nuevos rellenos afecten vestigios subacuáticos ya que los mismos se concentrarían, de existir, cerca de la desembocadura del río Abajo, en el Conjunto Monumental Histórico de Panamá Viejo o en el área del antiguo mercado público y el terraplén, dentro de los límites del Conjunto Monumental Histórico del Casco Antiguo de la Ciudad de Panamá. Adicionalmente es probable que en el archipiélago conformado por las **islas de Naos, Perico y Flamenco (hoy unidas a tierra firme por la Calzada de Amador) también se encuentren pecios y otros vestigios subacuáticos del período colonial, mientras que en los alrededores de Taboga se encontrarían vestigios del siglo XIX.**

A todo esto, Fitzgerald declara lo siguiente: Sin embargo, hay que recordar que también deben considerarse parte del patrimonio histórico de la Nación los vestigios de arqueología industrial del siglo XIX e, inclusive, elementos constructivos (no arqueológicos) del siglo XX que sean testimonio del pasado de la Nación, tal y como lo señala el Artículo 85 de la Constitución vigente. Cabe destacar que el Patrimonio Histórico de la Nación está regido por la Ley 14 de 1982 (modificada parcialmente por la Ley 58 de 2003). Por otra parte; es preciso recordar que la propia Ley 14 estipula que los Monumentos Históricos Nacionales deben ser declarados mediante ley. Por consiguiente, reconocemos que no existe ningún elemento así declarado dentro del área de impacto directo del proyecto” (**FITZGERALD 2007**: Pp-1-2). Cabe agregar; que Fitzgerald durante el proyecto Cinta Costera 3 (**FITZGERALD 2011**); había recomendado efectuar una prospección subacuática geofísica en los tramos costeros.

En relación al estudio de Peña Prieta realizado por Fitzgerald (2007), proporciona también valiosa información: “El monumento conmemorativo al descubrimiento del Mar del Sur por Vasco Núñez de Balboa será necesario evaluarlo y restaurarlo íntegramente, ya que, a pesar de no tratarse de un monumento histórico nacional declarado mediante ley, es un hito urbano importante y parte de un imaginario sociocultural bien establecido. Por consiguiente, debe hacerse el mayor esfuerzo por reproducir en el nuevo emplazamiento los valores intangibles de este monumento y permitir que se reconozcan los cambios efectuados al distinguir claramente las estructuras originales del monumento de las nuevas estructuras, en un diseño armónico y respetuoso de los valores patrimoniales del mismo. Sería recomendable realizar un monitoreo arqueológico cuando se desmonte el monumento original ya que existe la posibilidad de que se haya colocado una “capsula del tiempo” en sus cimientos, la cual podría arrojar información valiosa de la época y constituirse en un elemento novedoso para la interpretación del mismo.

Cuando se realizó el cambio de emplazamiento de la estatua a Morelos en el CMH de Panamá Viejo se encontró una de estas “capsulas del tiempo”. Adicionalmente, y por tratarse de una de las pocas áreas que originalmente eran de tierra firme (y no bajos anegadizos) en esa parte del litoral de la Bahía de Panamá entre Paitilla y el Casco Antiguo, debe realizarse una caracterización arqueológica de este parque y del Parque Anayansi, espacio público

adyacente, a fin de registrar cualesquiera vestigios históricos que pudieran haber sobrevivido a las actividades modernas y las obras públicas, ya que allí era un punto clave de desembarco de personas, ganado y mercancías desde el siglo XVII. Según Castellero Calvo en La ciudad imaginada (1999: 24, ver también ilustración s/n en la página 25) “hacia fines del siglo XVI y principios del XVII [la isla de] Perico había reemplazado a La Tasca [asi se nombraba la caleta en la desembocadura del actual Río Abajo en Panamá la Vieja], convirtiéndose en el puerto de Panamá. Desde Perico era más práctico transportar la carga y los pasajeros hasta Peña Prieta, una playa cercana al actual Hotel Miramar, en lugar de tener que viajar hasta Panamá Viejo. En Peña Prieta se levantó entonces un edificio con el nombre de El Taller, que serviría como aduana, donde la mercancía era registrada y luego conducida por por tierra en carretas y mulas hasta la ciudad, bordeando Punta Paitilla”. Aquí cabe anotar que es muy probable que cuando se construyó la Avenida Balboa como gran boulevard costanero en la década de 1950 se afectaron los vestigios arqueológicos coloniales pero no se descarta que persistan rasgos o elementos en las áreas adyacentes señaladas, especialmente entre el Monumento a Balboa y el Club de Yates y Pesca, ya que en situaciones similares de supuesta perturbación moderna se han realizado hallazgos significativos en la zona arqueológica de Panamá Viejo”(**FITZGERALD 2007**).

Prosiguiendo a Fitzgerald: “La restitución de las estructuras originales del Monumento a Balboa en un nuevo emplazamiento, claro está, representa una oportunidad no solo para restaurar las obras de arte y elementos estructurales y decorativos que lo componen y que se encuentran en franco deterioro, sino también para mejorar la interpretación patrimonial del sitio y complementar el antiguo conjunto escultórico con elementos que permitan una mejor apreciación histórica y cultural del mismo, especialmente dada la proximidad del quinto centenario del “descubrimiento” del Océano Pacífico en 1513” (**FITZGERALD 2007**:Pp-3-4).

Durante la construcción de la Cinta Costera 3, se tuvo la oportunidad de realizar una exploración subacuática; previo a esta se efectuó pruebas por magnetómetro, a fin de ubicar las condiciones “anómalas” (perturbaciones) en el lecho marino. La exploración se efectuó en una superficie de 63,700.M2: Entre las partes costeras de la Presidencia de la República

de Panamá y el Mercado del Marisco. **Las detecciones fueron positivas, pero ninguna correspondió a embarcaciones coloniales, sino restos barcos del siglo XX.**



Fig.4 Como una aproximación al área prospectada por magnetometría; entre el Mercado del Marisco y la Presidencia de la República de Panamá.

Cabe agregar que la aplicación de la Magnetometría como un método geofísico de prospección más antiguo, ha sido aplicable en prospecciones petrolíferas, exploraciones mineras, y de artefactos arqueológicos.

Por otra parte, una técnica para la detección de irregularidades bajo el fondo marino es la **Batimetría**: la batimetría es el estudio de las profundidades marinas, de la tercera dimensión de los fondos lacustres marinos, un mapa batimétrico (o carta batimétrica) normalmente muestra el relieve del fondo o terreno como isogramas y puede también dar información adicional de navegación en superficie.

La mayor limitación de esta técnica es que mide la profundidad en un solo punto cada vez, por lo que es muy ineficiente. También es muy imprecisa, ya que está sujeta a los movimientos del barco, las mareas, y las corrientes que puedan afectar al cable.

Los datos usados hoy en día para la confección de mapas batimétricos provienen normalmente de un sonar montado bajo la quilla o en el lateral de un buque, lanzando una onda de sonido hacia el fondo marino.

El presente año (2020), para el proyecto **CABLE SUBMARINO CURIE** se hizo un reporte de exploración marino para el trazado subacuático de cable de fibra óptica desde las aguas territoriales de Costa Rica, cruzando el Pacífico y la Bahía de Panamá, hasta el empalme de un tramo costero de la Calzada de Amador. El reporte describe mediante la batimetría, la detección de cuatro (4) “anomalías” o “hallazgos” bajo el lecho marino, según los expertos técnicos de la batimetría, están localizados fuera del área de alineamiento de cable de fibra óptica del proyecto en estudio (Ver **ANEXO: Curie Submarine Cable Panama Branch: 2020** Parte III: Informe de ingeniería. Segmento 3, Edición 2 / 2020-05-06).

2.5 Algunas experiencias de arqueología subacuática en el Mar Atlántico:

Sobre el manejo de las fuentes documentales, el arqueólogo Subacuático Dominic Rissolo señala: El arribo español de los colonizadores y navegantes (Bastidas 1501, Colón 1502) al Istmo de Panamá, marcó capital importancia al uso estratégico de esta zona marítima para el trasiego de mercancía, metales y especies. El uso del navegable Río Chagres como vía acuática alterna con el Camino de Cruces propiciaron los avances necesarios en materia económica para el mantenimiento y sostenimientos de las colonias en el Istmo de Panamá. La extracción metálica (Oro y Plata) del Virreinato del Perú, el sistema de flotas como recurso marítimo, las Ferias de Portobelo, los recursos tecnológicos navieros impulsaron los motores generadores del imperio transoceánico español y vitalizaron la conexión transísmica de los siglos XVI y XVII.

Señala el Dr. Dominic Rissolo lo siguiente: El Río (Chagres) era un recurso tanto estratégico como desventajoso. En 1534 Felipe II, Rey de España, ordenó la fortificación de la Boca del Chagres, misma que no fue realizada y el bucanero Ingles Francis Drake zarpó río arriba para atacar el pueblo de Cruces en 1571. La fortificación de la entrada comenzó entre 1597 y 1599 con la construcción de una batería a nivel del mar, realizado bajo los planos preparados por el ingeniero militar Bautista Antonelli. Un fallo de las defensas fue el no fortificar una loma

que encara la boca del río. El fuerte, llamado Castillo de San Lorenzo, fue armado por primera vez en 1626”. Prosiguiendo a Rissolo “El Castillo de San Lorenzo de Chagres pasó luego por distintas etapas: La primera fue de 1597-1599 como batería acuática, arruinada y posteriormente abandonada después de un ataque pirata en 1656. Fue remplaza por un montículo con forma de estrella y un fuerte palizada de madera sobre el risco llamado Morro. Dicho fuerte fue reconstruido como una fortaleza de tres pisos de piedra entre 1677-1680, cuando San Juan Lorenzo se levantó como un pueblo asociado en Chagres, en la década de 1680.

Citando al Dr. Alfredo Castillero (Castillero 2004) sostiene que el estudio de la cultura material de las colonias en Panamá ha tenido entre sus importantes referentes las fuentes documentales: “El segundo gran grupo documental procede de los manifiestos de embarque. Para Panamá son más detallados y abundantes procedentes de las flotas de galeones que viajaban de Sevilla a Nombre de Dios (hasta 1596) y a Portobelo (desde 1597) para la celebración de las ferias, conservados en el fondo de Contratación del Archivo General de Indias de Sevilla. Son muy completos durante la segunda mitad del siglo XVI hasta la primera década del siglo XVII, luego cada vez son más deficientes a medida que las ferias van decayendo, de hecho con grandes lagunas para el siglo XVII. La dificultad de esta información es que si bien informa sobre la mercancía que se envía a América, no distingue lo que permanece en el Istmo”.

Por otra parte, los doctores Dominique Rissolo y James Delgado proporcionan algunas observaciones históricas de la Zona Atlántica de los siglos posteriores. En la misma refiere que un bucanero inglés llamado Lionel Wafer, quien vivió entre los nativos de Darién (grupos antecesores de los hoy denominados Kunas o Tule) de 1680 a 1688, describió lo siguiente “en el río de Chagres, que corre hacia el Mar del Norte... en el lado Sur del mismo, no muy lejos de Panamá, está Venta de Cruces, un pequeño pueblo de hosterías y almacenes donde las mercancías son enviadas río abajo en el Chagre y son cargadas desde Panamá por mulas, ahí son embarcadas en canoas y carretas” (Rissolo *apud* en Wafer). Agrega Rissolo que el fuerte fue destruido una vez más por un punitivo asalto británico en 1740 a manos del almirante Edward Vernon. El tercer y último fuerte, construido a una década del ataque de

Vernon, es la fuente de las ruinas actuales del sitio” (Rissolo 2009). Como Resultado de los ataques de Vernon se destruyeron, y quemaron el Castillo de San Lorenzo, las Casas de Aduana, y los barcos de la Guardia Costa en el Chagres. Prosiguiendo a Rissolo y Delgado : El comercio ilícito disminuyó a principios del siglo XIX y terminó con la independencia del istmo en 1820.

En la obra de los autores mencionado, se proporcionan muestras de algunos avances en esta materia: “Entre el 23 y el 31 de enero de 2008, un equipo de arqueólogos y científicos del Waitt Institute for Discovery y del Institute of Nautical Archaeology, se unieron al equipo de investigadores del navío Plan B para llevar a cabo un estudio contemplativo sin disturbios, en búsqueda de recursos culturales sumergidos en la boca del Río Chagres en la Provincia de Colón de la República de Panamá. El trabajo descrito en este reporte fue llevado a cabo bajo los términos de un permiso tramitado el 21 de enero de 2008 por el Instituto Nacional de Cultura. El proyecto fue apoyado por el Waitt Institute for Discovery de La Jolla, California. Prosiguiendo a Rissolo y Delgado:

“El estudio identificó varios recursos culturales sumergidos, incluyendo un naufragio, probablemente relacionado con el ataque de Henry Morgan en 1671 en Panamá, así como otros posibles naufragios asociados con actividades del siglo XVIII y XIX en la zona. Restos culturales del ataque y la destrucción del Castillo de San Lorenzo por el Admirante británico Edward Vernon en 1740, también fueron encontrados sumergidos y asociados a los asentamientos del Chagres (aproximadamente 1680-1915), particularmente del periodo de la Fiebre del Oro en California (1849-1855). De igual manera, se notificaron restos del área ocupada por el ejército estadounidense (1911- 1999). Ningún material fue retirado, todos fueron documentados in situ. Los recursos culturales sumergidos a las afueras de la boca del Río Chagres, así como un grupo de sitios y restos, forman un significativo panorama cultural marítimo con el sitio del Chagres y el del Castillo de San Lorenzo. Este panorama también incluye recursos naturales del área como son el Morro o Peñón, dónde se encuentran los restos del Castillo, los bancos de arena, las playas a la entrada del río, el Arrecife Lajas y el canal del río. Todos ellos en conjunto influenciaron y han sido impactados por las actividades humanas que han ocurrido aquí durante los últimos 500 años” (Rissolo y Delgado 2009:P1)

Por lo tanto, los autores mencionados hacen algunas recomendaciones: “El reconocimiento no fue un estudio extensivo ni exhaustivo, tanto por limitantes de tiempo como por las condiciones climáticas y marítimas que arremetieron contra los intentos de hacerlo. Este reporte sugiere estudios adicionales; excavación arqueológica; análisis, conservación y administración de recursos culturales que incluyan los recursos culturales sumergidos; interpretación; y recomienda un modelo de sociedades colaborativas para alcanzar estas metas” (Dominic Rissolo: y James Delgado: **Resultados de Reconocimientos Arqueológicos Subacuáticos, El Río Chagres y el Arrecife Lajas, República de Panamá.** Informe Técnico al Instituto Nacional de Cultura. 2009).

2.6 Controles de monitoreos arqueológicos y dragados en áreas costeras del Mar Pacífico y el Mar Atlántico:

Pese a algunos pocos avances en este tipo de exploraciones arqueológicas, se han efectuado diligencias de prospecciones arqueológicas y monitoreos arqueológicos en tramos culturales anegados mediante el control de los dragados que han logrado ser evaluados por antropólogos y arqueólogos a fin de recabar cualquier artefacto museable o no, de significación histórica (cualquiera sea su periodo).

Durante el proyecto Bahía las Minas de Colón

La zona caribeña presenta posibilidades de ubicación de restos de naufragios coloniales dada su convergencia con los naufragios localizados en área de Chagres (San Lorenzo) y en la Bahía de Portobelo, siendo que fueron aéreas de constante trasiego marítimo comercial durante las colonias en el Istmo desde los siglos XVI, y XVII. No obstante, durante los siglos XIX, XX fueron dragados de hasta varios millones de material orgánico marino tras las construcción del Canal de Panamá, y posterior a la planta de refinería de Bahía Las Minas en los años 80 del siglo pasado.

Fue en el año 2013, cuando el antropólogo consultor arqueológico Adrián Mora; efectuó una prospección arqueológica para el proyecto ambiental Categoría II denominado **“Construcción de las Nuevas Facilidades para el manejo, almacenamiento y Mezcla de Etanol con la Gasolina en la Terminal de Combustible de Bahía Las Minas”**. Los

resultados del informe expusieron lo siguiente: “Durante la prospección **no se localizaron evidencias culturales, ni demás vestigios arqueológicos**; dado que fue demostrado es un polígono (0.97 ha) ubicado dentro de una zona de relleno (deposición del dragado), además, desde la superficie es observable que posee componentes industriales de maquinaria desde 1960”. Por otra parte, un poco antes; el arqueólogo Álvaro Brizuela realizó una prospección arqueológica en Bahía Las Minas para el proyecto denominado Proyecto de Tanque de Almacenamiento de Fuel Oil en Bahías Las Minas, Panamá. Este Estudio, cual fue aprobado, se localiza contiguo al proyecto prospectado en este informe. En el mismo, Brizuela no detectó evidencias históricas, ni arqueológicas; detallando a continuación “*No se realizaron sondeos en vista de que el terreno en el área del proyecto es producto de rellenos*”. El polígono de proyecto corresponde a un área creada artificialmente en la cual se han construido varias infraestructuras contemporáneas”.

Por otra parte, según el informe técnico arqueológico del antropólogo Juan Ortega para el proyecto “Gas to Power” (en mayo de 2017), se realizaron pruebas batimétricas en las cuales se detectaron 15 anomalías dentro del área del proyecto, una, la más grande es posiblemente correspondiente (según averiguaciones realizadas) a una embarcación moderna hundida (un posible vapor de cabotaje hundida en la década del 60 del siglo pasado); por lo cual se excluye su vinculación a la época colonial, o de Unión a Colombia (dado que era metálico).

Es importante reiterar que aplicando las inspecciones arqueológicas en monitoreos de dragados arqueológicos o exploraciones subacuáticas (con sus respectivos métodos geofísicos, u otros) se optimizan las posibilidades de registro e identificación de material arqueológico; dado que es posible durante la exploración del área (sumergido o dragado), se pudiesen coleccionar evidencias arqueológicas de data colonial, o los posteriores etapas históricas. Al ser registrado e identificado, este debe ser etiquetado, analizado, y embalado para ser devuelto al Patrimonio Histórico de la Nación; mediante el debido protocolo que dicta la Dirección Nacional de Patrimonio Histórico. Lo que da cumplimiento a la Ley N°32 del 26 de marzo del 2003 Por el cual se aprueba la protección del Patrimonio Subacuático.

2.7 Muelle en la Calzada de Amador

La Calzada de Amador es una vía que conecta la parte continental de la ciudad de Panamá con cuatro islas del océano Pacífico, las cuales forman un pequeño archipiélago. Las islas que conforman dicho archipiélago son Naos, Perico, Culebra y Flamenco. La vía comienza en una zona cercana a la entrada sur del Canal de Panamá en áreas del corregimiento de Ancón. El camino tiene 6 kilómetros de largo y es conocido como la Calzada de Amador, o "Causeway"

Esta calzada fue construida en 1913, con rocas excavadas del Corte Culebra durante la construcción del Canal de Panamá. El sitio formaba originalmente parte de un conjunto militar estadounidense conocido como Fuerte Amador, establecido para proteger la entrada al canal. El lugar fue transformado en una floreciente atracción turística, después de que estas áreas fueron revertidas en virtud de los Tratados Torrijos-Carter. Algunos vestigios de las instalaciones militares todavía pueden observarse en dichas islas.

De 1915 hasta la Segunda Guerra Mundial, las islas que formaban la Calzada de Amador se utilizaban para defender el Canal. El Fuerte Amador y el Fuerte Grant fueron dos antiguas bases militares estadounidenses construidas para proteger la entrada sur del Canal de Panamá. Amador estaba ubicado bajo el Puente de las Américas, mientras que Grant consistía en unas tres islas cercanas a la costa, unidas al primero mediante la calzada de igual nombre. Los fuertes fueron devueltos a Panamá el primero de octubre de 1996 y el Fuerte Sherman el 30 de junio de 1999.

3. Planteamiento Metodológico de la prospección en el sitio de la futura toma de agua cruda

Se implementaron dos fases:

3.1 Documentación histórica antropológica y arqueológica:

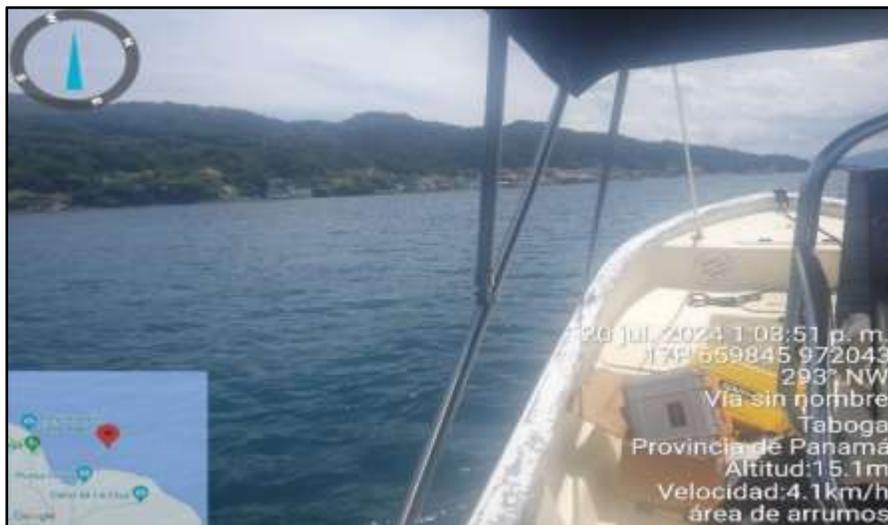
En relación con Darién o al Gran Darién y el cultural material hispánica. Fuentes documentales, y publicaciones. Reportes arqueológicos e investigaciones arqueológicas subacuáticas. Estas fuentes enriquecen teóricamente el estudio de los datos arqueológicos investigados para futuros proyectos.

3.2 Metodología y Prospección arqueológica Subacuática

Los estudios realizados por **INGENIERIA AAA: Estudios y Consultorías Marítimas**, enumeran los siguientes objetivos:

- Realizar la búsqueda de posibles obstrucciones, objetos y/o naufragios dentro del área de establecida para la ubicación de la toma de agua (succión) e inmisario del nuevo sistema de desalinización, mediante equipos geofísicos (perfilador de fondo marino).
- En caso de encontrar alguna de estas anomalías, determinar su ubicación y dimensiones. Consulta en **Informe de campo: PERFILACION DE FONDO MARINO – 023/2024**.

Fueron empleadas dos técnicas geofísicas para la detección de objetos o artefactos en fondo y lecho marino durante esta prospección subacuática: Batimetría y perfilado de fondo de subsuelo.



Fotos 1,2,3 Vista de inicios de la exploración subacuática

Una técnica para la detección de irregularidades bajo el fondo marino es la **Batimetría**: la batimetría es el estudio de las profundidades marinas, de la tercera dimensión de los fondos lacustres marinos, un mapa batimétrico (o carta batimétrica) normalmente muestra el relieve del fondo o terreno como isogramas y puede también dar información adicional de navegación en superficie.

La mayor limitación de esta técnica es que mide la profundidad en un solo punto cada vez, por lo que es muy ineficiente. **También es algo imprecisa**, ya que está sujeta a los movimientos del barco, las mareas, y las corrientes que puedan afectar al cable.

Los datos usados hoy en día para la confección de mapas batimétricos provienen normalmente de un sonar montado bajo la quilla o en el lateral de un buque, lanzando una onda de sonido hacia el fondo marino.

Los estudios de perfilado del subsuelo utilizan sistemas de reflexión sísmica para "mapear" la estratigrafía de los sedimentos en el subsuelo. Nuestro equipo utiliza un tipo de perfilador del subsuelo de última generación de frecuencia baja de 10KHz, para proporcionar alta resolución y una profundidad de penetración adecuada en las capas del subsuelo. Para nuestro caso en estudio, se calibró para una profundidad de 40m por debajo de la superficie del agua.



El sistema típico incluye una lancha hidrográfica con los equipos principales: sensor de frecuencia baja y GPS para el posicionamiento. El transductor se ubica a un costado de la borda de la lancha introducido al menos unos 50cm debajo de la superficie del agua.

El sistema envía una señal acústica (onda de sonido) y registra el tiempo que tarda y la fuerza de la energía de la onda de sonido reflejada en sucesivas interfaces o capas en el subsuelo, lo que permite la construcción de un perfil transversal del subsuelo. El sistema detecta e interpreta la diferencia de estratos por medio de su densidad.



Existen muchos usos para estos sistemas estratificación de fondos y la interpretación de datos de perfiles submarinos incluyen:

- Ubicación de canales reliquia, cantos rodados subterráneos y profundidad del lecho rocoso;
- Mapeo de extensiones horizontales y verticales del área de préstamo de sedimentos;
- Calcular el volumen de material disponible para remoción, así como la cantidad de material de sobrecarga;
- Localización de servicios públicos enterrados, como tuberías y cables; y para nuestro caso
- Localización de objetos por debajo del fondo marino.

Estos sistemas pueden detectar desde materiales blandos como: sedimentos o arenas sueltas, gravas o piedras sueltas, arenas compactas y roca. **En resumen**, se realizó el levantamiento de líneas de sondeo con separación de 15m para luego, mediante el postproceso de los datos descartar o ubicar posibles objetos por debajo del fondo marino.

Configuración Geodésica: En el software hidrográfico HyPack se debe configurar los parámetros geodésicos con que se trabajará nuestro proyecto, además los equipos están configurados en WGS-84.

Configuración de navegación: se planean las líneas de sondeo, para este trabajo la norma indica que por **NO** ser área regular de navegación el sondeo será de **tipo Orden 1-A**; cuyo espaciamiento será de 15m para líneas de levantamiento.

Tomando en cuenta el polígono que el cliente proporciona como área de influencia para el área de succión o toma de agua, preparamos el área con la referencia base, líneas de levantamiento y a continuación se presenta la imagen del software con la distribución de las líneas: 10 líneas de levantamiento separadas de 15m dirección Norte – Sur.

Levantamiento y trabajo en campo

- Traslado de la lancha hidrográfica al área del proyecto, se utilizó la rampa pública de la comunidad de Diablo, que es la más cercana al proyecto para el ingreso; y
- Verificación de coordenadas de GPS con respecto al punto de amarre.

Instalación de los equipos hidrográficos

Instalación de equipos en la embarcación hidrográfica, se debe tener en cuenta que la instalación de cables se hará de forma tal que evite accidentes o desconexiones involuntarias por el paso de las personas dentro de la lancha.

Colección de datos geofísicos

En el proceso de colección de datos, se da seguimiento a las líneas de levantamiento iniciando con la línea 1 y trabajamos hasta llegar a la línea 10.

Luego de coleccionar los datos de todas las líneas programadas, se procede con desinstalar equipos y retornar a oficinas para procesar las imágenes generadas.

Post-Proceso de datos colectados

Para el procesamiento de data colectada conlleva los siguientes pasos:

1. Post procesamiento de la data colectada, selección de archivos crudos levantados.
2. Verificación de los espesores de las diferentes capas que forman el fondo marino.
3. Se verifican línea a línea la data colectada y se eliminan datos falsos y ecos generados.

Tomando en cuenta el polígono como área de influencia para el área de succión o toma de agua, preparamos el área con la referencia base, líneas de levantamiento y a continuación se presenta la imagen del software con la distribución de las líneas: 10 líneas de levantamiento separadas de 15 m dirección Norte – Sur.

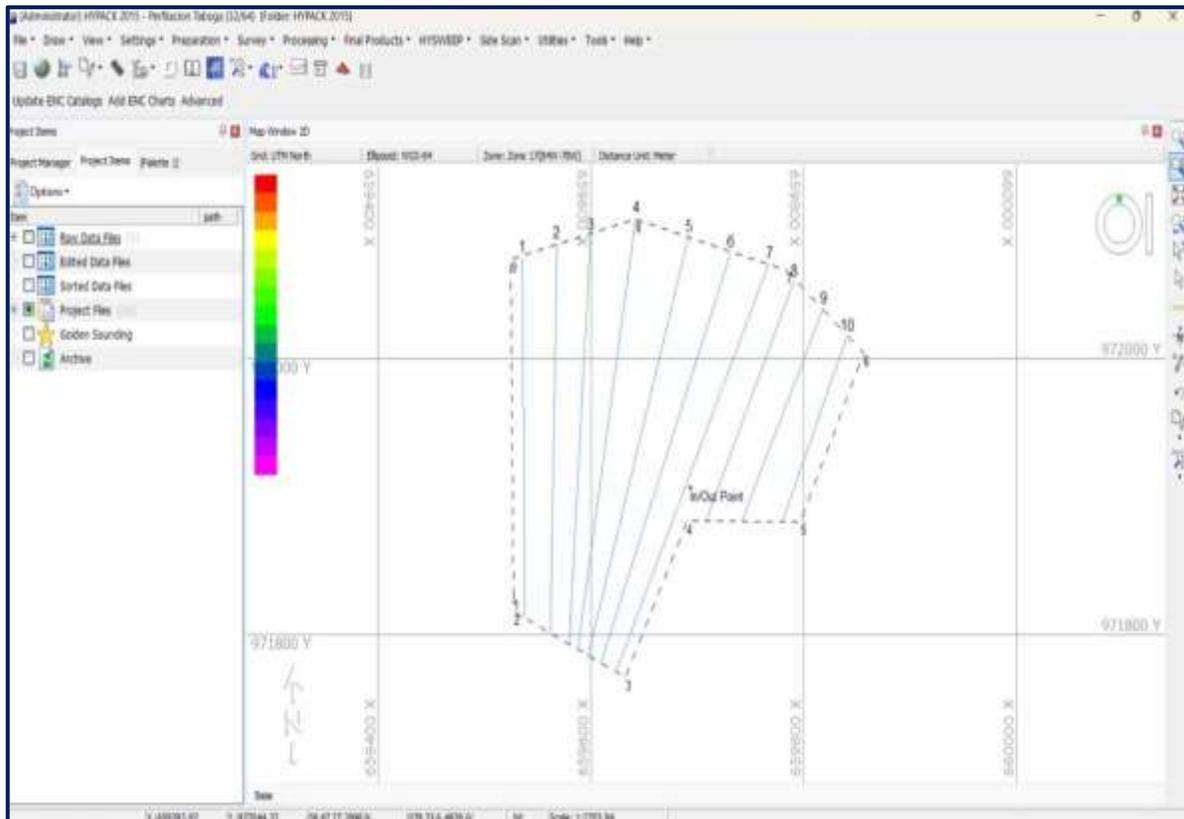


Fig. 5 Gráficas de líneas de levantamiento (10)

Levantamiento y trabajo en campo

- Traslado de la lancha hidrográfica al área del proyecto.
- Verificación de coordenadas de GPS con respecto al punto de amarre.

Instalación de los equipos hidrográficos

Instalación de equipos en la embarcación hidrográfica, se debe tener en cuenta que la instalación de cables se hizo de forma tal para evitar accidentes o desconexiones involuntarias por el paso de las personas dentro de la lancha.



Foto 4. Equipo de Trabajo: Programa con técnica Perfilado de Suelo

Colección de datos geofísicos

En el proceso de colección de datos, se da seguimiento a las líneas de levantamiento iniciando con la línea 1 y trabajamos hasta llegar a la línea 10.

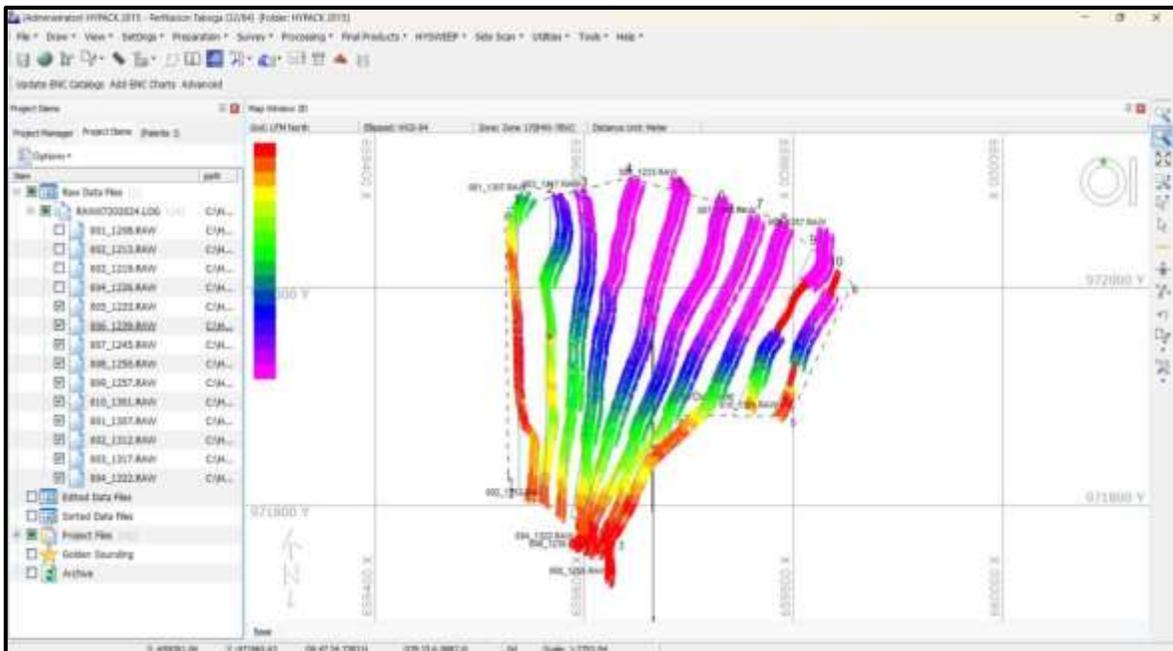


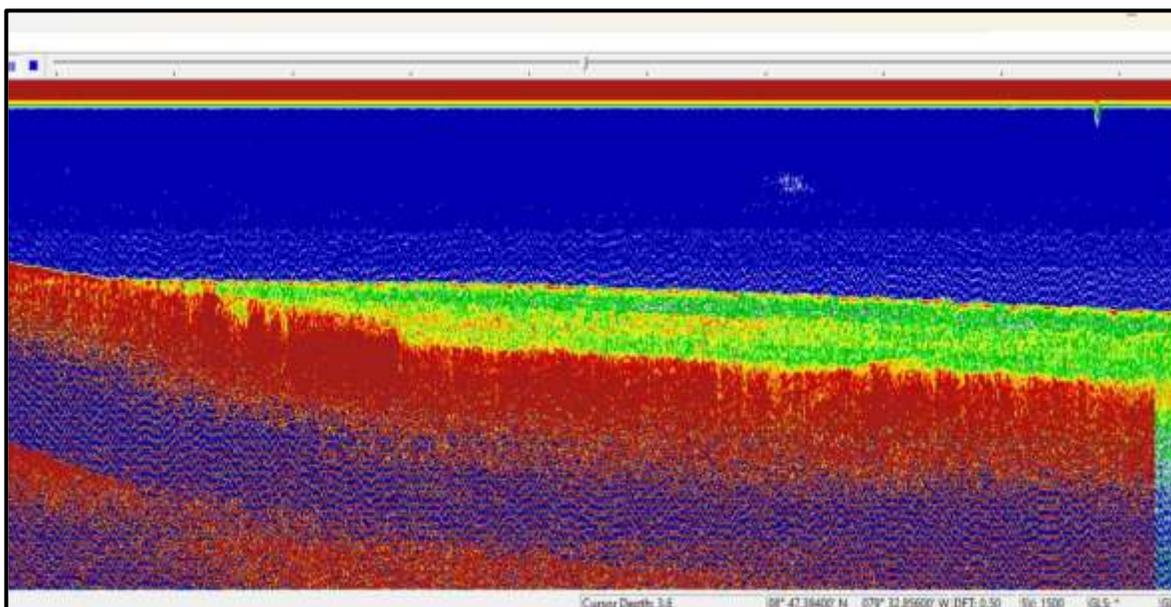
Fig. 6 Gráficas de líneas de levantamiento (10) Proceso de interpretación de líneas. Reporte final de trabajo: Perfilación en sitio de futura toma de agua e inmisario - Isla Taboga

Post-Proceso de datos colectados

Para el procesamiento de data colectada conlleva los siguientes pasos:

1. Post procesamiento de la data colectada, selección de archivos crudos levantados.
2. Verificación de los espesores de las diferentes capas que forman el fondo marino.
3. Se verifican línea a línea la data colectada y se eliminan datos falsos y ecos generados.

Como un ejemplo, mostramos imagen del software de procesamiento Stratabox con un perfil crudo de una línea y donde se puede obtener las informaciones de las profundidades de las diferentes capas encontradas.



Figuras 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28

Estrato de la línea 6 después de procesada, con sus respectivas etiquetas y donde claramente podemos obtener los siguientes comentarios de esta imagen:

- Una primera reflexión empezando a una profundidad de 7.00m de un material tipo grava o piedras chicas sueltas en su superficie, esto se representa mediante los puntos rojos sobre el estrato o la capa verde.
- Una segunda reflexión que delimita un estrato de material suelto tipo arenas, gravas o coral suelto de espesor máximo de 5.00m y que progresivamente va disminuyendo este espesor a medida que se acerca a la costa, esto representado por la a capa verde.

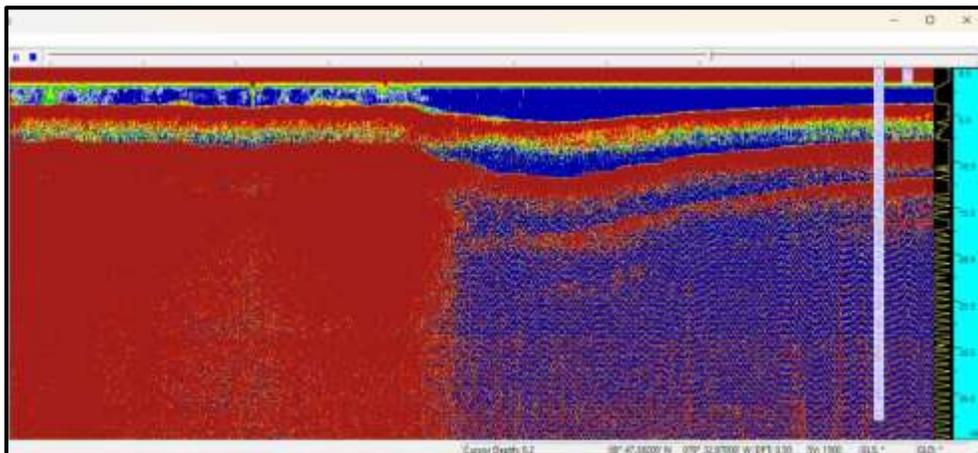
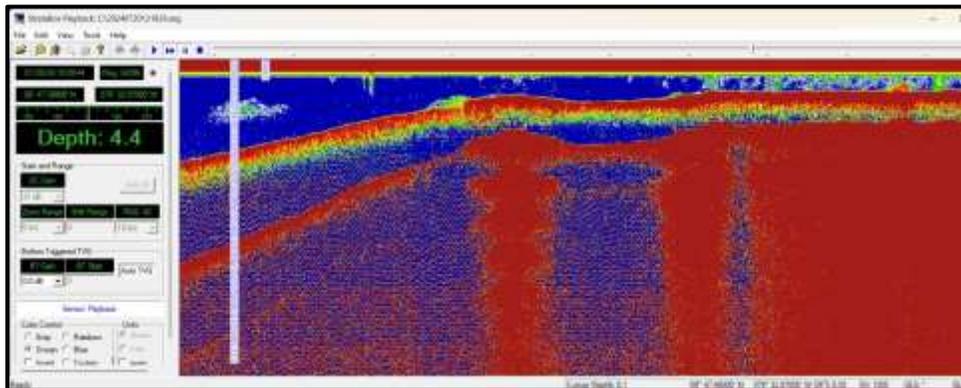
- La capa de material por debajo del estrato verde es de un material duro, lo que nos indica que estrato rocoso.

4. Elección de una matriz de selección de datos de la primera reflexión 1 para que el software clasifique los datos de sondeos críticos que serán parte de la matriz de datos finales.

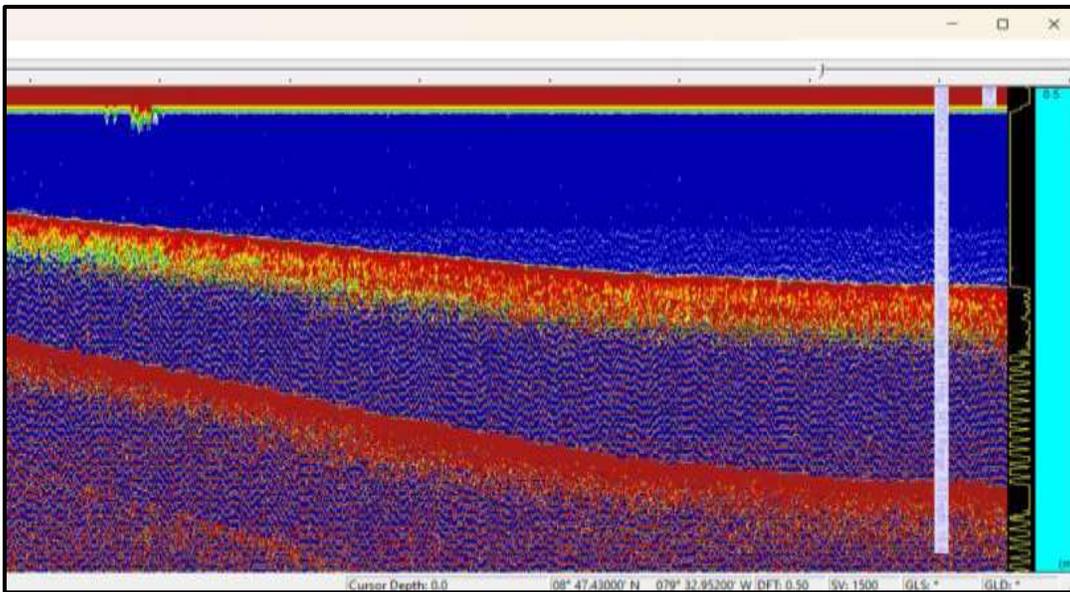
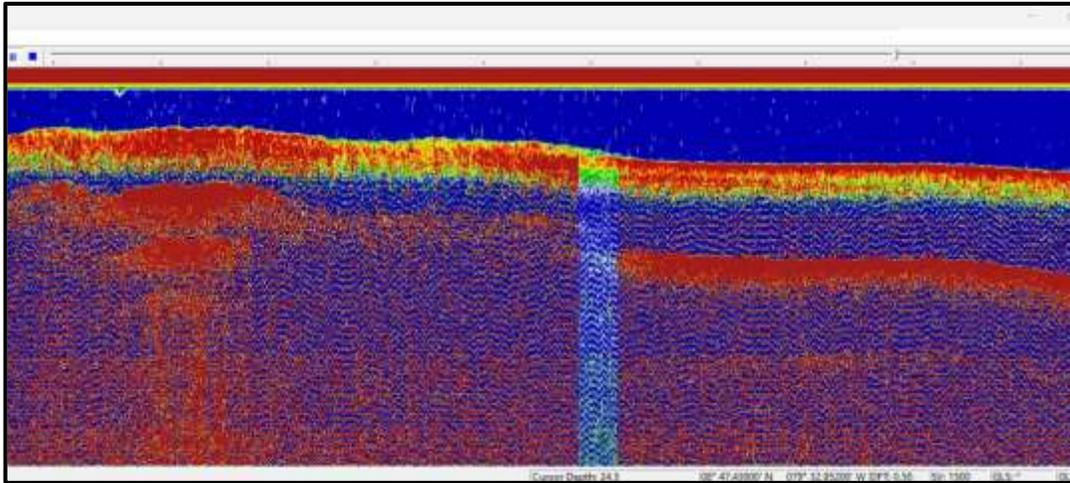
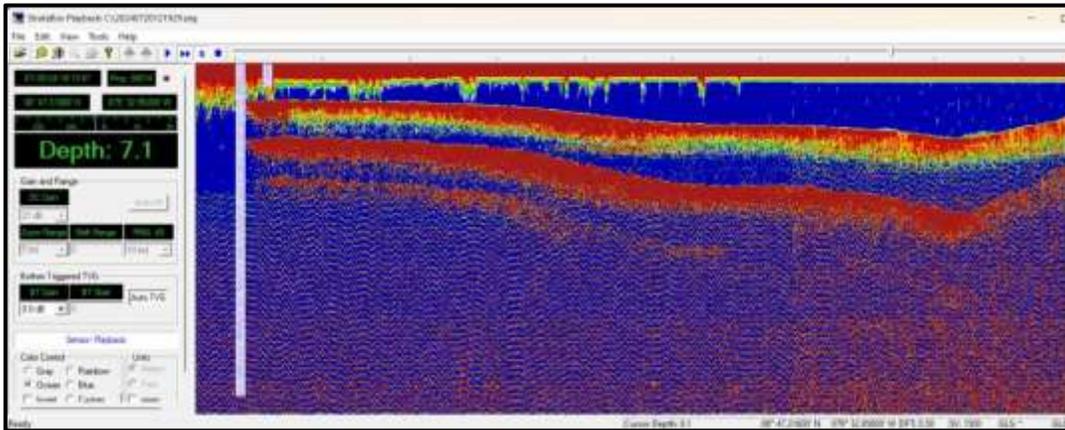
Se generó un archivo de los datos obtenidos de la distancia (Delta) a partir del fondo marino de la primera reflexión 1 (capa de arena suelta), tomar en cuenta que la misma es de un espesor de máximo 5m y se ubica en las profundidades arriba de los 7m.

Procesamiento de las líneas de perfilación

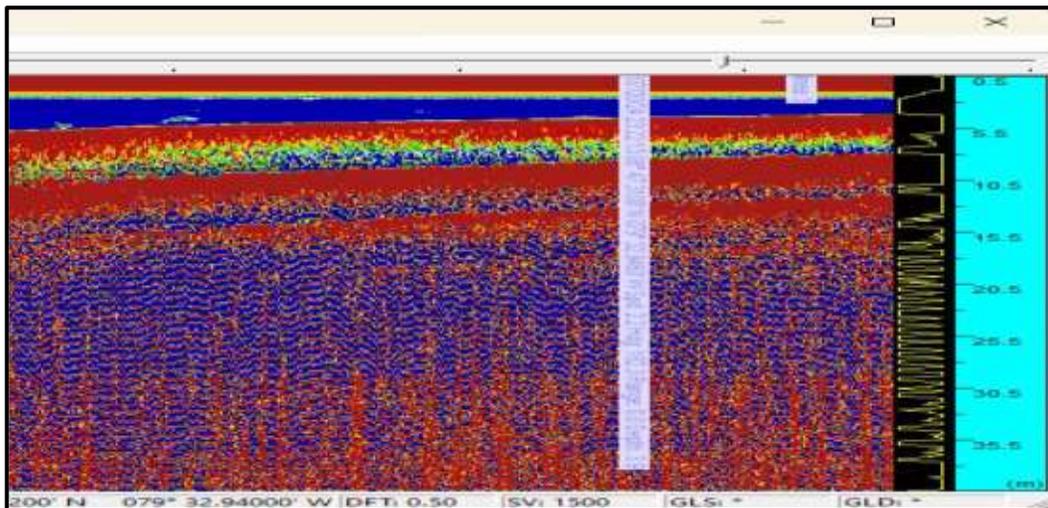
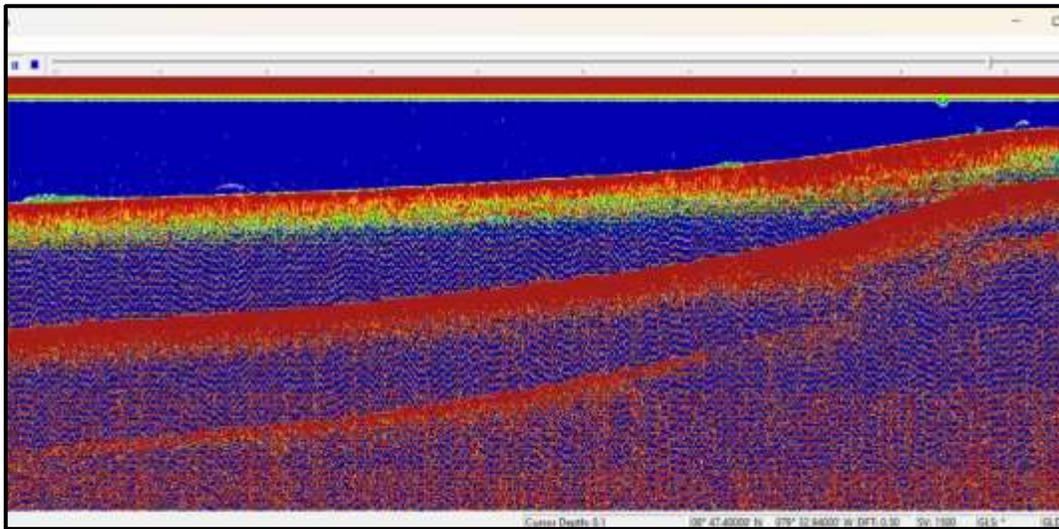
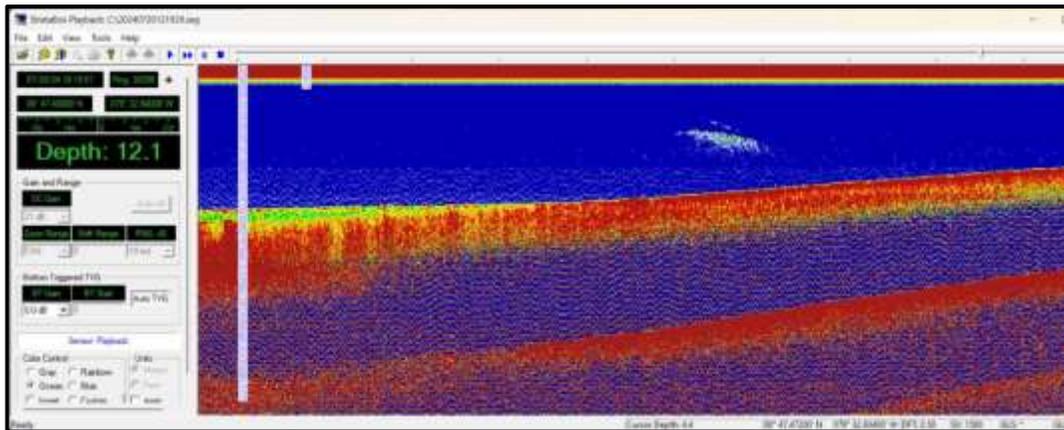
Línea 1



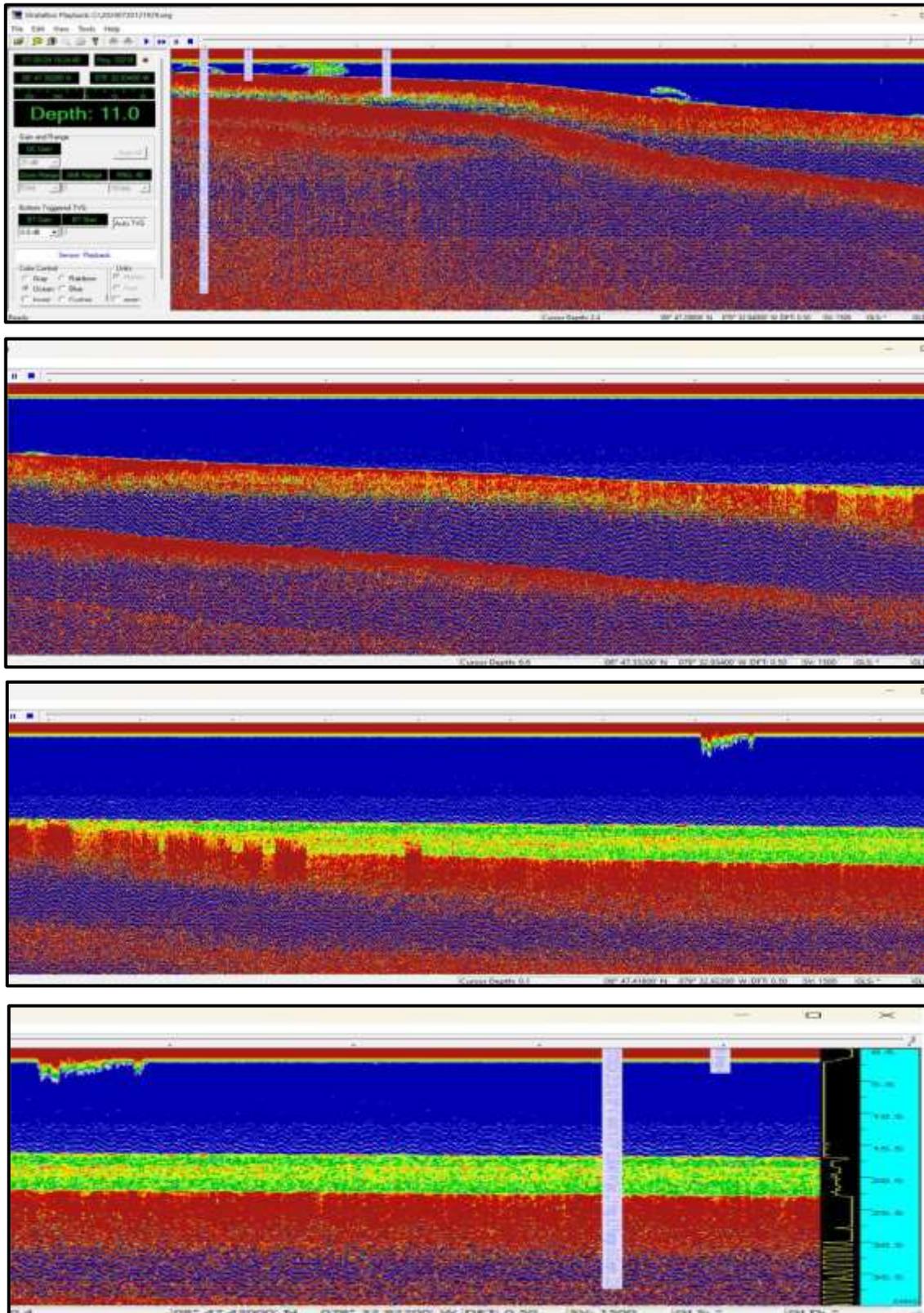
Línea 2



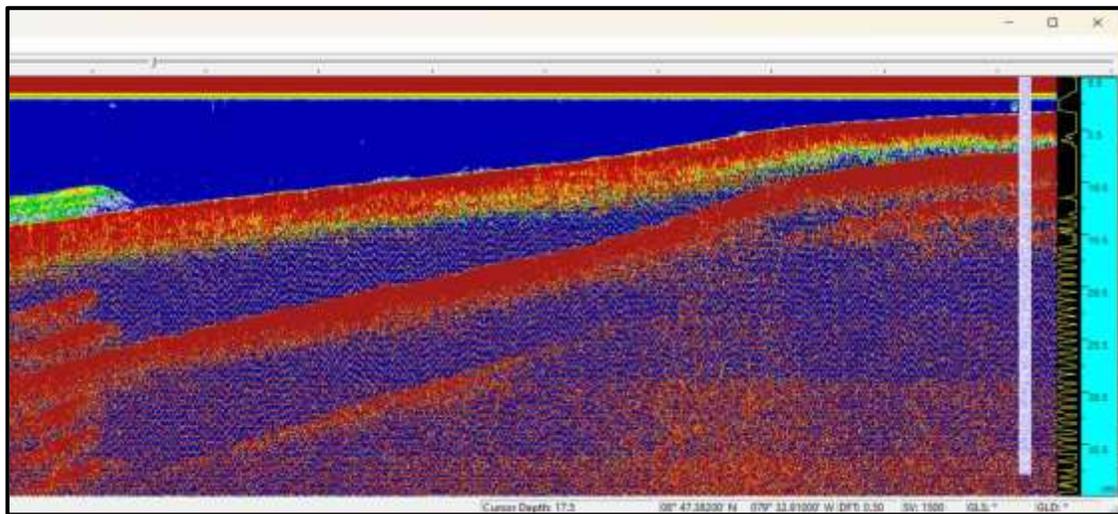
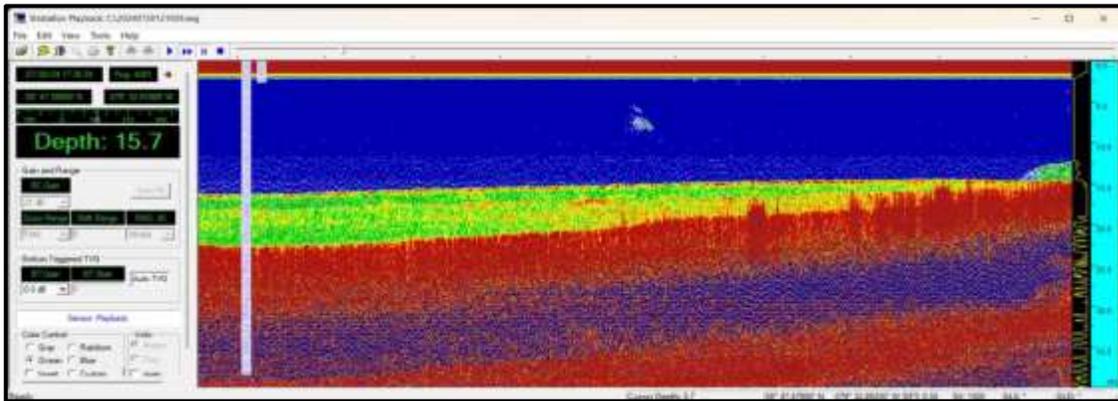
Línea 3



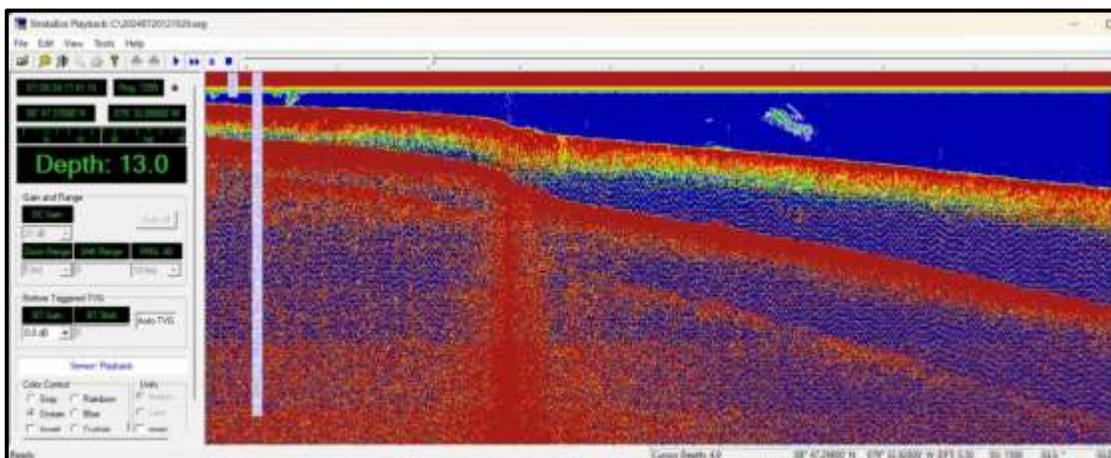
Línea 4

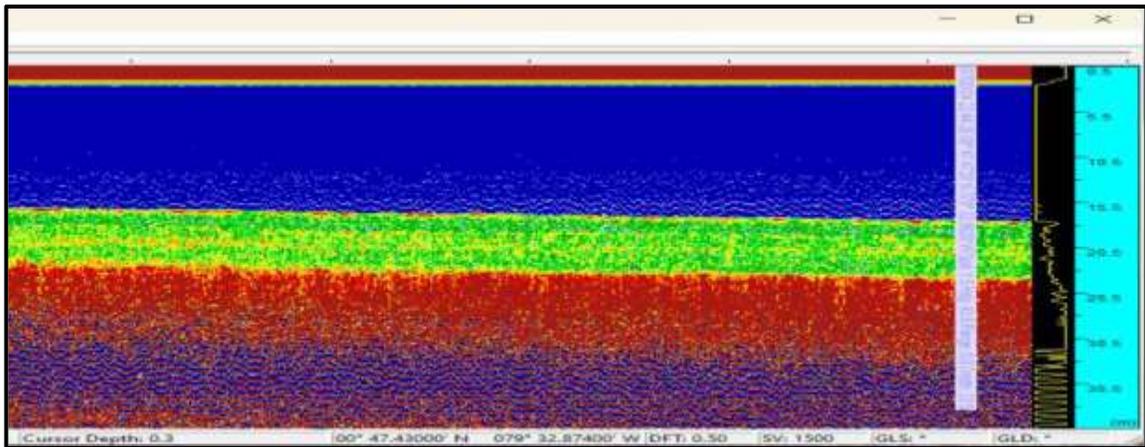
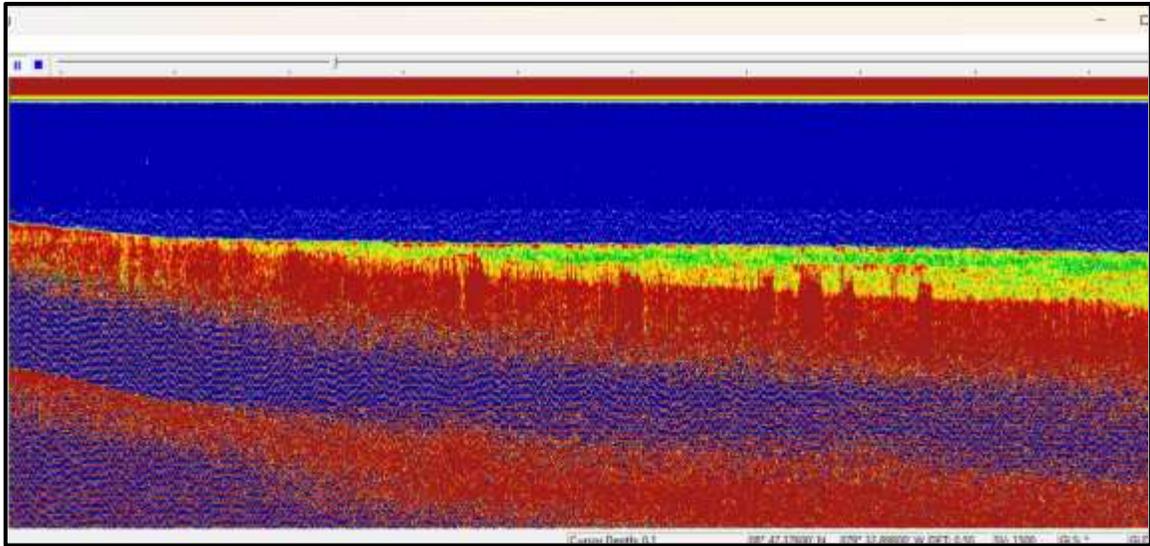


Línea 5

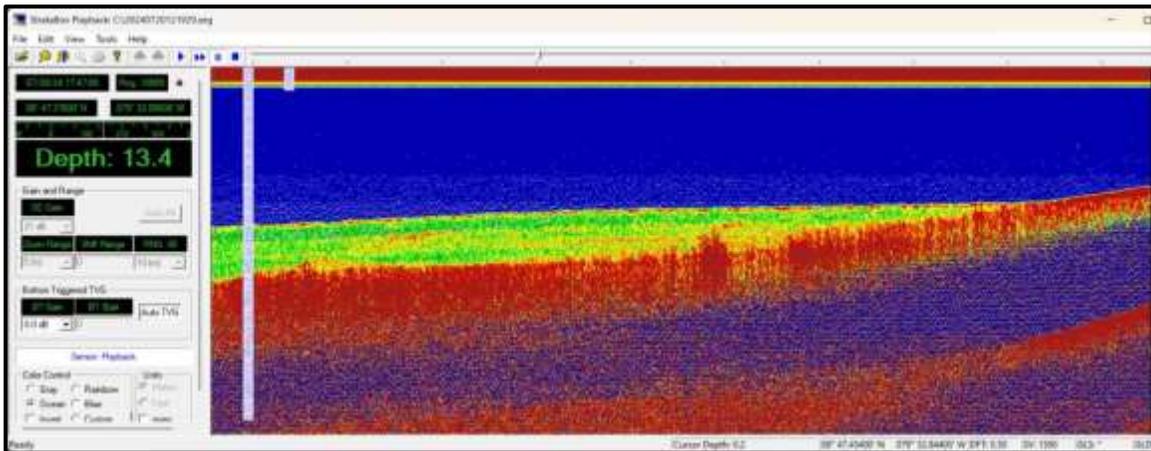


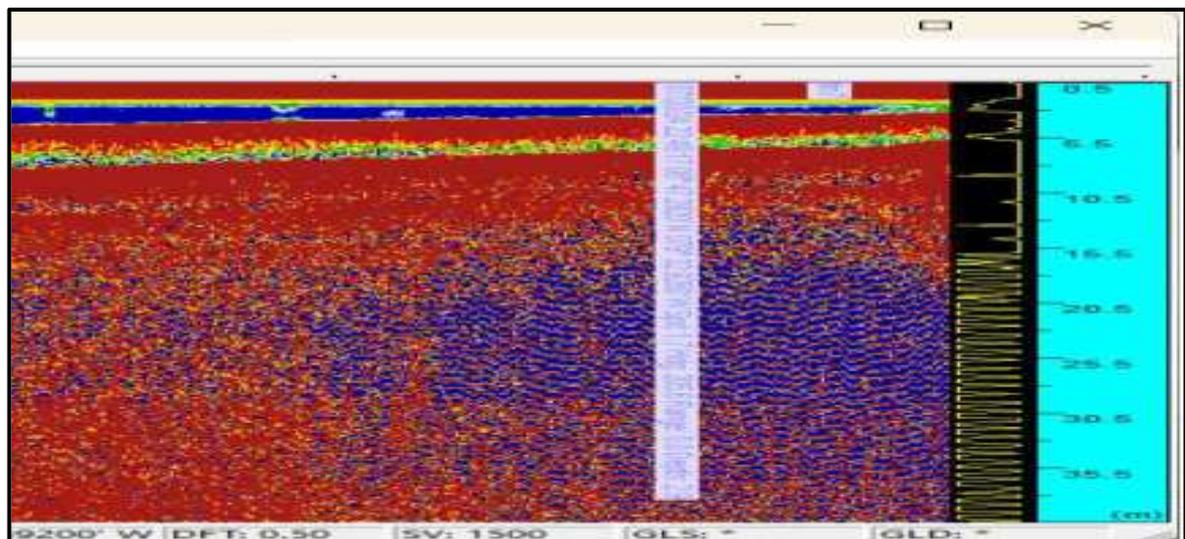
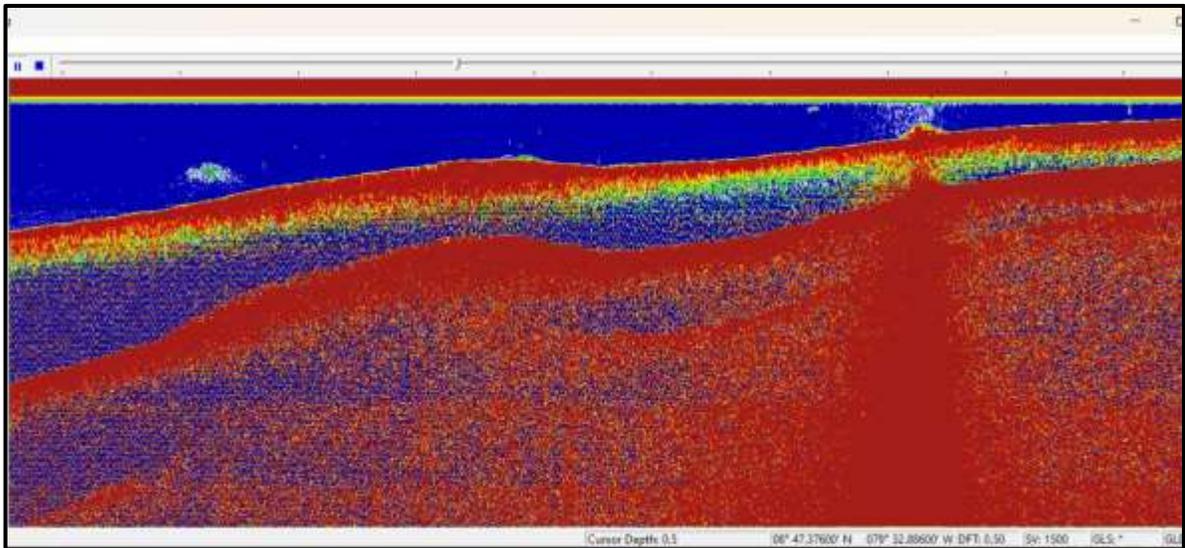
Línea 6



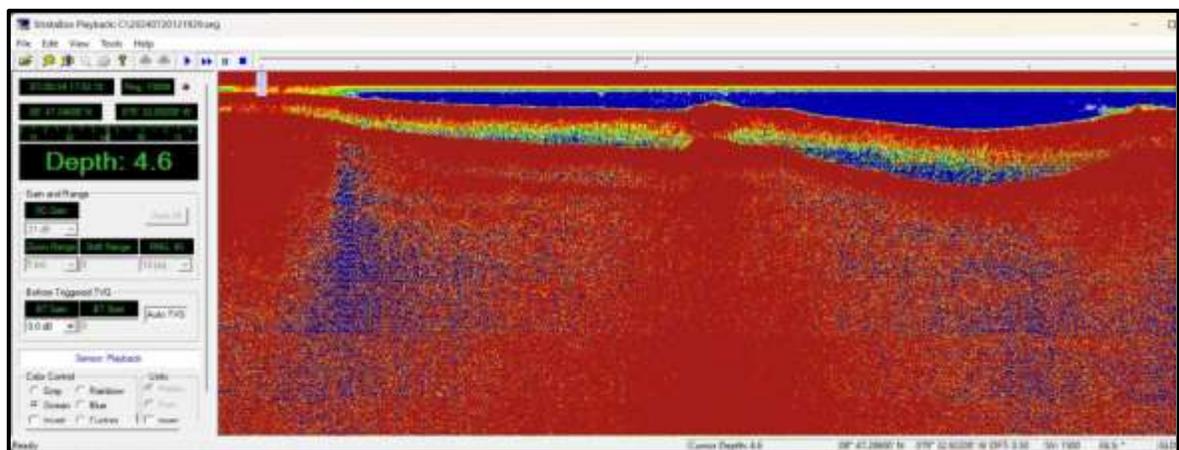


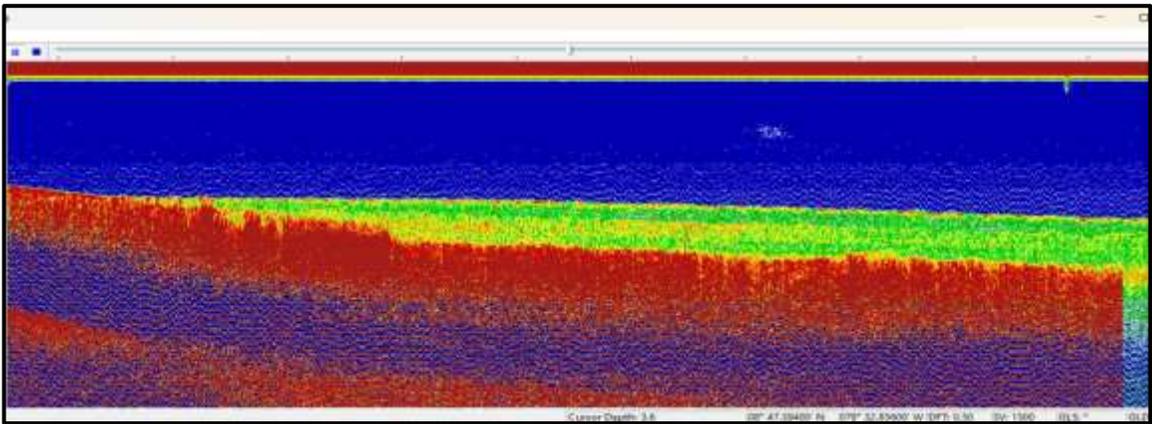
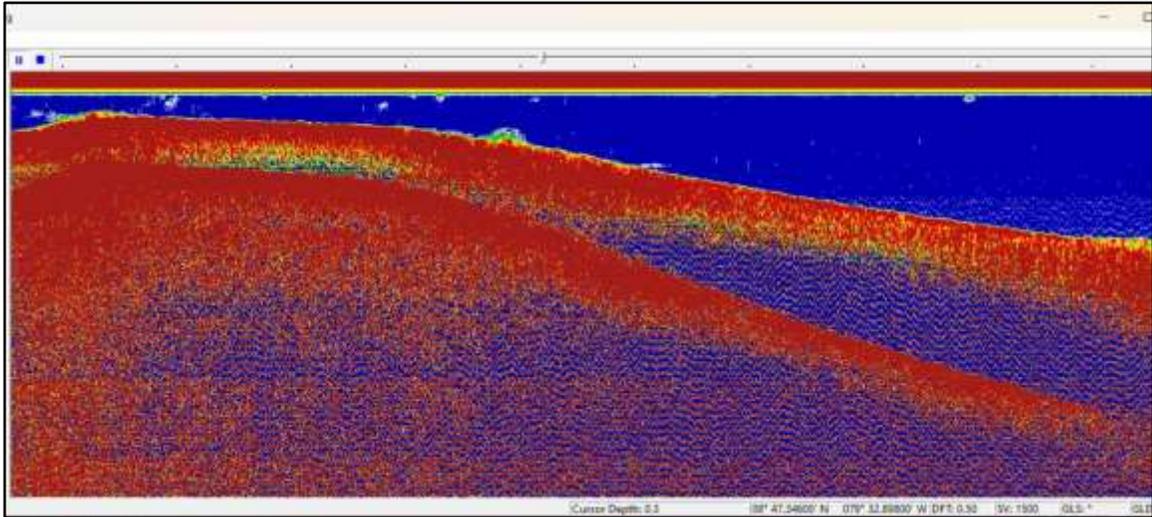
Línea 7



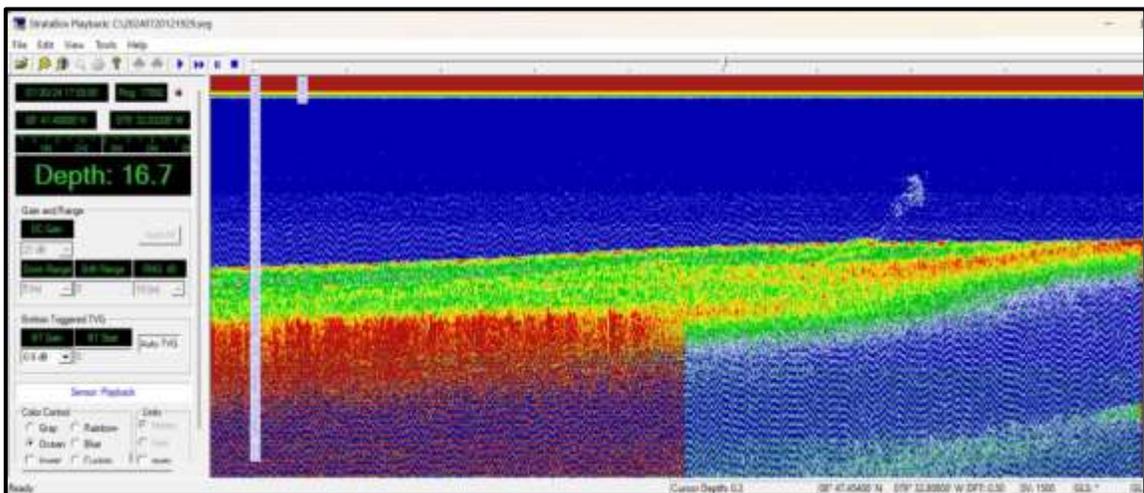


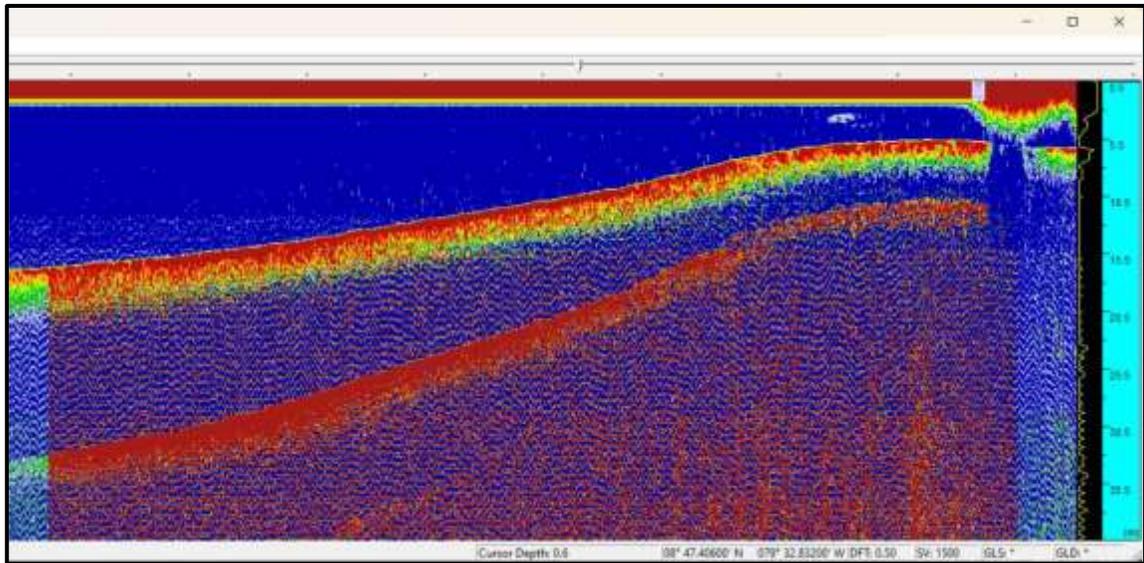
Línea 8



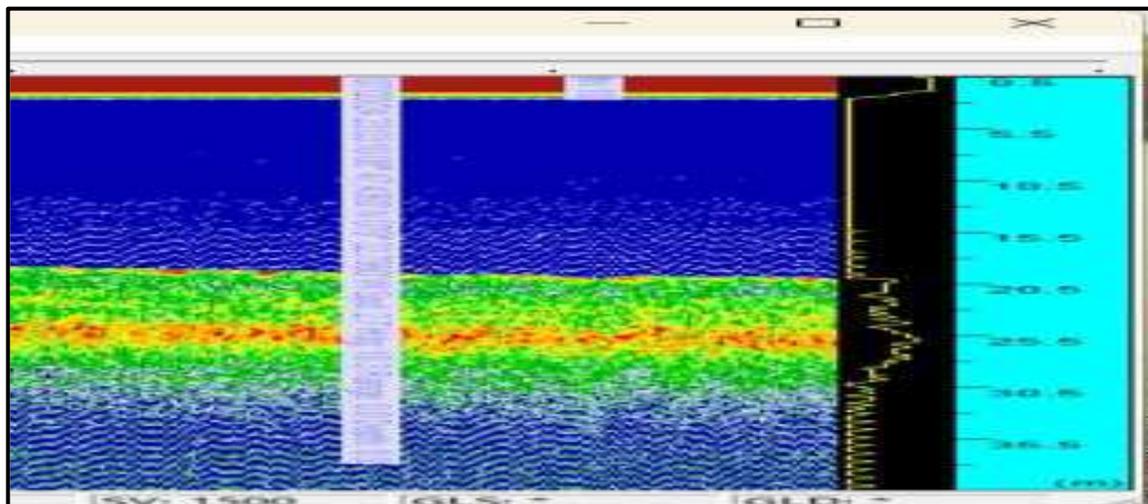
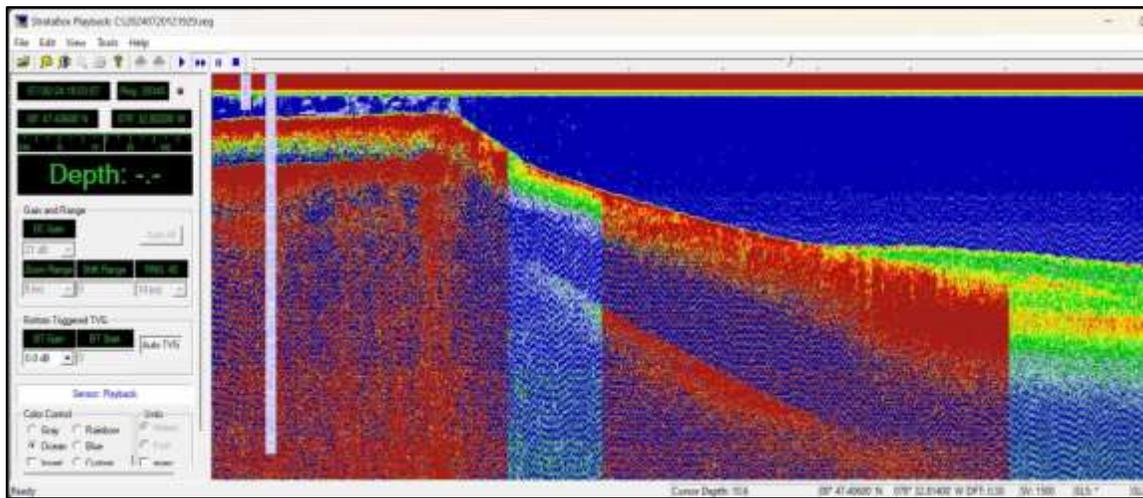


Línea 9





Línea 10



4. Resultados de Prospección Arqueológica Subacuática

Según el informe de prospección subacuático a través del perfilado de fondo, presentado por **INGENIERIA AAA**, se concluye con **no hubo hallazgos, ni obstrucciones o naufragios** detectados durante todo el proceso.



Foto 5 Exploración conjunta en equipos de trabajo

“En áreas menores a 7.00 m de profundidad, se mostró un estrato rocoso casi directamente sobre la superficie (ver color rojo intenso en los ecogramas) se mantuvo una capa muy delgada de material suelto como arenas.

Se mostró suficiente evidencia que muestra una capa o estrato de un material suelto de entre 1.00m a 5.00m (ver color verde en los ecogramas). Esta capa va en aumento de su espesor a medida que nos vamos alejando de la costa.

Podemos **CONFIRMAR** que, dentro del área estudiada, representada por el estrato de arenas, gravas o coral suelto (capa color verde) **NO SE ENCONTRÓ** objetos, obstrucciones o naufragios que puedan afectar el proyecto en estudio” (**Informe de campo: PERFILACION DE FONDO MARINO-023/2024**).

5.Consideraciones y Recomendaciones

La búsqueda de fuentes documentales coloniales, así como etapas posteriores; (Periodos Departamental, Republicano); han permitido una propuesta más sólida; robusteciendo así el enfoque etnohistórico adecuado para compilar, y comprender las actividades marítimas (exploratorias, comerciales, políticas) en el Océano Pacífico Panameño que muy escasamente han sido compiladas en las investigaciones de arqueología subacuática; dado que; las más conocidas, están registradas en las fuentes históricas alusivas al Chagres, y Portobelo del Mar Atlántico.

Los procesos de conquista y encomiendas españolas en las islas del Mar Pacífico, así como el anclaje de barcos en muelles del Pacífico para el trasiego de mercancías y oro procedente del Perú a través de las conocidas rutas coloniales (Camino de Cruces, y vías alternas); definieron un manejo administrativo muy cauteloso para el control de los recursos enviados a España a través el Mar Pacífico (Ver **Antecedentes históricos y arqueológicos: Las Explotaciones españolas en Territorio Cueva de algunas Islas del Pacífico y su relevancia histórica en las fuentes documentales etnohistóricas**). Por lo que es posible que hubiese carencia en la precisión de los manejos administrativos; dadas las actividades de robos y piratería desde mediados del Siglo XVII.

Es obvio y claro, que se debía regular y controlar la información de datos referentes fechas, nombres e inventarios de mercancía valiosa o aún cualquier tipo de recurso, no sólo del Perú; sino de las explotaciones auríferas de minas de oro en Tierra Firme, o aún las perlas explotadas de las islas de Pacífico. Todo esto da fundamento a considerar la potencialidad de hallazgos arqueológicos subacuáticos en el Océano Pacífico.

Por consiguiente, se debe dar cautela y medidas preventivas a cualquier actividad subacuática que se requiera en las aguas del Mar Pacífico Panameño. Un ejemplo de ello, fue el caso del Galeón San José; cuyo rescate mediante procedimientos de la arqueología subacuática, logra recaudar valiosos recursos (Ver **Antecedentes históricos y arqueológicos: El Galeón San José: El caso de un naufragio en las aguas del Mar Pacífico panameño, y sus repercusiones en la arqueología Sub-Acuática**).

Tampoco se pueden excluir la posibilidad de hallazgos arqueológicas correspondiente a la cultura material (posibles restos de embarcaciones y navíos) de los periodos Departamental y Republicano. Las actividades de trasiego marítimo comercial en aguas del Mar Pacífico también están registradas en las fuentes documentales de sus respectivos periodos históricos. Por lo que se debe considerar el método subacuático adecuado al contexto en cual se localizan estas evidencias. En algunos casos, el contexto es cenagoso, o densamente acuoso, limoso, por lo que se monitorearon los dragados en proyectos de obra de Estado y privados (Ver **Controles de monitoreos arqueológicos y dragados en áreas costeras del Mar Pacífico y el Mar Atlántico**).

Cabe agregar, que si fue eficiente bien la batimetría como una técnica para detección de irregularidades o anomalías del lecho marino; como lo demuestra el reporte: Ver **Curie Submarine Cable Panama Branch** (para el proyecto **CABLE SUBMARINO CURIE**): al identificar 4 “anomalías” o “irregularidades”, que según expertos de la batimetría están fuera del área del proyecto, a una relativa distancia del alineamiento del proyecto descrito (Ver **2.7 Otros proyectos arqueológicos efectuados en muelles de las costas de la provincia de Panamá (Dragados y Proyectos Arqueológicos)**).

Cabe agregar, que la **Ley 32 del 26 de marzo de 2003 CONVENCION SOBRE LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL SUBACUATICO**; en su artículo 1 da por definición: a) Por “patrimonio Cultural subacuático” se entiende todos los rastros de existencia humana que tengan un carácter cultural, histórico, o arqueológico, que hayan estado bajo agua, parcial o totalmente de forma periódica o continua por lo menos durante 100 años...”.

Por lo tanto, dentro de mis responsabilidades como profesional de la antropología, y con registro de consultor arqueológico **Reg: 15-09 DNP**; cumpla con la entrega de un informe arqueológico de prospección subacuática, con contenido de Memorial Histórico y referencia adicional para el manejo de investigaciones requeridas para este proyecto.

Por lo tanto, hago las siguientes recomendaciones:

- Proponer previo al avance de la obra la elaboración de un **Plan de Manejo Arqueológico** tanto para la parte terrestre, como subacuática del proyecto **ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA ISLA TABOGA, Y REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE.**
- Si durante el proceso de avance de la obra sucediesen hallazgos fortuitos arqueológicos subacuáticos, y de cualquier relevancia significativa histórica; se debe notificar inmediatamente la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural; del Ministerio de Cultura. A fin identificar los hallazgos en relación a su carácter histórico (si fuese el caso); y en estudio de las fuentes documentales; establecer las categorías y tipos de hallazgos, según fuese la condición a esta respectiva. Esto equipara la elaboración de un informe arqueológico subacuático del proyecto, con su respectivo inventario de los artefactos arqueológicos recuperados, así como los debidos tratamientos de preservación ceñidos al protocolo de entrega a la entidad gubernamental mencionada; y así también cumplir con la coordinación para la restauración de objetos que fueran museables, y los que no, trasladados a bodegas adecuadas para su preservación.

Lo expuesto está basado en la protección de bienes culturales arqueológicos y reglamentado por la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural.

Esto a fin lograr la unificación de criterios legales adecuados para la protección del Patrimonio Subacuático, conforme la **Ley 32 del 26 de marzo de 2003 CONVENCION SOBRE LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL SUBACUATICO, Ley 14 de 1982, modificada por la ley 58 de 2003.** Ley General de patrimonio histórico en la República de Panamá. Así como el Decreto Ejecutivo N°123 de 2009: Por el cual se reglamenta el Capítulo II del Título IV de la Ley 41 del 1 de julio de 1998, General de Ambiente de la República de Panamá, y se deroga el Decreto Ejecutivo 209 del 5 de septiembre de 2006. Y la **Resolución No. 067- 08 DNP Del 10 de Julio del 2008:**

Términos de Referencia para la Evaluación de Prospecciones y Rescates Arqueológicos para los Estudios de Impacto Ambiental.

6. Bibliografía Consultada

Amores, Leon Carlos 2019	“El naufragio del Galeón San José (Panamá, 1631) Pasado, presente y Futuro”. Revista Magallánica (julio a diciembre de 2019) Instituto Nauta; Real Academia de la Mar, España
Aritio, Luis Blas 2014	Vasco Nuñez de Balboa: La Crónica de los Cronistas de Indias Ediciones Balboa, 2014
Casimir de Brizuela, G. 2004	El Territorio Cueva y su transformación en el siglo XVI. Universidad de Panamá. Instituto de Estudios Nacionales (IDEN). Universidad Veracruzana.
Castillero Alfredo C. 2004	Historia General de Panamá. Centenario de la República de Panamá. Vol. II El Siglo XIX Comité Nacional del Centenario Panamá 2004
Cooke Richard 1973	“Informe sobre excavaciones en el Sitio CHO 3. Río Bayano”. Actas del IV Simposium Nacional de Antropología, Arqueología y Etnohistoria de Panamá. Universidad de Panamá.
Dolmatoff Reichel 1962	“Notas etnográficas sobre los indios del Chocó”. Revista Colombiana de Antropología. Vol. IX Bogotá Colombia.
Drolet. R. Slopes 1980	Cultural Settlement along the Moist Caribbean of Eastern Panama. Tesis Doctoral. University of Illinois.
Fernández Martín 1829	Colección de los viajes y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde finales del siglo XV. Tomo III (viajes menores y de Vesputio, población en Darién) (sic). Imprenta Madrid.

Fernández de Oviedo G. 1853	Historia Natural y General de las Indias, Islas y Tierra Firme del Mar Océano. Imprenta de la Academia de Historia Edit. José Amador de los Ríos. Madrid, España.
Fitzgerald Carlos 2007 2011	Proyecto Cinta Costera y Nueva Viabilidad. Cintas Costeras II, III. Constructora Norberto Odebrecht S.A.
Ingeniería AAA Estudios y Consultoría Marítima 2024	Informe de campo: PERFILACION DE FONDO MARINO – 023/2024. Informe realizado para Estudio de Impacto Ambiental del proyecto ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA ISLA TABOGA, Y REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE
Mendizábal Tomas 2018	Informe de antecedentes históricos proyecto de revitalización urbana El Terraplén, Casco Antiguo de la Ciudad de Panamá, 2018
Mora Adrián 2009 2011 2013	Estudio Preliminar Etnohistórico de las Sociedades Indígena del Este de Panamá durante el Periodo de Contacto. (Trabajo de graduación) Universidad de Panamá. Prospección arqueológica en la Isla de Taboga, Terrenos de la APAT, Sector de Barlovento y la Isleta El Morro. Promovido por la Alcaldía de Taboga, los HD.DD Hernán Delgado, y Adolfo Valderrama Panamá Construcción de las Nuevas Facilidades para el manejo, almacenamiento y Mezcla de Etanol con la Gasolina en la Terminal de Combustible de Bahía Las Minas. Estudio de Impacto Ambiental
	Resultados de Reconocimientos Arqueológicos Subacuáticos, El Río Chagres y el Arrecife Lajas,

Rissolo Dominic et Delgado James 2009	República de Panamá. Informe Técnico al Instituto Nacional de Cultura. 2009
Romoli Kathleen 1987	Los de la Lengua Cueva: los grupos indígenas del Istmo Oriental en la época de la Conquista Española. Instituto Colombiano de Antropología e Instituto Colombiano de Cultura, Bogotá.
Sub-com CURPAN 2020	Curie Submarine Cable- Panama Branch Route Survey Report Part III: Engineering Report Segment 3
Torres Arauz Hernán 2014	Los Mapas Antiguos de Panamá y Darien: Cum Terres Adjaentibus 1503-1879 Editorial Universitaria Carlos Gasteozoro Panama 2014

ANEXO 1.

Coordenadas del muestreo sub acuático (muestreo geofísico)

ID	UTM WGS 84
PT_	659694.383E 971892.594N 17P
PT_BT1	659534.487E 972026.566N 17P
PT_BT2	659528.401E 971864.396N 17P
PT_BT3	659572.238E 972059.984N 17P
PT_BT4	659562.909E 971811.433N 17P
PT_BT5	659598.512E 972085.296N 17P
PT_BT6	659585.507E 971776.379N 17P
PT_BT7	659616.657E 972104.933N 17P
PT_BT8	659580.189E 971768.627N 17P
PT_BT9	659690.42E 972096.718N 17P
PT_BT10	659598.069E 971789.986N 17P
PT_BT11	659609.401E 971787.831N 17P
PT_BT12	659730.147E 972077.158N 17P
PT_BT13	659765.418E 972065.166N 17P
PT_BT14	659626.458E 971783.647N 17P
PT_BT15	659706.363E 971885.092N 17P
PT_BT16	659787.353E 972048.944N 17P
PT_BT18	659829.667E 972027.892N 17P
PT_BT17	659756.556E 971886.679N 17P
PT_BT19	659785.957E 971885.803N 17P
PT_BT20	659840.841E 972009.467N 17P

Vista satelital del muestreo subacuático mediante técnicas geofísicas (batimetría/ perfilado de suelo)



Foto A Exploración subacuática implementado el muestreo subacuático

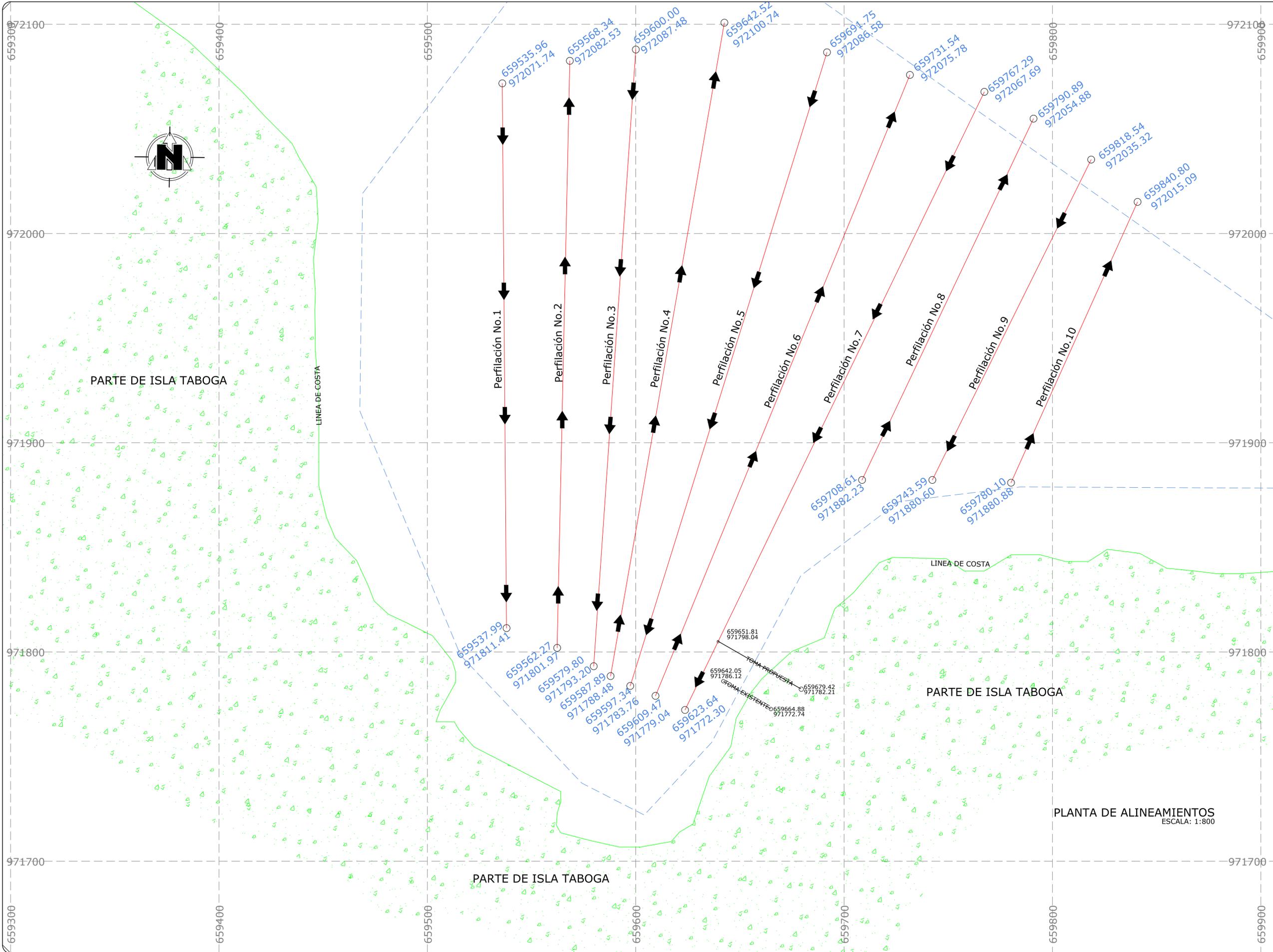
ANEXO 2.

Coordenadas del barrido del perfilador de fondo

Líneas de sondeo	Coordenada inicial		Coordenada final	
	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
Línea 1	659535.96	972071.74	659537.99	971811.41
Línea 2	659562.27	971801.97	659568.34	972082.53
Línea 3	659600.00	972087.48	659579.80	971793.20
Línea 4	659587.89	971788.48	659642.52	972100.74
Línea 5	659691.75	972086.58	659597.34	971783.76
Línea 6	659609.47	971779.04	659731.54	972075.78
Línea 7	659767.29	972067.69	659623.64	971772.30
Línea 8	659708.61	971882.23	659790.89	972054.88
Línea 9	659818.54	972035.32	659743.59	971880.60
Línea 10	659780.10	971880.88	659840.80	972015.09

ANEXO 3.

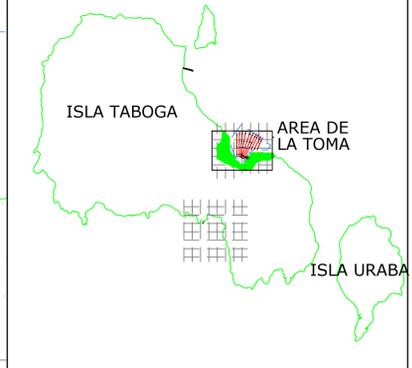
Plano de perfilado de fondo



LOCALIZACIÓN GENERAL

4242 II NE ESCALA: 1:50,000

- NOTAS TÉCNICAS:
1. EL TRABAJO SE REALIZÓ BAJO EL SISTEMA MÉTRICO INTERNACIONAL (DISTANCIAS EN METROS).
 2. PARA EL POSICIONAMIENTO SE UTILIZÓ UN GPS SOUTH GALAXY G3 EN CONFIGURACIÓN AUTÓNOMA.
 3. EQUIPO SYWEST STRATABOX CON TRANSDUCTOR DE BAJA FRECUENCIA DE 10KHz.
 4. PARA LA COLECCIÓN DE DATOS DE PROFUNDIDAD SE UTILIZÓ EL SOFTWARE HIDROGRÁFICO HYPACK 2014.
 5. EL DATUM DE REFERENCIA ES EL WGS84, ZONA 17 NORTE.
 6. EL DATUM VERTICAL DE REFERENCIA ES EL MLWS MEAN LOW WATER SPRING - PROM. MAREAS Bajas EN SIGGIAS.
 7. EL TIPO DE NORTE ES DE CUADRÍCULA.
 8. LOS DATOS SON EXACTOS SOLO EN LOS PUNTOS DEL SONDEO BATIMÉTRICO
 9. LA CUADRÍCULA TIENE UNA SEPARACIÓN DE 100m EN AMBAS DIRECCIONES.
 10. FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 3 DE FEBRERO 2024.



PLANTA DE UBICACIÓN

ESCALA: 1:40,000

REPÚBLICA DE PANAMÁ

PROVINCIA: PANAMA DISTRITO: PANAMA
CORREGIMIENTO: BALBOA LUGAR: ISLA TABOGA

PERFILACION DE FONDO MARINO DE AREA DE TOMA DE AGUA PARA PROYECTO: "ESTUDIO, DISEÑO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE"

LEVANTADO: ADALBERTO ALGUERO
DIBUJADO: ADALBERTO ALGUERO

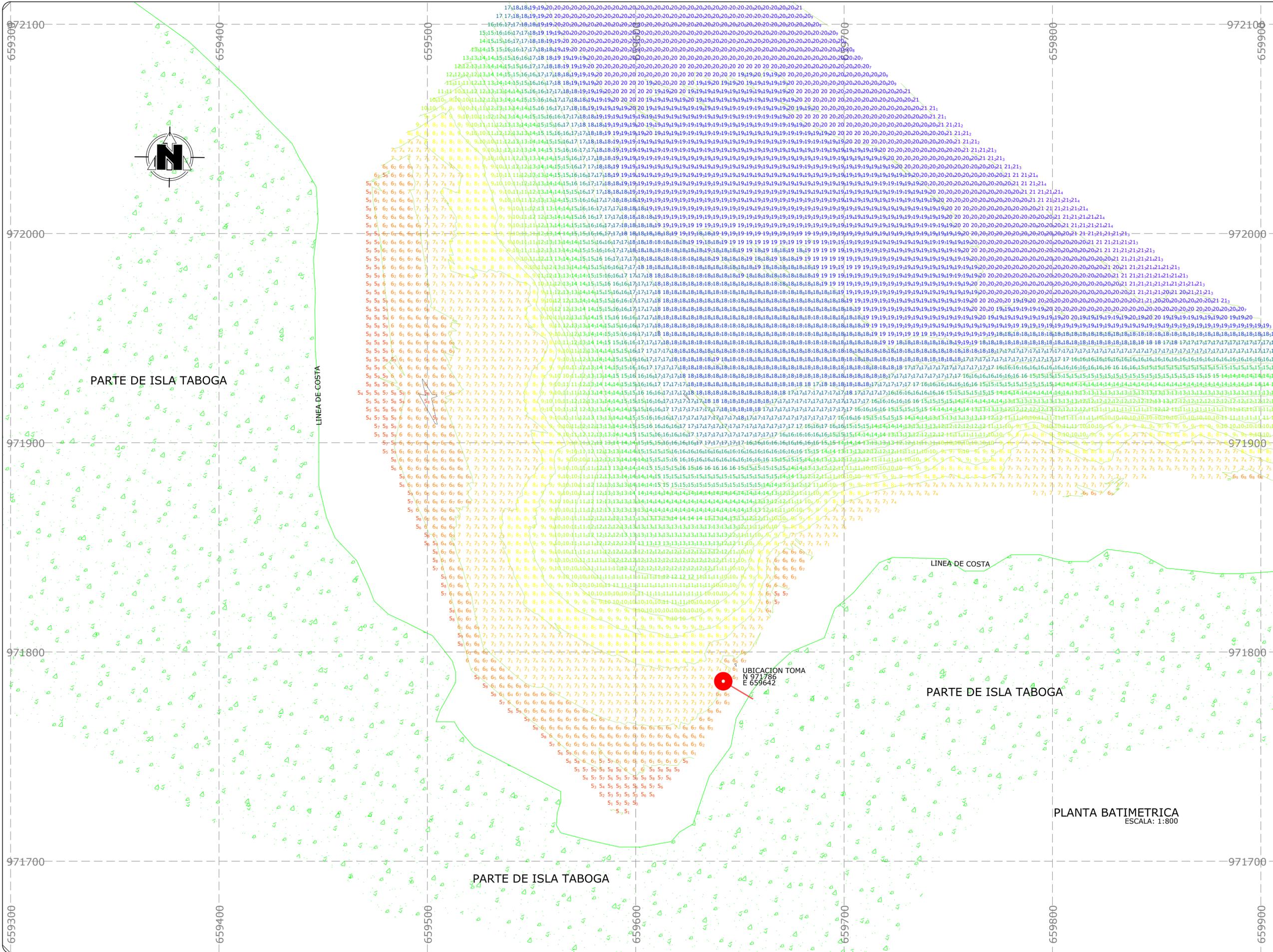


FECHA: FEBRERO 2024
HOJA: 1 DE 1

PLANTA DE ALINEAMIENTOS
ESCALA: 1:800

ANEXO 4.

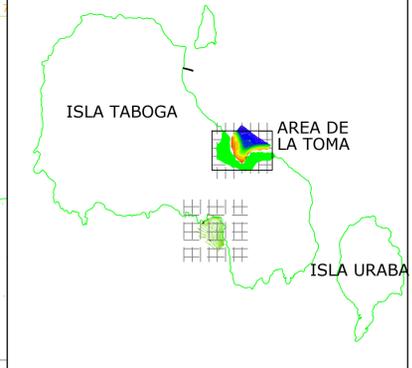
Plano de Batimetría en toma de agua



LOCALIZACIÓN GENERAL
4242 II NE

ESCALA: 1:50,000

- NOTAS TÉCNICAS:
1. EL TRABAJO SE REALIZÓ BAJO EL SISTEMA MÉTRICO INTERNACIONAL (DISTANCIAS EN METROS).
 2. PARA EL POSICIONAMIENTO SE UTILIZÓ UN GPS SOUTH GALAXY G3 EN CONFIGURACIÓN AUTÓNOMA.
 3. EQUIPO ECOSONDA MONOHAZ SOUTH SDE-28 TRANSDUCTOR DE ALTA FRECUENCIA DE 210KHZ.
 4. PARA LA COLECCIÓN DE DATOS DE PROFUNDIDAD SE UTILIZÓ EL SOFTWARE HIDROGRÁFICO HYPACK 2014.
 5. EL DATUM DE REFERENCIA ES EL WGS84, ZONA 17 NORTE.
 6. EL DATUM VERTICAL DE REFERENCIA ES EL MLWS MEAN LOW WATER SPRING - PROM. MAREAS BAJAS EN SIGCIAS.
 7. EL TIPO DE NORTE ES DE CUADRICULA.
 8. LOS DATOS SON EXACTOS SOLO EN LOS PUNTOS DEL SONDEO BATIMÉTRICO.
 9. LA CUADRÍCULA TIENE UNA SEPARACIÓN DE 100m EN AMBAS DIRECCIONES.
 10. FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 3 DE FEBRERO 2024.



PLANTA DE UBICACIÓN

ESCALA: 1:40,000

REPÚBLICA DE PANAMÁ

PROVINCIA: PANAMA DISTRITO: PANAMA
CORREGIMIENTO: BALBOA LUGAR: ISLA TABOGA

LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO DE ÁREA DE TOMA DE AGUA PARA PROYECTO: "ESTUDIO, DISEÑO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE"

LEVANTADO: ADALBERTO ALGUERO
DIBUJADO: ADALBERTO ALGUERO



FECHA: FEBRERO 2024
HOJA: 1 DE 2

PLANTA BATIMÉTRICA
ESCALA: 1:800

ANEXO 5.

Fotografías del fondo marino durante las inmersiones para caracterización de la fauna acuática

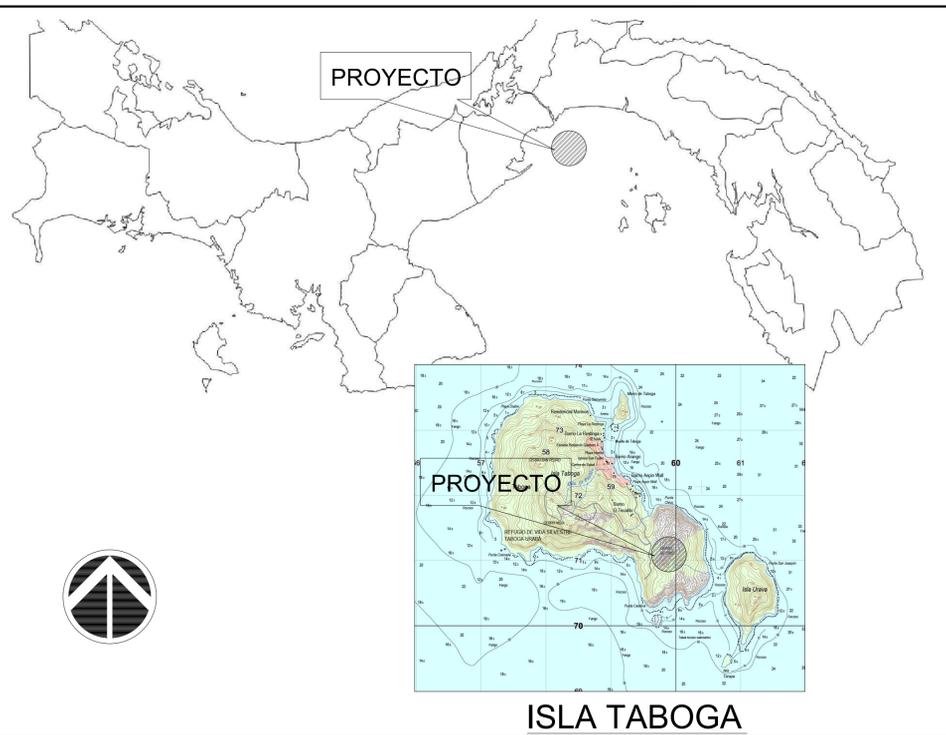
Vista parcial del fondo arenoso fangoso en la zona de toma de agua cruda, se evidencian neumáticos y desechos



Fuente: Estudio de Caracterización de fauna marina, EsIA 2024.

ANEXO 2. Plano con detalle de los trabajos a realizar en la toma de
agua cruda

ESTOS PLANOS Y SUS ESPECIFICACIONES SON PROPIEDAD Y TIENEN DERECHOS RESERVADOS DE CONSORCIO AGUA DE TABOGA Y NO DEBERAN SER UTILIZADOS PARA NINGUN OTRO TRABAJO SIN EL CONSENTIMIENTO DEL CONSORCIO AGUA DE TABOGA. COTAS RIGEN SOBRE ESCALAS Y DEBERAN SER VERIFICADAS EN SITIO. CUALQUIER DISCREPANCIA EN EL PROYECTO DEBERA SER NOTIFICADA A.C.A.T. ANTES DE LA CONSTRUCCION



ISLA TABOGA

UBICACION REGIONAL DEL PROYECTO
ESCALA 1:5000

DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

Descripción:

- Toma de agua cruda y línea de inmisario**

La toma de agua cruda será de tipo torre con capacidad de captación de 1.5 MGD, y estará conformada por un cajón de hormigón reforzado para uso en ambientes marinos, con ventanas para la captación, ubicadas en la zona superior de los laterales del cajón, contará con rejas de acero inoxidable con distancia entre barras de 50 - 300 mm. Las ventanas con sus rejas, tendrán la función de evitar la intrusión de arena, peces, algas y desechos sólidos.

Para la colocación de la toma de agua de cruda se utilizará un barco grúa (barcaza) que trasladará el cajón prefabricado hasta el punto propuesto, el cajón se hundirá y se mantendrá anclado en su propio peso.

Por otro lado, se instalará un inmisario desde la toma de agua de mar, hasta el pozo de succión, compuesto de dos (2) ramales de tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) de 10" de diámetro cada una, con una longitud de 34.28 m.

Para la instalación del inmisario se colocarán tuberías armadas con piezas de concreto, que ayudarán al fondeo de los tramos durante su instalación.

Para la instalación de los tramos armados de tuberías, se utilizará un barco grúa (barcaza), e inicialmente los tramos flotarán en el punto propuesto, y a medida que se introduzca agua en el extremo de los tubos, el peso causará que los tubos se apoyen longitudinalmente sobre el fondo.

Pozo de succión y estación de bombeo de agua cruda (EBAC)

Pozo de succión

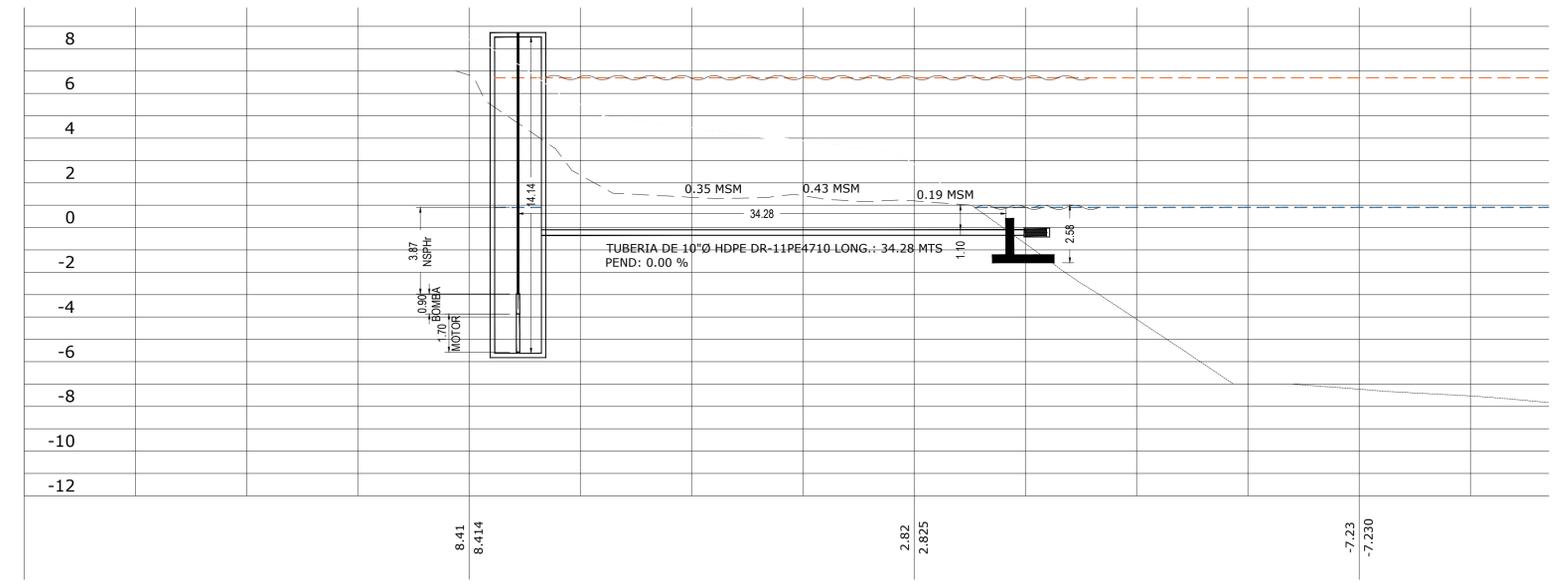
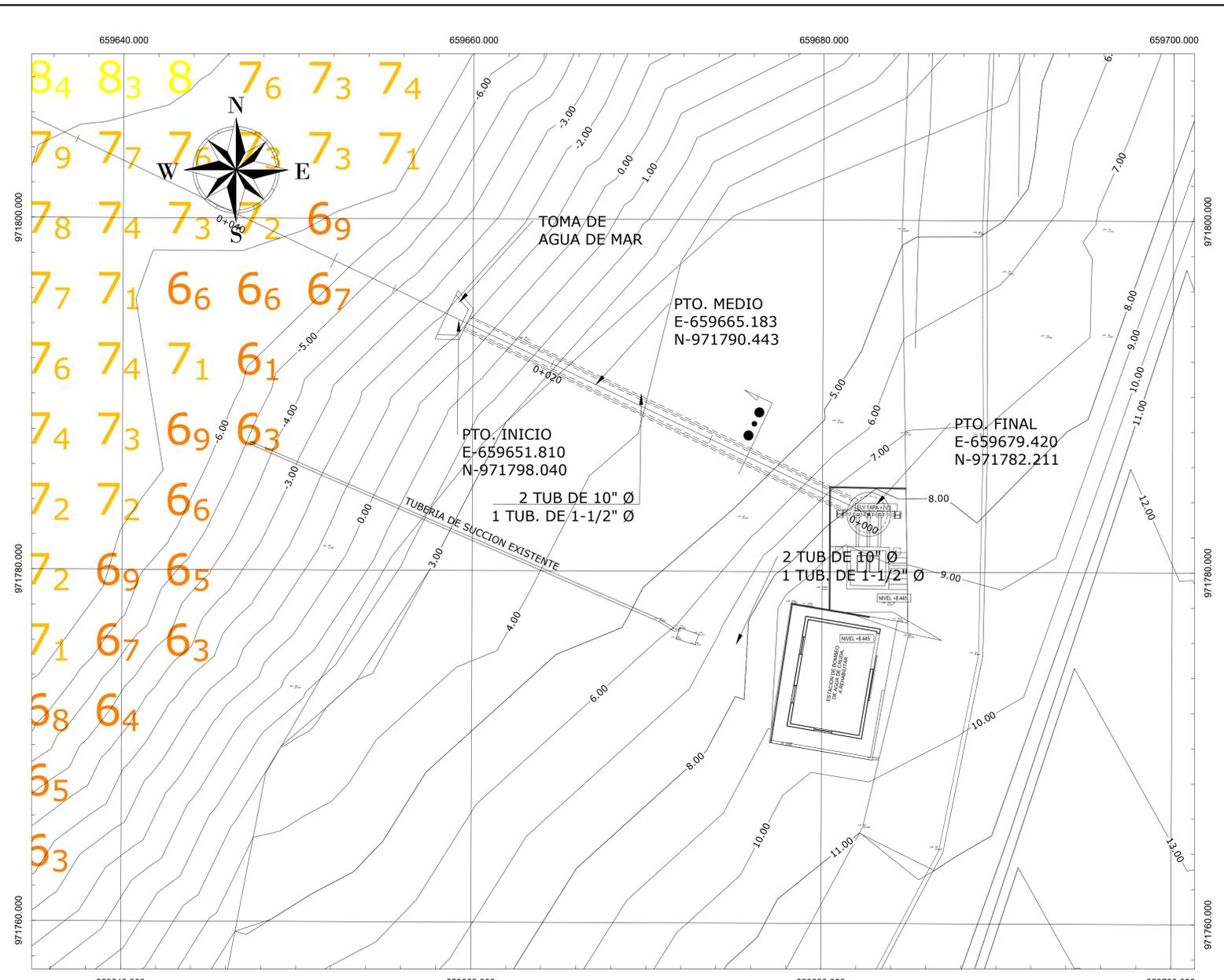
El pozo de succión se ubicará sobre el lecho rocoso ubicado en el área de servidumbre de la calle de acceso a la estación de bombeo de agua cruda (EBAC) existente. Para su instalación será necesario realizar una perforación vertical del lecho rocoso a una profundidad de 10 metros. Este diseño permitirá que el agua de mar entre por gravedad a través de la toma de agua e inmisario, y pueda ser acumulada en el pozo existente, para posteriormente ser bombeada hasta la planta desalinizadora.

Estación de bombeo de agua cruda (EBAC)

La EBAC ocupará un área de 6.25 m², y estará ubicada en el área de servidumbre de la calle de acceso a la toma de agua existente. Para la construcción de la EBAC será necesario realizar un corte de terreno, generando un volumen de tierra de 25 m³ y un relleno que requerirá de 8.16 m³ de material. El material excedente que corresponde a un volumen de 16.84 m³, será utilizado como material para los rellenos requeridos durante la rehabilitación de las calles de accesos e instalación de las tuberías de conducción, aducción, impulsión y distribución.

La EBAC contará con tres (3) bombas, motores de tipo turbina vertical, tubería de impulsión con sistema de anclaje y protección, sistema eléctrico, incluido el tablero de control para los equipos de bombeo, medidor de caudal electromagnético, sistemas especiales, sistemas contra incendios, componentes eléctricos y mecánicos, cerca perimetral, portón de acceso. Adicional, se incluirán trabajos de estabilización del sitio (conformación de taludes y muros), vialidad interna, drenajes, paisajismo e iluminación.

DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS TAC
TAC ESCALA 1:500



PLANTA TOMA DE AGUA CRUDA
TAC ESCALA 1:500



NOTAS:

Director Ingenieria Municipal

Director Nacional de Ingenieria IDAAN N° Cedula

DETALLE DE REVISION	Por Rev.	Fecha	Rev.

Aprobado por:



AUTORIDAD DE TURISMO DE PANAMA

Título del Proyecto:
Estudio, Diseño, Construcción Operación y Mantenimiento del Nuevo Sistema de Agua Potable, Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Actual de Agua Potable; Diseño de Nuevo Sistema de Alcantarillado Sanitario y Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Isla de Taboga, Distrito de Taboga, Provincia de Panama

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL, AMPLIACION DE LINEA AGUA CRUDA

Diseño:	Dibujo:	Revisado:	Aprobado:	Fecha:
---------	---------	-----------	-----------	--------

N° Interno del Proyecto:	Uso:
--------------------------	------

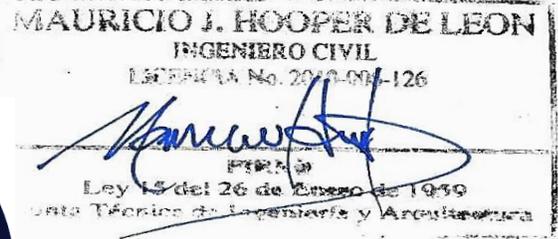
Escala:	Zona:
LA INDICADA	WSG-84 - 17 NORTE

ESTE DOCUMENTO HA SIDO PREPARADO DE ACUERDO A LOS TERMINOS DE REFERENCIA DE CONSORCIO TABOGA CON SU CLIENTE. CAT NO ACEPTA NINGUNA RESPONSABILIDAD POR EL USO DE ESTE DOCUMENTO FUERA DE LOS COMPONENTES INVOLUCADOS EN EL DISEÑO. EL USO ES SOLO PARA LOS FINES PARA LOS QUE SE PREPARO Y SE PROPORCIONO



Codigo de Hoja:	CONSECUTIVO	TOTAL DE HOJAS
-----------------	-------------	----------------

ANEXO 3. Análisis de ascenso del nivel de mar



Análisis de Ascenso del Nivel de Mar

Estudio, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de un Nuevo Sistema de Agua Potable (Desalinizadora) para la Isla de Taboga y Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Existente

1 de agosto de 2024

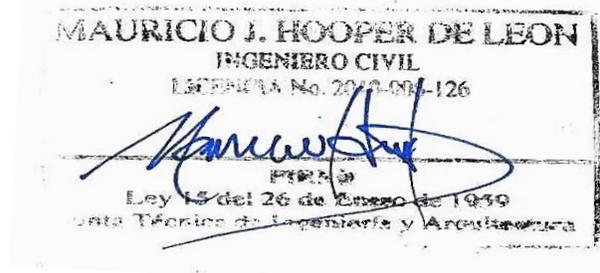
Preparado para:

Autoridad de Turismo de Panamá

Layne Consulting Services S.A.

Preparado por:

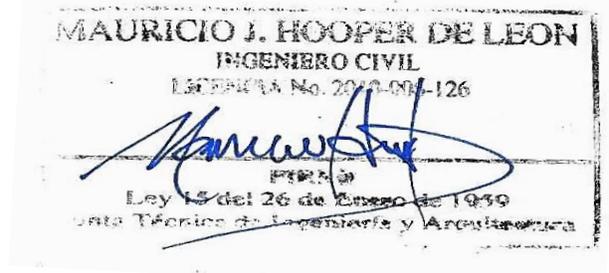
Ing. Mauricio Hooper, PhD



ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR:
DESALINIZADORA, TABOGA

Contenido

Contenido.....	2
Índice de Ilustraciones	3
1. Introducción	4
2. Localización Regional.....	4
3. Data.....	5
4. Análisis Cualitativo.....	8
5. Análisis Cuantitativo.....	11
6. Conclusiones	15
7. Recomendaciones	16
8. Bibliografía	16



Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Localización regional del área de estudio. Imagen digitalizada del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia..... 5

Ilustración 2: Levantamiento topográfico y alineamiento del poblado de la isla de Taboga..... 6

Ilustración 3: Topografía local del sitio de análisis. DEM del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia y curvas de nivel generadas a cada 20 m. 7

Ilustración 4: Mapa de inundación con caso de cambio climático. Mapa del Sistema Nacional de Información Ambiental con resolución de 5 m..... 8

Ilustración 5: Análisis cualitativo de posible inundación de la zona de la toma de agua. 9

Ilustración 6: Análisis cualitativo de posible inundación de la línea de distribución media_baja de la isla de Taboga. 10

Ilustración 7: Topografía de Taboga con caso de inundación por cambio climático..... 12

Ilustración 8: Componentes del proyecto en condiciones de inundación por cambio climático. 13

Ilustración 9: Análisis de la toma de agua en condición de inundación por escenario de cambio climático. 14

Ilustración 10: Análisis de la línea de distribución media_baja en condición de inundación por escenario de cambio climático..... 15



1. Introducción

El presente informe corresponde a un análisis de ascenso del nivel del mar para el proyecto Estudio, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de un Nuevo Sistema de Agua Potable (Desalinizadora) para la Isla de Taboga y Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Existente ubicado en el corregimiento de Taboga, distrito de Taboga, provincia de Panamá. El informe presenta la información de localización, topografía por un levantamiento en sitio, topografía del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, niveles de inundación proyectados con cambio climático presentado por el Sistema Nacional de Información Ambiental del Ministerio de Ambiente y comparaciones cualitativas y cuantitativas de los diversos niveles de los componentes principales del proyecto contra los niveles de inundación proyectados. Se utilizó la herramienta Quantum Geographic Information System (QGIS) y diversas capas digitales para realizar el análisis.

2. Localización Regional

El área de estudio se encuentra localizada en el corregimiento de Taboga, distrito de Taboga, provincia de Panamá, República de Panamá (Ilustración 1). Tiene coordenadas UTM 658890E y 972865N, aproximadamente. La isla de Taboga se caracteriza por tener actividades comerciales y residenciales, siendo un sitio importante para la región.

El proyecto tiene diversos componentes que están ubicados en distintos puntos de la isla. En la parte norte se ubican las líneas de conducción, líneas de impulsión, líneas de distribución y la toma de agua. En la parte sur se encuentra la descarga de la salmuera. La ubicación precisa de cada componente es descrita en los siguientes puntos.

ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR:
 DESALINIZADORA, TABOGA

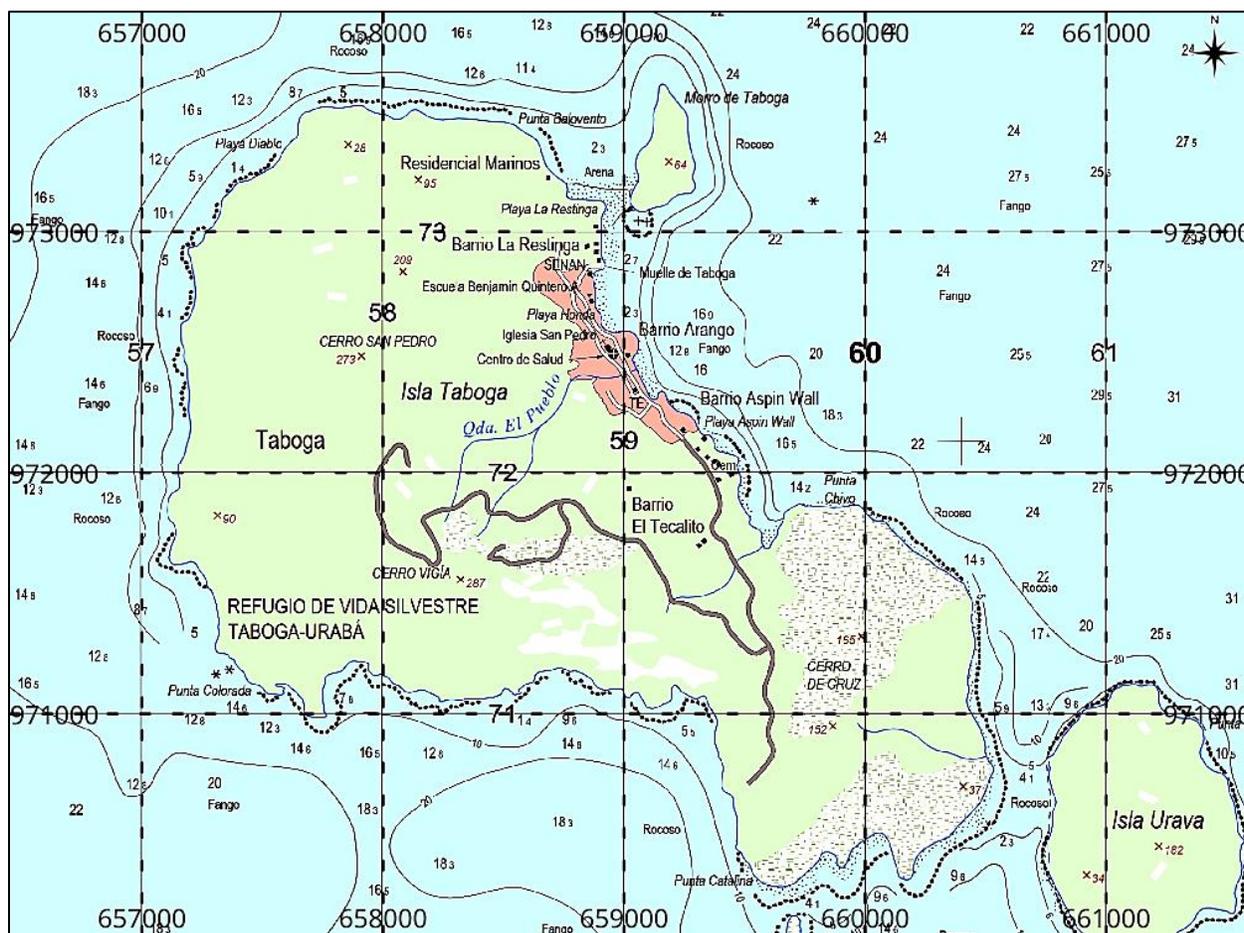
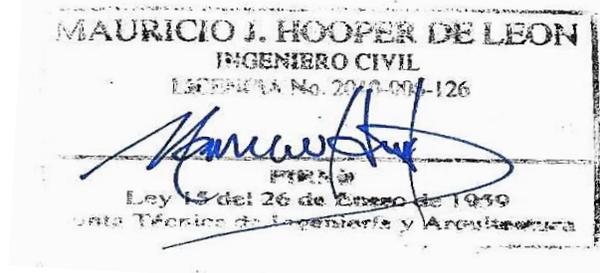


Ilustración 1: Localización regional del área de estudio. Imagen digitalizada del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia.

3. Data

Se obtuvo data de diversas fuentes tanto por levantamientos en sitio como data digital de Panamá. Se contó con data proveniente de un levantamiento local. Según el archivo en formato CAD manejado, se utilizaron múltiples puntos para generar una superficie por medio de la técnica de interpolación. La interpolación generó curvas de nivel de 0.5 m a 2.5 m cuyas propiedades presentan 4111 puntos, elevación mínima de 1.057 m y máxima de 78.325 m. Adicional al levantamiento topográfico, se realizó un levantamiento de la zona poblada, sus calles y diversos puntos de interés (Ilustración 2).



ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR:
DESALINIZADORA, TABOGA

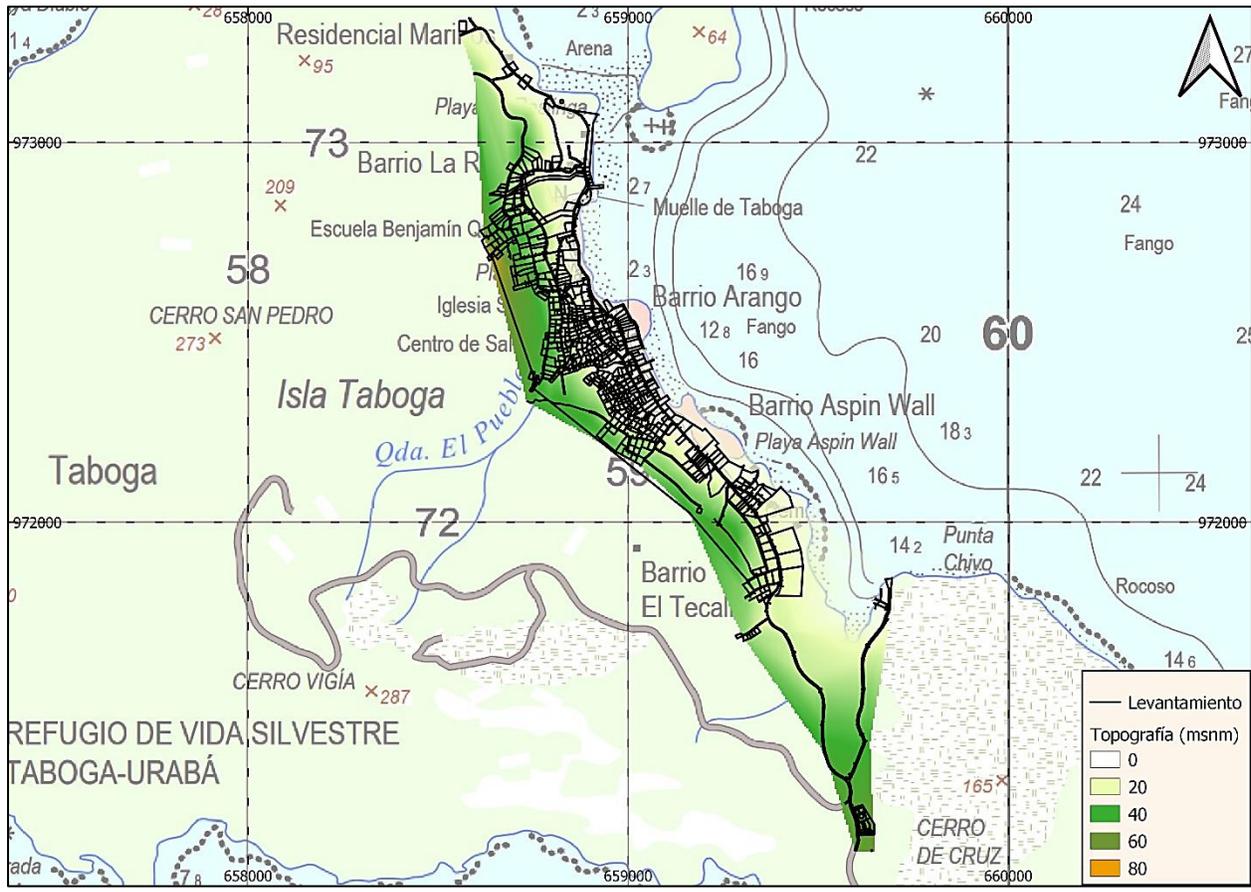


Ilustración 2: Levantamiento topográfico y alineamiento del poblado de la isla de Taboga.

La data del modelo digital del terreno (DEM, por sus siglas en inglés) completa para la isla de Taboga fue obtenida de los mapas de terrenos digitales del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia con la capa 4242_II_NE y una resolución de 5 m x 5 m. Con esta capa se manejó la topografía digital de la isla desde el punto más alto el Cerro Vigía hasta los más bajos en la zona costera (Ilustración 3).



MAURICIO J. HOOPER DE LEON
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIADO No. 2010-001-126

Mauricio Hooper

PRIN
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR:
 DESALINIZADORA, TABOGA

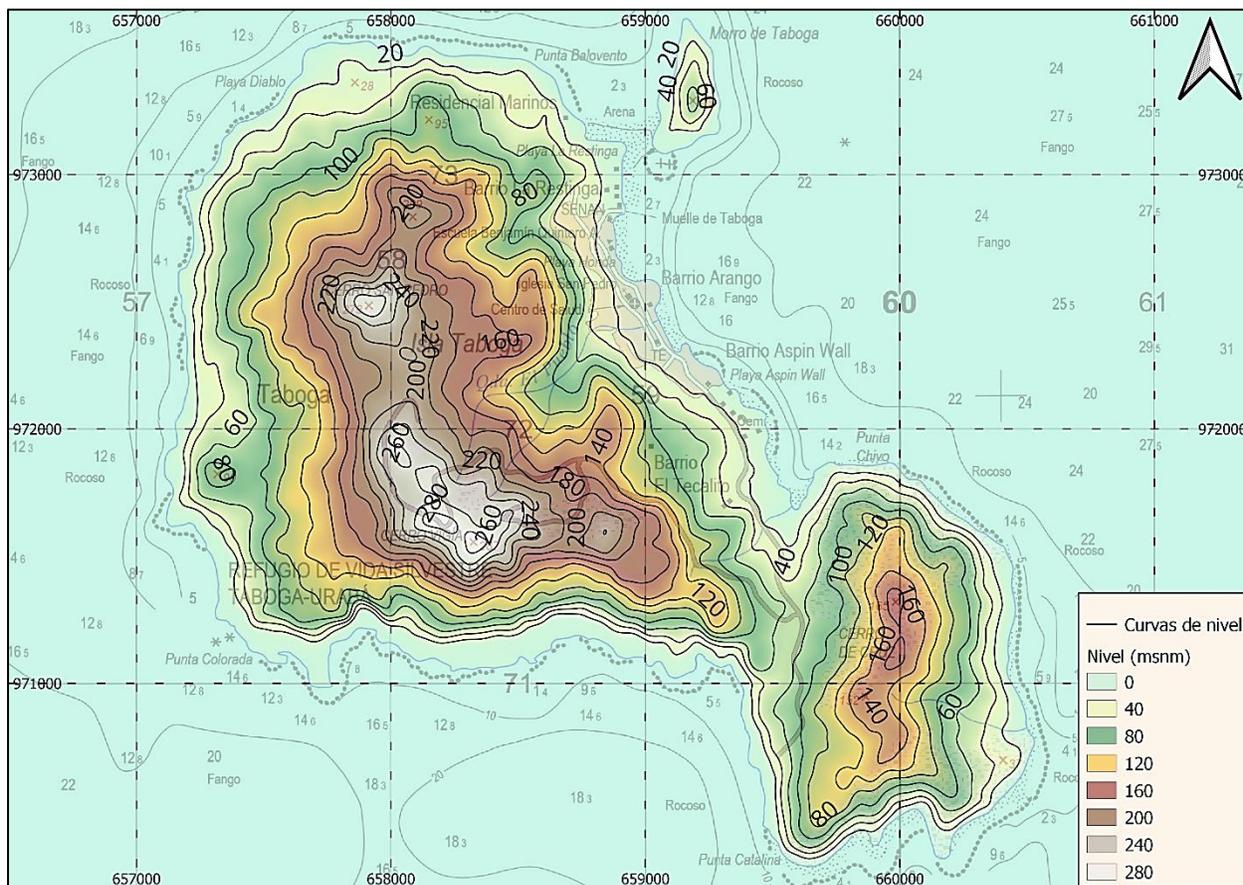


Ilustración 3: Topografía local del sitio de análisis. DEM del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia y curvas de nivel generadas a cada 20 m.

Adicionalmente, se utilizó el dato abierto del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) del Ministerio de Ambiente, ubicado en la sección de cambio climático, donde se presenta un mapa en formato .TIF titulado “Posibilidad de Inundación Costera Permanente, año horizonte 2050, en la República de Panamá, resolución espacial horizontal de 5 m (Escenario SSP5-8.5, Confianza Baja, Percentil 50%)” en el cual se presentan diversos niveles de inundación, variando entre 0 a 2.5 m, para el caso escenario con cambio climático en todo el país de Panamá (Ilustración 4).



ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR:
 DESALINIZADORA, TABOGA

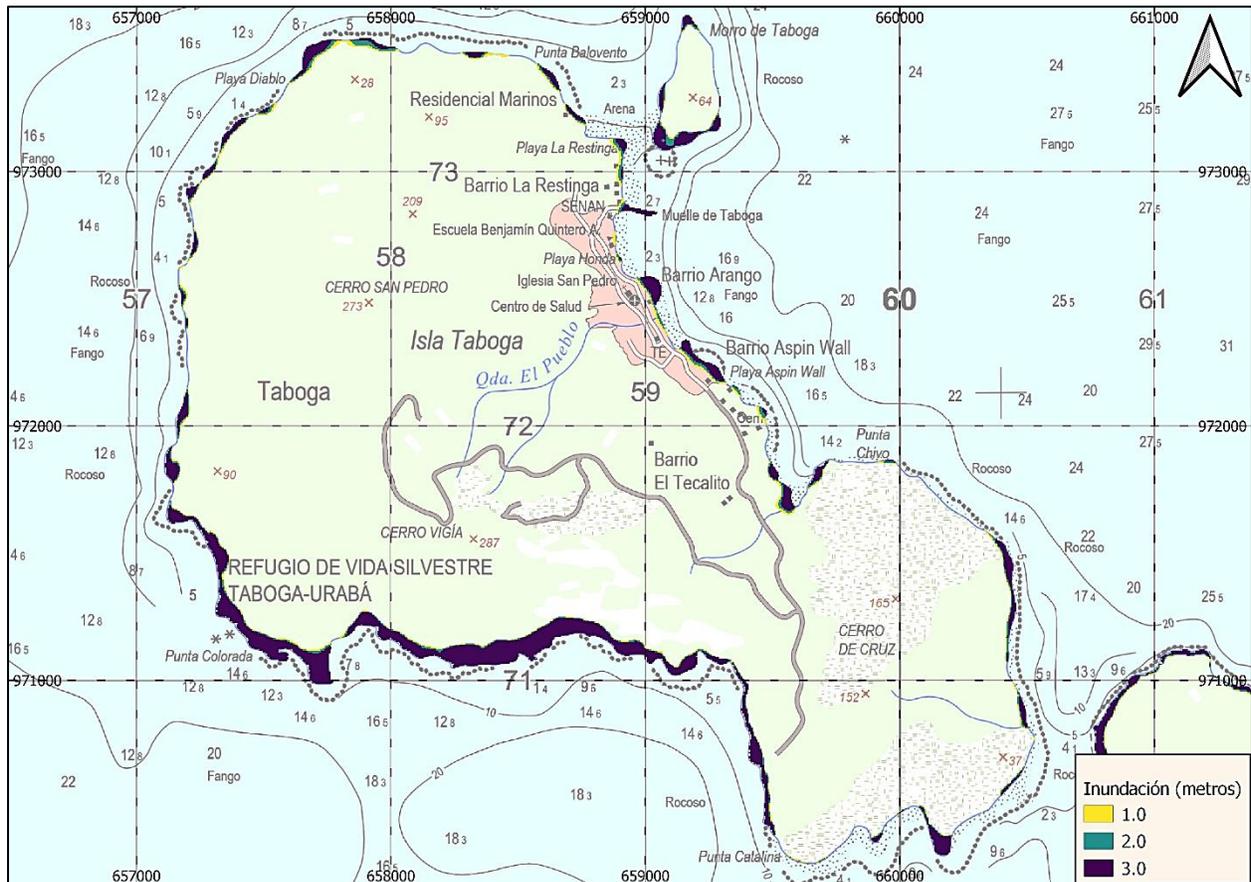
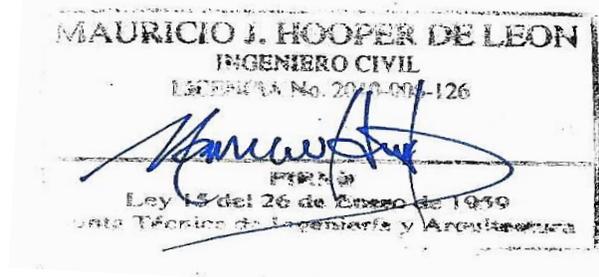


Ilustración 4: Mapa de inundación con caso de cambio climático. Mapa del Sistema Nacional de Información Ambiental con resolución de 5 m.

4. Análisis Cualitativo

Se realizó un análisis cualitativo utilizando el levantamiento en sitio y el mapa de inundación del sitio. Se categoriza como cualitativo ya que al exportar el levantamiento y la superficie del formato CAD hacia el programa QGIS y sobreponerlo con el archivo del SINIA, se puede observar un desfase menor en ciertos pixeles entre la inundación del SINIA y el valor del levantamiento. Diversas razones pueden ser atribuidas a este desfase, por ejemplo, la precisión de la interpolación en la zona costera ya que se espera cierta cantidad de puntos levantados en sitio, sin embargo, el resto de los puntos son interpolados. Otra razón puede ser la instrumentación utilizada para el levantamiento con respecto a la que utilizó el SINIA para la



ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR: DESALINIZADORA, TABOGA

modelación de la inundación, la cual hace una diferencia a la hora de ser interpretados por los programas de manipulación de data digital. También se puede deducir que ambas datas están propensas a errores humanos que de manera independiente afectan las interpretaciones de la topografía real.

Superponiendo el levantamiento topográfico con el mapa de inundación del SINIA se puede observar posibles sitios propensos a inundación permanente por ascenso del nivel del mar. Se analiza la toma de agua (Ilustración 5) cuya elevación según el levantamiento está entre 7.2985 msnm y 8.3220 msnm. Los puntos colindantes hacia la costa reportan una elevación entre 4.8578 msnm y 6.0314 msnm. Para la zona donde se encuentra la toma se espera que el ascenso del nivel del mar alcance unos 0.9564 metros lo que de manera cualitativa se puede interpretar que no alcanzaría el nivel de la toma el cual está indicado en 8.445 msnm.

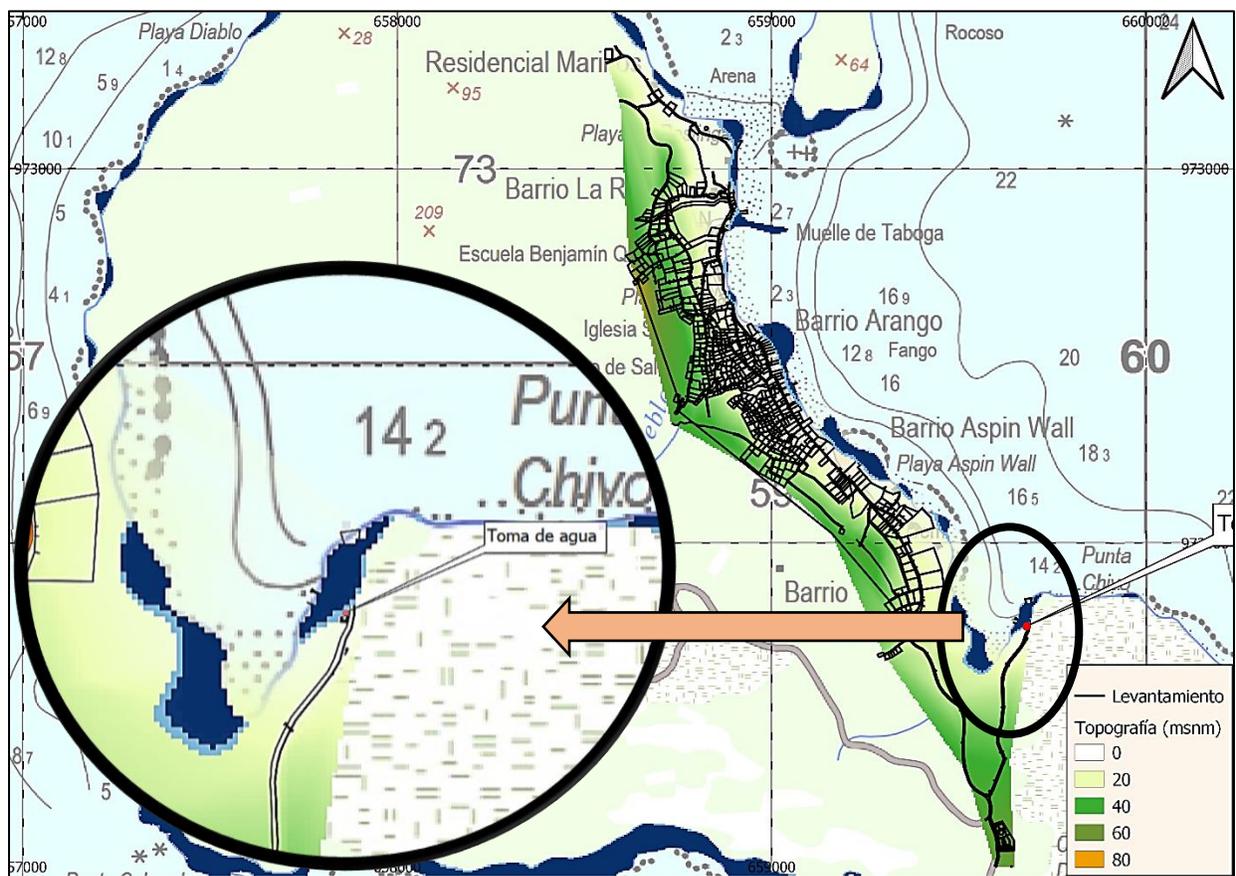


Ilustración 5: Análisis cualitativo de posible inundación de la zona de la toma de agua.

MAURICIO J. HOOPER DE LEON
INGENIERO CIVIL
LICENCIADA No. 2010-001-126
Mauricio Hooper
Firma
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Unidad Técnica de Ingeniería y Arquitectura

ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR: DESALINIZADORA, TABOGA

Para el caso de la línea de distribución media_baja se realizó un análisis cualitativo similar al de la toma de agua. Se superpusieron las capas del levantamiento, mapa de inundación del SINIA y la línea de distribución media_baja para observar las posibles zonas de inundación. Se pueden identificar tres zonas (Ilustración 8) de posible inundación con profundidades que van desde los 0.9566 metros hasta los 1.9566 metros.

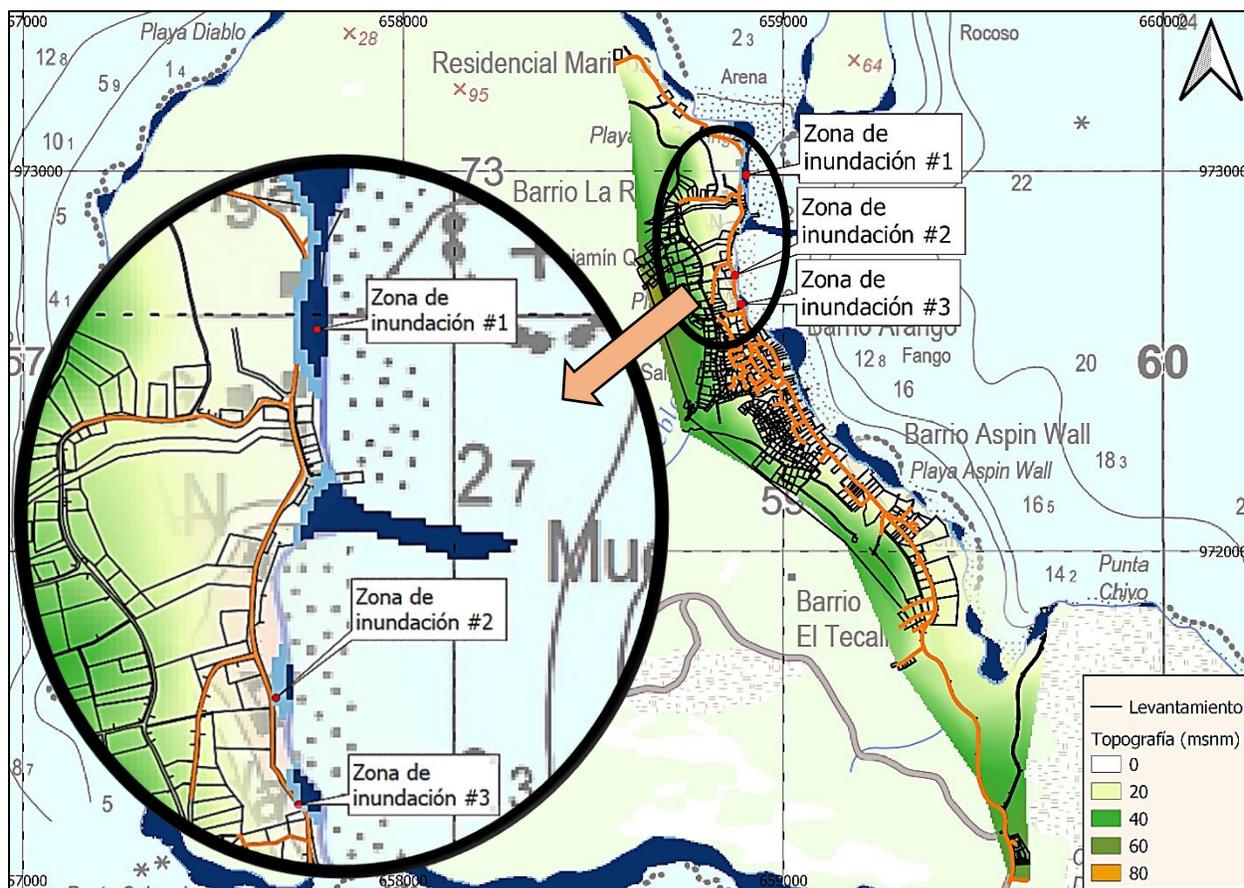


Ilustración 6: Análisis cualitativo de posible inundación de la línea de distribución media_baja de la isla de Taboga.



5. Análisis Cuantitativo

Una observación detallada llevó a la conclusión de que mapa de inundación del SINIA tiene correlación directa con el mapa digital de elevación del Tommy Guardia. Se pueden observar que, al superponer el mapa del Tommy Guardia, el archivo de elevación digital y el mapa del SINIA, los pixeles inundados coinciden con la forma del terreno y los niveles de elevación de cada uno. Se dice un análisis cuantitativo ya que tanto el mapa digital del Tommy Guardia como el mapa de inundación del SINIA tienen la misma referencia, por lo cual se pueden sumar las informaciones y tener una referencia de inundación cuantitativa.

Con el programa QGIS se sumaron las propiedades de elevación del mapa digital del Tommy Guardia y archivo del SINIA para analizar el nivel esperado de inundación con caso escenario de cambio climático. La data del SINIA tiene propiedades de elevación asociada a la profundidad de agua esperada por encima del suelo natural actual. Esta información se obtiene perimetralmente por todo el borde de la isla en aquellos puntos donde se espera la inundación. En aquellos puntos de donde no se espera la inundación, el archivo del SINIA tiene un valor de “sin datos” (No data, por sus palabras en inglés) arbitrario que hay que reemplazar por un valor de cero (0) para poder sumar esta capa modificada con la capa DEM de la topografía local. Este reemplazo de valores se realizó con la calculadora ráster del QGIS para posteriormente hacer la suma de las dos capas. Esta suma resulta en elevaciones del terreno que en una condición estática máxima de nivel mar inundando las costas de la isla de Taboga en conjunto con los niveles topográficos que no llegan a inundarse (Ilustración 7).

MAURICIO J. HOOPER DE LEON
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIADO No. 2010-001-126
 FIRMADO
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR:
 DESALINIZADORA, TABOGA

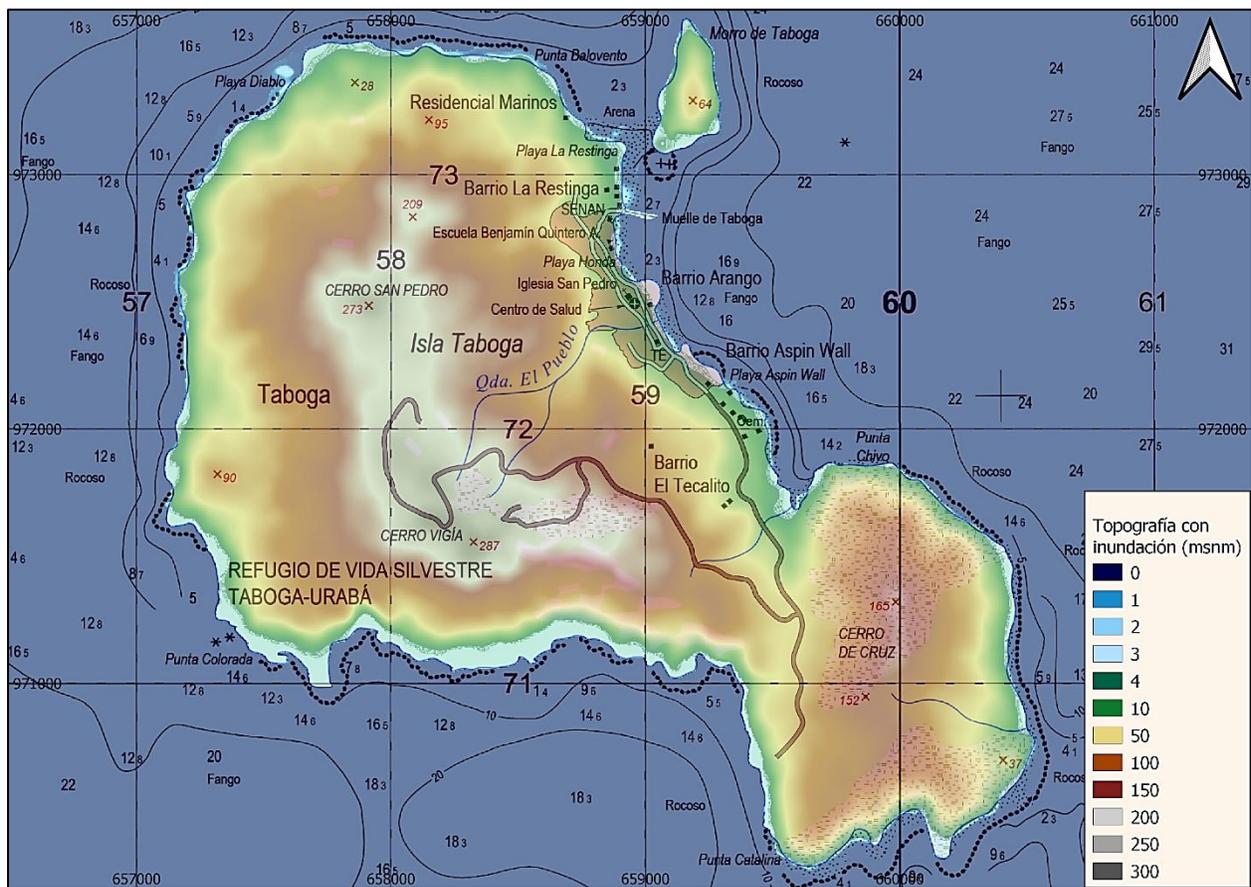


Ilustración 7: Topografía de Taboga con caso de inundación por cambio climático.

Se realizó el análisis cuantitativo de ascenso del nivel del mar para la isla de Taboga utilizando el mapa combinando entre mapa digital del Tommy Guardia, el de inundación por cambio climático del SINIA, y la ubicación de las diferentes componentes del proyecto. En la Ilustración 8 se presentan las diferentes componentes del proyecto, incluyendo las líneas de distribución, aducción, conducción, toma de agua, descarga de salmuera y tanque de agua.



MAURICIO J. HOOPER DE LEON
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIADO No. 2010-001-126

Mauricio Hooper

PRIN
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR:
 DESALINIZADORA, TABOGA

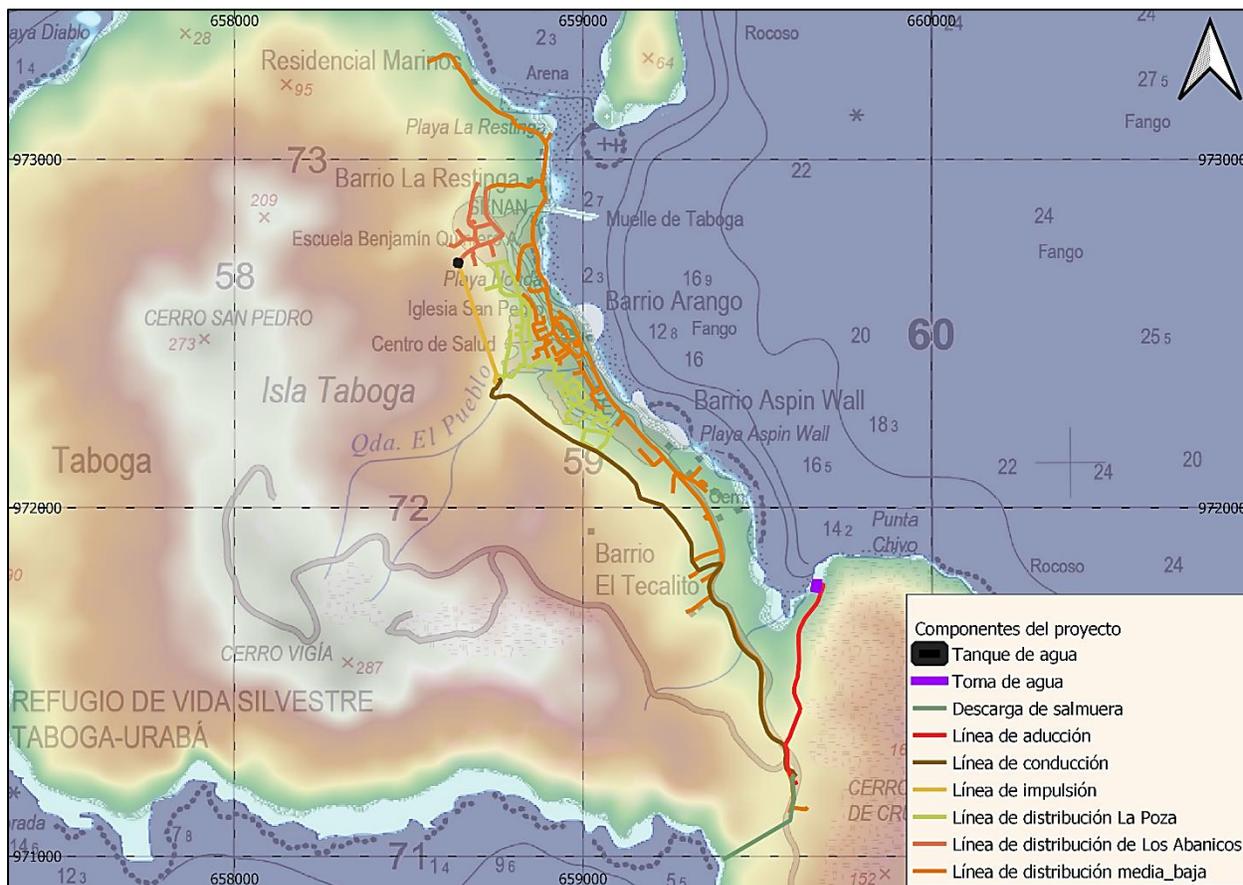


Ilustración 8: Componentes del proyecto en condiciones de inundación por cambio climático.

Basados en la superposición de los componentes del proyecto y el mapa de topografía combinado con inundación, dos componentes principales están en zonas de inundación, la toma de agua y la línea de distribución media_baja. En el caso de la toma de agua, lo niveles de inundación alcanza un nivel máximo de 3.056 msnm. La estructura de la toma está referenciada a una elevación de 8.445 msnm por lo que es este caso la inundación no alcanza el nivel referido a la toma (Ilustración 9).

ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR:
 DESALINIZADORA, TABOGA

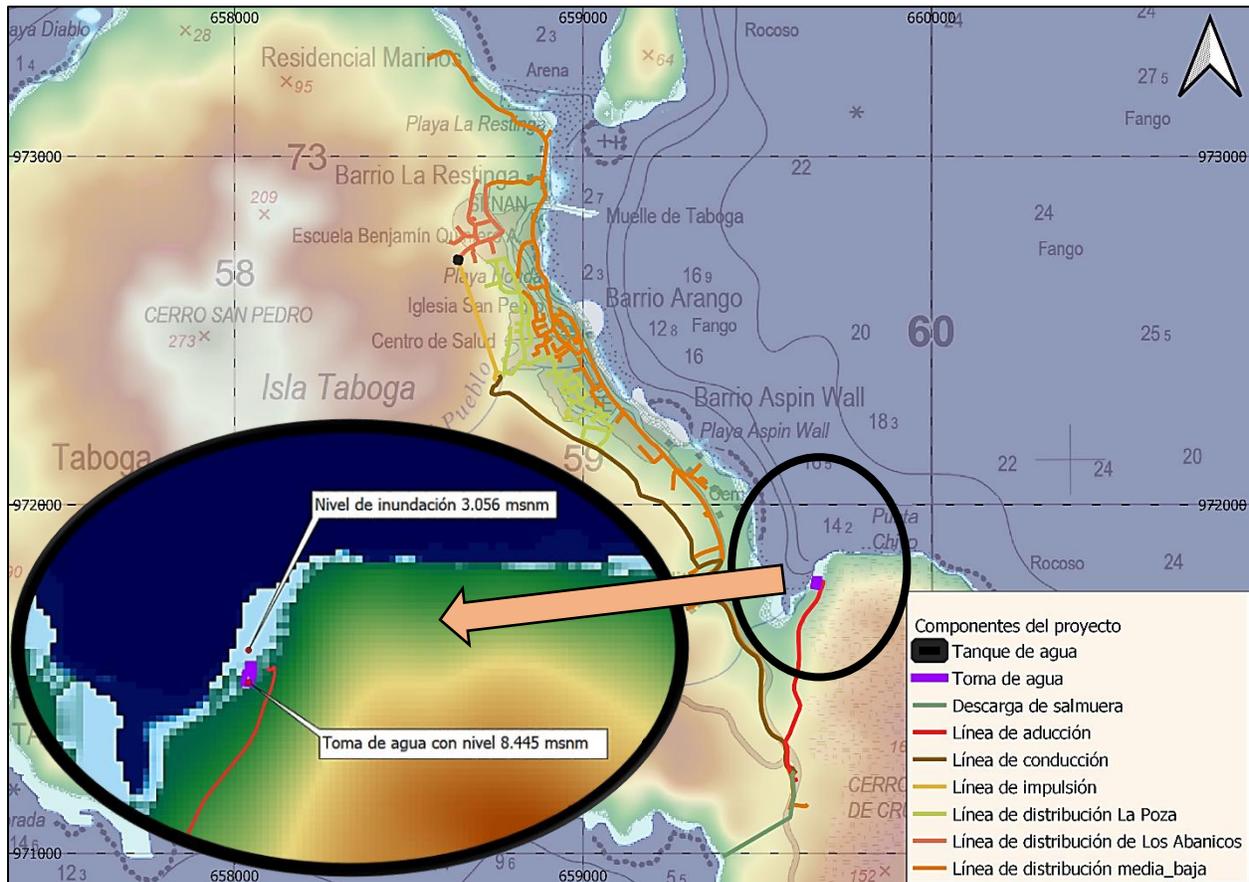


Ilustración 9: Análisis de la toma de agua en condición de inundación por escenario de cambio climático.

En el caso de la línea de distribución media_baja, se encontraron tres zonas donde la inundación proyectada coincide con la zona donde se encuentra la línea. La zona #1 con coordenadas UTM 658892E y 973015N, aproximadamente, tiene profundidades que alcanzan los 3.900 msnm, estando 0.956 m por arriba del nivel topográfico actual. La zona #2 con coordenadas UTM 658873E y 972716N, aproximadamente, tiene profundidades que alcanzan los 3.610 msnm, estando 0.958 m por arriba del nivel topográfico actual. La zona #3 con coordenadas UTM 658897E y 972647N, aproximadamente, tiene profundidades que alcanzan los 3.698 msnm, estando 0.958 m por arriba del nivel topográfico actual.

ANÁLISIS DE NIVEL DEL MAR: DESALINIZADORA, TABOGA

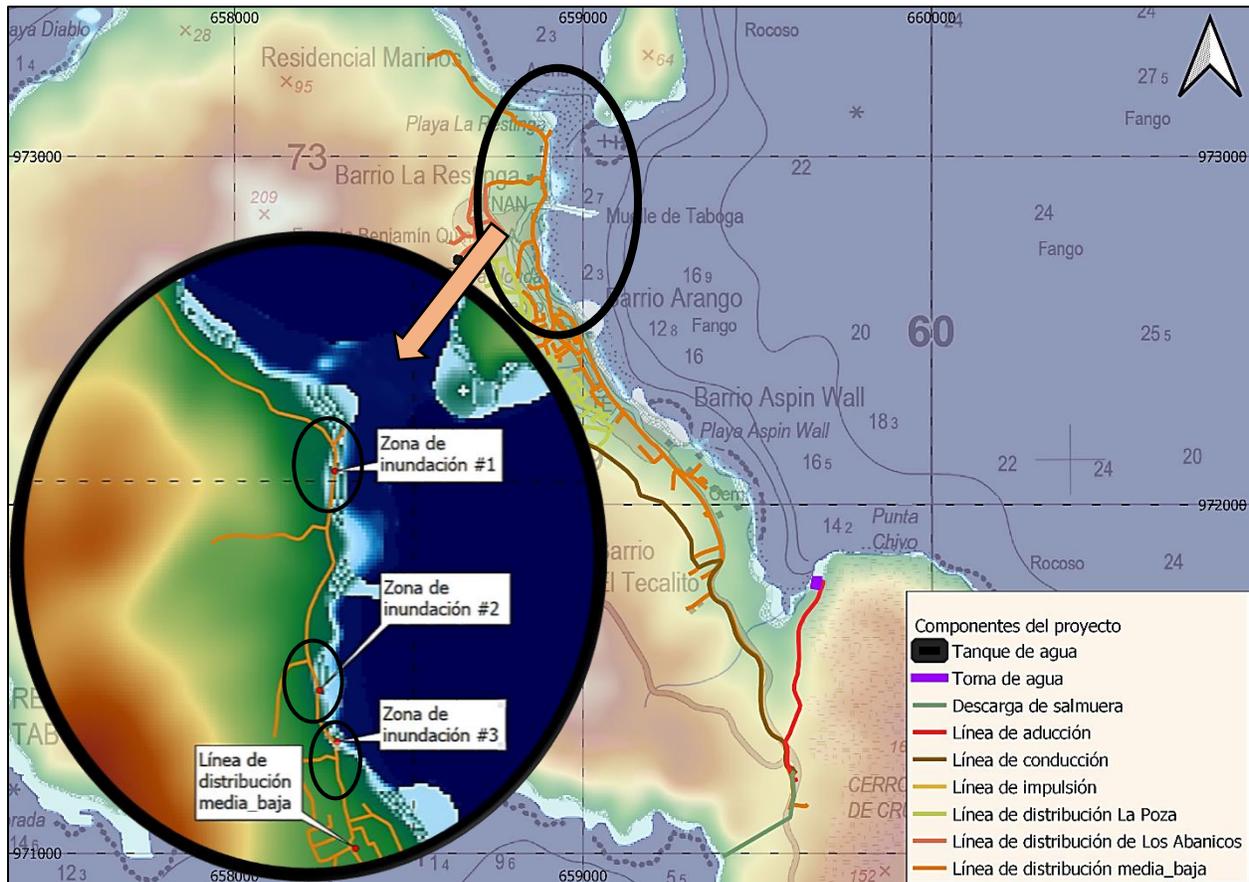


Ilustración 10: Análisis de la línea de distribución media_baja en condición de inundación por escenario de cambio climático.

6. Conclusiones

Los análisis cualitativos y cuantitativos de ascenso del nivel del mar para el escenario de cambio climático para la isla de Taboga indicaron que en el área de la toma de agua no se espera que el nivel de inundación alcance la estructura de la toma ya que ésta tiene una altura proyectada (8.445 msnm) suficiente para estar por encima del nivel de inundación indicado.

No se proyecta que la inundación afecte todos los componentes del proyecto, sin embargo, para la línea de distribución media_baja, tanto el análisis cualitativo como cuantitativo proyectan que hay tres zonas donde



potencialmente se espera que, en caso de darse la inundación, las tuberías quedarían debajo del agua con una profundidad estimada de al menos 0.956 metros.

7. Recomendaciones

En el caso de ascenso paulatino del nivel del mar, como medida de mitigación se recomienda colocar estructuras de protección de la zona, como por ejemplo muros de contención, los cuales no solo pueden proteger las tuberías en zonas de posible inundación, sino también a la población local residente. Adicionalmente se recomienda rellenar las zanjas de excavación de tuberías con material compactado y en la capa superficial vegetación apropiada para mitigar la erosión y posible exposición de las tuberías.

En el caso de un ascenso permanente, como medida de adaptación se recomienda dejar instaladas válvulas de control y conexiones para un posible realineamiento futuro. De darse una inundación permanente, esto conllevaría al desplazamiento de los residentes actuales, forzando a readaptar la línea de distribución, buscando una nueva conectividad, evitando así que las tuberías queden bajo agua lo cual puede ser negativo para la red de distribución ya que de darse una ruptura en estas tuberías inundadas sería complicado identificar una fuga que llevaría a pérdidas de galones de agua potabilizada diariamente.

8. Bibliografía

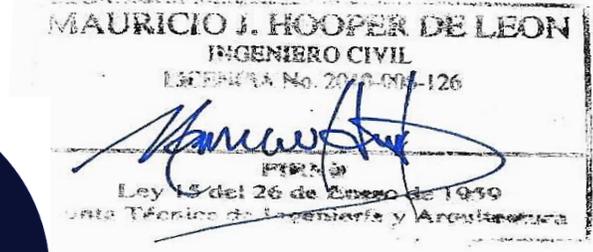
Fábrega, J., Nakaegawa, T., Pinzón, R., Nakayama, K., Arakawa, O., & Sousei, T. (2013). Hydroclimate projections for Panama in the late 21st Century. *Hydrological Research Letters*, 7(2), 23-29.

Ministerio de Ambiente. (2019). *Estrategia Nacional de Cambio Climático 2050*. Gaceta Oficial de Panamá.

Ministerio de Ambiente. (2022). *Escenarios de Cambio Climático para la República de Panamá Periodos 2030, 2050 y 2070*.

Te Chow, V., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology*.

ANEXO 4. Levantamiento Batimétrico – Quebrada El Pueblo



Levantamiento Batimétrico – Quebrada El Pueblo

Estudio, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de un Nuevo Sistema de Agua Potable (Desalinizadora) para la Isla de Taboga y Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Existente

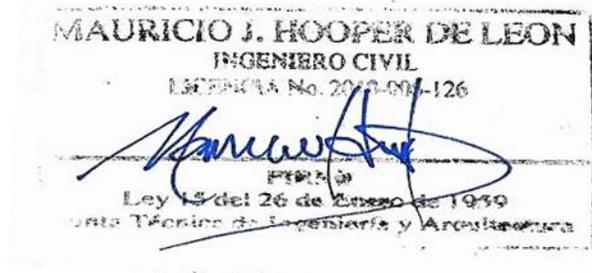
23 de agosto de 2024

Preparado para:

Autoridad de Turismo de Panamá

Preparado por:

Ing. Mauricio Hooper, PhD

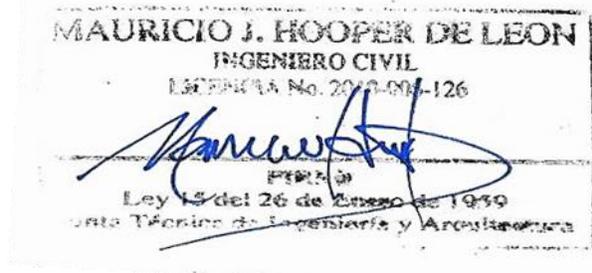


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Contenido

Contenido.....	2
Índice de Ilustraciones	3
Índice de Tablas	4
1. Introducción	5
2. Descripción General.....	5
3. Levantamiento batimétrico	7
3.1 Sección Tanque de Almacenamiento - RS1.....	9
3.2 Sección Bajo Tanque – RS2.....	13
3.3 Sección Poza – RS3	15
3.4 Sección Antes Puente 1 – RS4.....	17
3.5 Sección Puente 1 – RS5	20
3.6 Sección Puente 2 – RS6	23
3.7 Sección Puente 3 – RS7	26
3.8 Sección Desembocadura – RS8	28
4. Plano Perfil y Secciones Transversales.....	30
5. Conclusiones	31
6. Bibliografía	31
Anexos	32



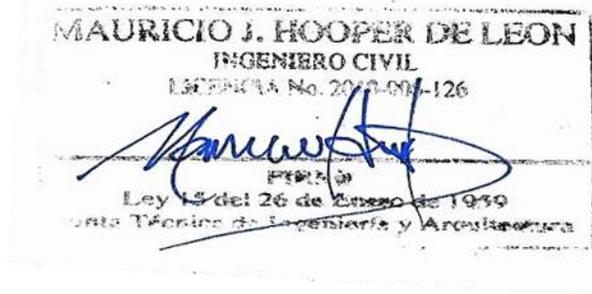


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Índice de Ilustraciones

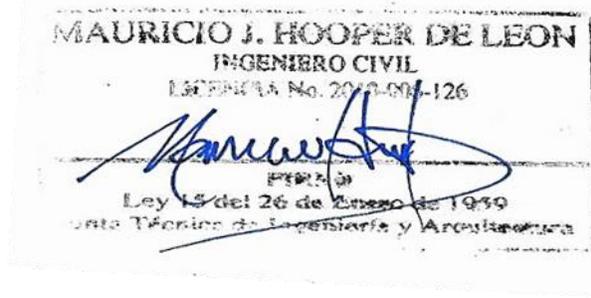
Ilustración 1: Localización regional del área de estudio. Escala 1:25000	5
Ilustración 2: Perfil principal de la quebrada y las secciones transversales medidas a escala 1:1000.	9
Ilustración 3: Vista desde abajo del tanque de almacenamiento actual.	10
Ilustración 4: Vista de la quebrada en la zona cercana al tanque de almacenamiento actual.	11
Ilustración 5: Sección transversal de la quebrada en la zona del tanque de almacenamiento actual.	13
Ilustración 6: Sección transversal de la quebrada en una zona a metros del tanque de almacenamiento actual.	15
Ilustración 7: Sección transversal de la quebrada en una zona cerca del sector La Poza.	17
Ilustración 8: Vista de la quebrada en una zona cercana a un puente con pintura amarillo.	18
Ilustración 9: Sección transversal de la quebrada en una zona cerca puente con pintura amarilla.	20
Ilustración 10: Vista desde el puente con pintura amarilla.	21
Ilustración 11: Sección transversal de la quebrada en una zona en el puente con pintura amarilla.	23
Ilustración 12: Vista desde el puente con pintura amarilla.	24
Ilustración 13: Sección transversal de la quebrada en una zona en el puente con pintura crema.	26
Ilustración 14: Sección transversal de la quebrada en una zona en el último puente donde las aguas se encuentran canalizadas.	28
Ilustración 15: Sección transversal de la quebrada en la zona de la desembocadura donde las aguas se encuentran canalizadas.	30





Índice de Tablas

Tabla 1: Datos sin corregir recolectados en sitio utilizando el equipo receptor utilizando GNSS.	7
Tabla 2: Continuación - Datos sin corregir recolectados en sitio utilizando el equipo receptor utilizando GNSS.	8
Tabla 3: Datos corregidos para la sección RS1.....	12
Tabla 4: Datos corregidos para la sección RS2.....	14
Tabla 5: Datos corregidos para la sección RS3.....	16
Tabla 6: Datos corregidos para la sección RS4.....	19
Tabla 7: Datos corregidos para la sección RS5.....	22
Tabla 8: Datos corregidos para la sección RS6.....	25
Tabla 9: Datos corregidos para la sección RS7.....	27
Tabla 10: Datos corregidos para la sección RS8.....	29



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO: TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

1. Introducción

El presente informe corresponde al levantamiento batimétrico realizado a la quebrada El Pueblo, ubicada en la isla de Taboga en Panamá. Se recorrió la quebrada desde la ubicación cercana al tanque de almacenamiento en la zona conocida por los pobladores como la Poza, hasta la desembocadura de la quebrada. La quebrada presenta una pendiente fuerte, tanto longitudinal como transversal, lo que dificulta su acceso. Se midieron el fondo del lecho, los límites de las riberas, líneas de servidumbre, según decreto ejecutivo 55 de 13 de junio de 1973 y el límite de conservación paralelo a la quebrada según el artículo 24 de la ley 1 de 1994.

2. Descripción General

El área de estudio se encuentra localizada en el corregimiento de Taboga, distrito de Taboga, provincia de Panamá, República de Panamá (Ilustración 1). Tiene coordenadas UTM 658890E y 972865N, aproximadamente. La isla de Taboga se caracteriza por tener actividades comerciales y residenciales, siendo un sitio importante para la región.



Ilustración 1: Localización regional del área de estudio. Escala 1:25000



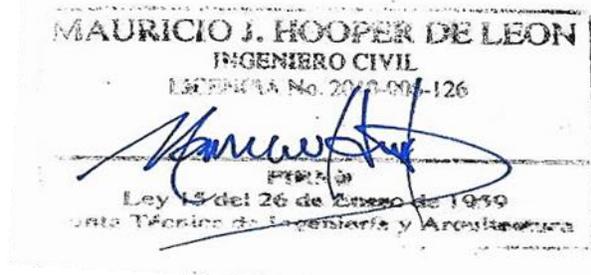


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO: TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Se realizó un levantamiento batimétrico de la quebrada El Pueblo el sábado 10 de agosto de 2024 para delimitar el alineamiento de la quebrada. El levantamiento fue guiado por un residente el cual tenía conocimiento de la quebrada y de los lugares a los cuales se puede tener acceso de forma segura. Se utilizó un equipo marca Hi-Target de posicionamiento a través de conexión satelital. Este equipo utilizó el sistema satelital de navegación global (GNSS por sus siglas en inglés). El equipo tiene las siguientes características:

- Sistema GNSS EFIC eBase/C5/FC2
- Receptor con base con 1608 canales de multiconstelación
- Radio UHF de alta potencia para enlace RTK hasta 25 km
- Rover con IMU

Las condiciones climáticas y de acceso al sitio no fueron las mejores. Al inicio del levantamiento, entre las 8 y las 10 de la mañana, hubo una pequeña llovizna que dificultó las mediciones dado que la nubosidad impedía la sincronización efectiva con los diferentes satélites. Más aún, la zona está densamente poblada por árboles de gran tamaño y radio de alcance lo que hizo un bloqueo a la señal tanto directo del receptor rover a los satélites, así como a la conexión con el receptor base. Adicionalmente, las residencias del área están distribuidas tal forma que dificultan la conectividad con el receptor base, muchas de ellas ubicadas en los bordes de acantilados, con diferencias entre 5 a 10 metros con respecto al lecho de la quebrada, bloqueando la señal del receptor base el cual fue colocado por seguridad en la calle pavimentada. Sumando todas estas adversidades, las primeras mediciones, cerca de la zona del tanque de almacenamiento, fueron como una precisión inferior cuando se comparan con las últimas mediciones. Dado a que se buscó representar de la mejor forma el levantamiento batimétrico, se interpretó la data y se rectificó para presentar el alineamiento del fondo del lecho, los alineamientos solicitados y las secciones transversales representativas.



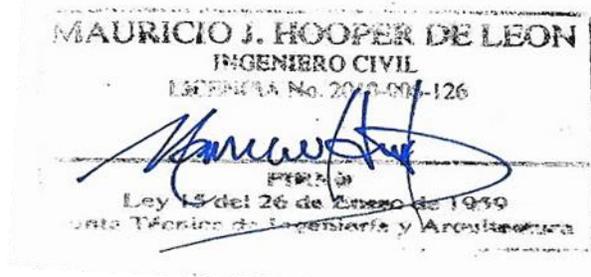
LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

3. Levantamiento batimétrico

El levantamiento batimétrico tuvo dos objetivos principales, primero, demarcar el alineamiento del fondo de la quebrada con sus riberas para determinar los límites establecidos en el decreto ejecutivo 55 de 13 de junio de 1973 y el artículo 24 de la ley 1 de 1994 y segundo, bosquejar secciones transversales representativas de la quebrada. Los datos sin corregir recolectados en sitio se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Datos sin corregir recolectados en sitio utilizando el equipo receptor utilizando GNSS.

base_0		0	0	0
base_1		972382.2	658798.4	48.731
1	Tanque existente	972377.9	658758.2	56.755
2	calle tanque	972386.8	658763.2	55.741
3	calle tanque	972386.7	658764.9	55.106
4	calle tanque	972386.5	658768.1	53.847
5	calle tanque	972386.2	658770.6	52.99
6	calle tanque	972385.7	658773.1	52.265
7	calle tanque	972384.1	658778.8	50.911
8	calle tanque	972383.3	658781.6	50.078
9	calle tanque	972381.1	658790.4	47.729
10	calle tanque	972381.4	658796.2	46.76
11	calle tanque	972378.1	658799.7	45.156
12	calle tanque	972373.7	658803	42.563
base_2		972376.3	658789.8	51.99
13	fondo zanja	972367	658791.2	48.143
14	conducciÃ³n 100k_rivera	972364.7	658791.6	51.484
15	conducciÃ³n 100k_fondo	972364.6	658794.1	49.747
16	conducciÃ³n 100k_agua	972364.5	658792.9	49.914
17	conducciÃ³n 100k_servidumbre	972368.4	658791.4	49.012
base_3		972400.2	658812.7	44.128
18	bajo tanque	972393	658817.8	41.32
19	bajo tanque	972393	658817.9	41.243
20	bajo tanque_fondo	972377.1	658818.3	36.712
21	bajo tanque_fondo	972375.3	658818.2	36.822
22	bajo tanque_rivera2	972373.6	658818.9	37.112
23	servidumbre 2	972370.9	658820.1	37.118
24	poza fondo	972379	658837.9	33.629
25	rivera poza	972374.1	658841.3	33.778

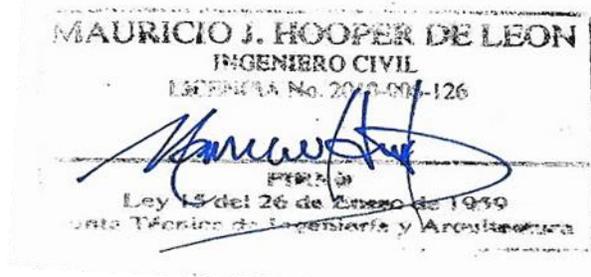


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Tabla 2: Continuación - Datos sin corregir recolectados en sitio utilizando el equipo receptor utilizando GNSS.

26	servidumbre poza	972371.4	658840.6	34.367
27	servidumbre bajo tanque	972380.8	658821.4	36.755
base_4		972409.8	658922.9	31.304
base_5		972409.9	658921	24.739
28	antes puente1	972403.5	658898.9	24.092
29	antes puente1_rivera	972406.2	658896.7	24.526
30	antes puente1_servidumbre	972408.4	658898.1	22.805
31	antes puente1_rivera	972398.9	658901.2	24.82
32	antes puente1_servidumbre	972397.9	658907.4	24.177
33	puente fondo	972407.5	658919.1	22.679
34	puente1 rivera	972404.2	658919.8	22.54
35	puente1 servidumbre	972401.4	658920.5	22.642
36	puente1 rivera	972412	658918.7	22.695
37	puente1 servidumbre	972415	658918.3	23.797
38	puente2 fondo	972410.8	658992.9	16.298
39	puente2 rivera	972408.7	658993.7	16.247
40	puente2 servidumbre	972405.9	658994.7	15.978
41	puente2 rivera	972413	658991.7	16.281
42	puente2 servidumbre	972416	658990.7	16.572
43	puente3 fondo	972416.1	659026.5	13.161
44	puente3 rivera	972415.2	659026.9	13.082
45	puente3 rivera	972416.9	659026.1	13.173
46	puente3 servidumbre	972411.8	659028.2	12.903
47	puente3 servidumbre	972419.5	659024.1	13.264
48	desembocadura fondo	972421.9	659043.3	13.289
49	desembocadura rivera	972421.4	659043.6	13.214
50	desembocadura servidumbre	972418.6	659045.3	13.184

El recorrido de la quebrada mostró 3 zonas inaccesibles y 8 zonas accesibles para medición. La dificultad de acceso se dio por la alta densidad boscosa y por las fuertes pendientes que existen entre los niveles de calle y niveles de fondo del lecho de la quebrada. Por parte del guía, se accedieron a 8 zonas donde se marcaron los niveles del fondo, límites visibles de las riberas, servidumbre y límite de zona boscosa a respetar. En algunos casos no fue posible medir con el GNSS todos los puntos dado que, en algunas zonas, atravesar lateralmente la quebrada fue imposible. En aquellos casos, se utilizó cinta métrica para medir anchos e inclusive profundidades y así rectificar las mediciones con el equipo. A continuación, se presenta el alineamiento medido y las 8 secciones transversales encontradas (Ilustración 2).



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO: TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO



Ilustración 2: Perfil principal de la quebrada y las secciones transversales medidas a escala 1:1000.

Adicionalmente, se presentan las diferentes mediciones realizadas a lo largo de la quebrada El Pueblo a lo largo de la zona poblada de Taboga, identificadas como secciones de río (RS por sus siglas en inglés). Las secciones están dibujadas en dirección hacia aguas abajo.

3.1 Sección Tanque de Almacenamiento - RS1

Se tuvo acceso al terreno donde está el tanque actual (Ilustración 3). Colindante al tanque, están las otras estructuras en una zona cercada. Se encontró que toda la zona de los tanques está aproximadamente a la misma elevación. El acceso al tanque es por una calle de cemento, empinada (40%). Entre la calle y la zona del tanque, en dirección hacia la quebrada, hay una ladera de considerable elevación, con alta densidad boscosa, lo que impidió el acceso del equipo. Basado en estas dificultades, se dibujó la sección transversal interpretando los datos cercanos medidos con el equipo. Se tuvo acceso solo por un lado de la quebrada ya que el otro tenía alta densidad boscosa, con ramas y piedras que impedían el acceso.

LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

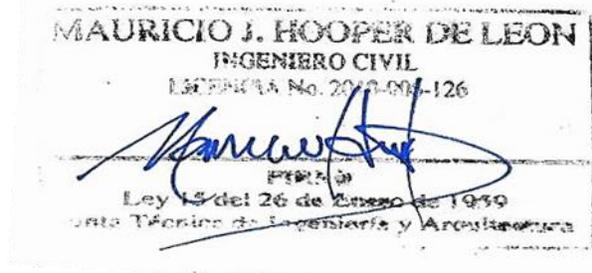
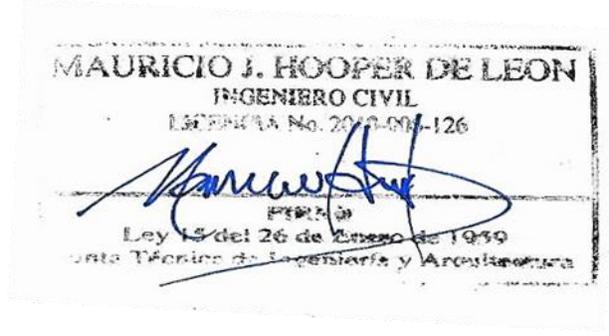


Ilustración 3: Vista desde abajo del tanque de almacenamiento actual.

La precisión horizontal fue de 15 cm y la vertical de 2 m. El punto base 2 no tenía la precisión adecuada por la alta densidad boscosa, por lo que los puntos 13 al 17 solo se toman como referencia XY más no Z (Ilustración 4).

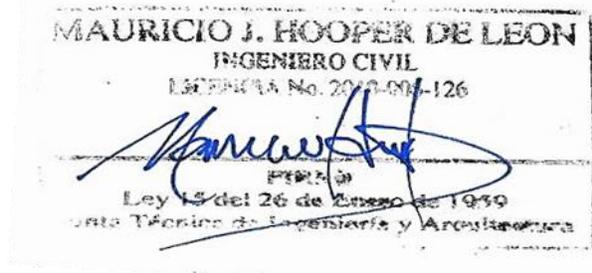


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO



Ilustración 4: Vista de la quebrada en la zona cercana al tanque de almacenamiento actual.

Se hizo un ajuste de 3.85 metros estimados con la diferencia de elevación entre la medición de la base 2 con el nivel de fondo medido el punto 13 etiquetado como fondo zanja y verificado con cinta métrica. Dada



**LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO**

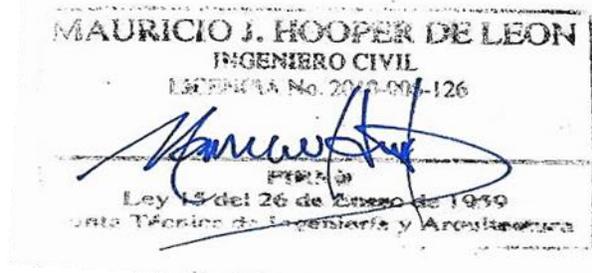
que la baja precisión no se pudo medir el ancho del agua con el GNSS, por lo que se usó cinta métrica midiendo 30 cm. La profundidad de agua se midió con cinta métrica, alrededor de 10 cm. Se presenta la información ajustada en la Tabla 3 con la dirección norte, este y la elevación en metros sobre el nivel del mar (msnm).

Tabla 3: Datos corregidos para la sección RS1.

COORDENADAS		
Norte	Este	Elevación
972377.9	658754.3	56.76
972373.1	658768.1	56.76
972368.1	658782.3	49.30
972367.1	658785.3	47.73
972365.8	658788.9	46.94
972364.9	658791.7	46.14
972364.8	658791.8	43.88
972364.5	658792.8	43.88
972364.2	658793.7	43.88
972363.7	658795.0	46.14
972362.7	658797.8	46.14
972360.4	658804.4	46.14

Con la información corregida se dibujó la sección transversal del tanque de almacenamiento - RS1 (Ilustración 5). La sección es representativa de la zona donde se encuentra que el tanque de almacenamiento está a una diferencia de elevación de 13 metros, aproximadamente, con respecto al lecho de la quebrada. Con esta información se mide que, en proyección horizontal, La Poza o el tanque de almacenamiento existente, se encuentra a una distancia de 25 metros hasta las riberas de la quebrada. Según los residentes, típicamente la quebrada solo presenta escasos centímetros de profundidad de agua y que en muy pocas ocasiones han visto el agua ascender hasta los límites de las riberas, lo cual se traduce a que la probabilidad





LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO: TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

de inundación del área de los tanques por un evento extremo de inundación de la quebrada es nula. En un posible caso de un evento extremo, el agua correrías por las calles sin alcanzar el nivel de la base del tanque.

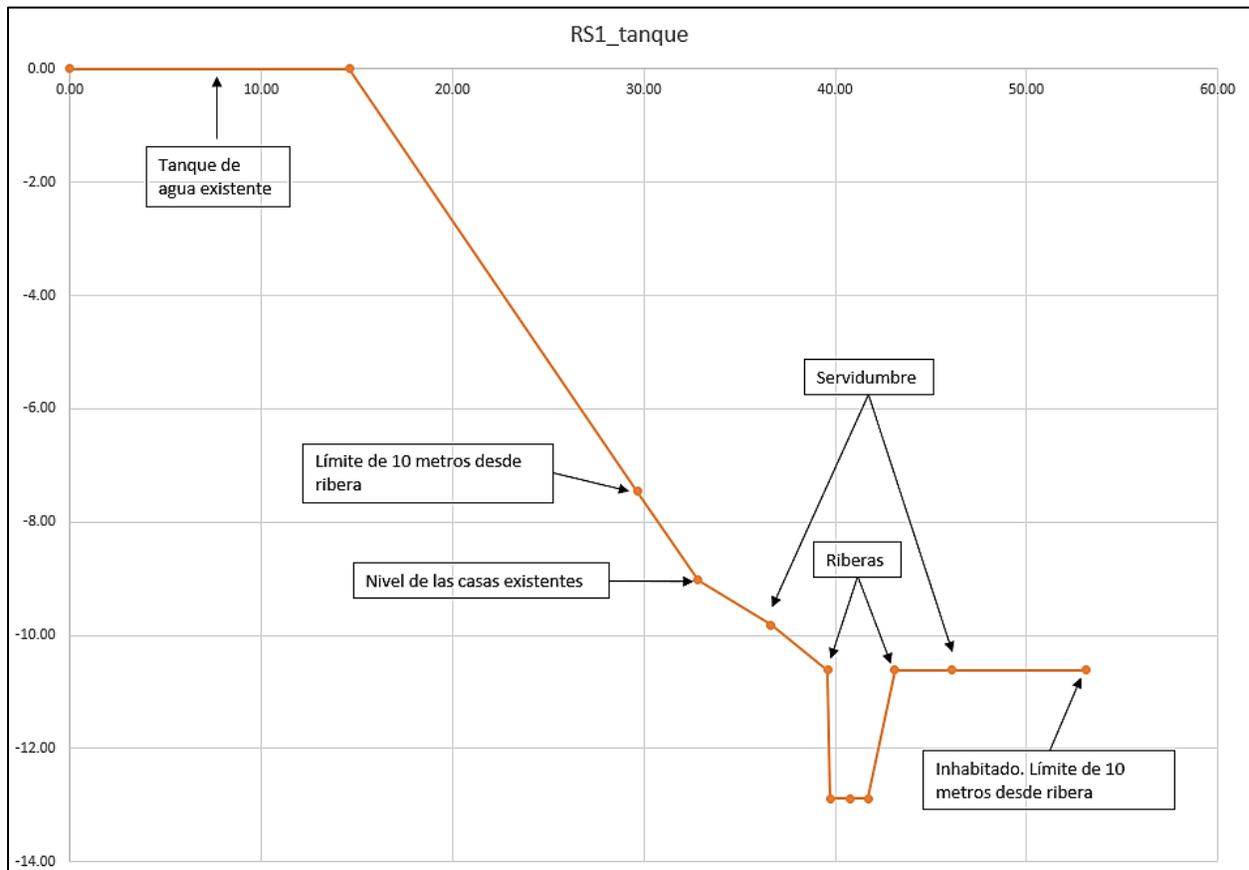
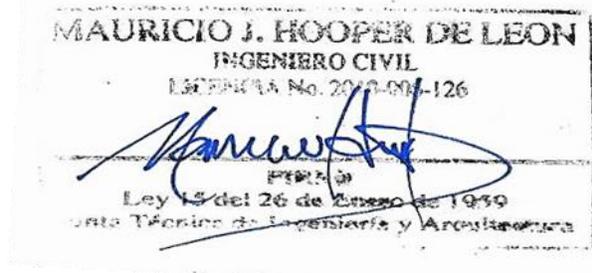


Ilustración 5: Sección transversal de la quebrada en la zona del tanque de almacenamiento actual.

3.2 Sección Bajo Tanque – RS2

Se tuvo un segundo acceso a la quebrada metros debajo de la primera sección. Se descendió por una de las laderas hasta encontrar la quebrada donde existe actualmente un pequeño puente. Este puente está conformado únicamente por una losa de unos 10 cm de espesor con acero de refuerzo, está estabilizada simplemente apoyada y por el uso, parte de la losa se ha fracturado. Este acceso, a pesar de no ser seguro, permitió el paso hacia el otro lado de la quebrada.





LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

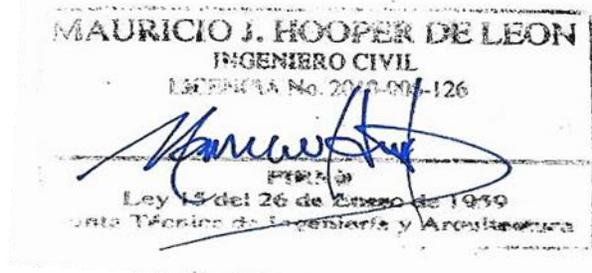
La precisión horizontal fue de 30 cm y la vertical de 15 cm. El fondo del lecho fue medido a la altura de la losa del puente y se midió la profundidad real del fondo con una cinta métrica. Se decidió medir de esta forma ya que la zona presentaba una alta cantidad de mosquitos en la zona y dada la irregularidad del terreno, se decidió no bajar directamente con el equipo. La profundidad real del fondo del lecho está a 1.6 m con respecto al punto 21 con etiqueta bajo tanque fondo. Se presenta la información ajustada en la Tabla 4 con la dirección norte, este y la elevación en metros sobre el nivel del mar (msnm).

Tabla 4: Datos corregidos para la sección RS2.

COORDENADAS		
Norte	Este	Elevación
972392.9	658817.8	41.24
972387.1	658818.3	39.37
972380.1	658818.8	37.12
972377.1	658819.1	37.11
972377.3	658819.1	35.22
972375.4	658819.2	35.22
972373.4	658819.4	35.22
972373.6	658819.4	37.11
972370.6	658819.6	37.11
972363.6	658820.2	37.11

Con la información corregida se dibujó la sección transversal bajo tanque – RS2 (Ilustración 6). La sección es representativa de la zona y las residencias están a una diferencia de elevación de 6.0 metros, aproximadamente, con respecto al lecho de la quebrada. La zona también cuenta con una sección transversal suficiente para conducir caudal en caso de un evento extremo ya que, de un lado de la quebrada, las residencias están a una considerable elevación y por el otro lado de la quebrada, la zona está inhabitada.





LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

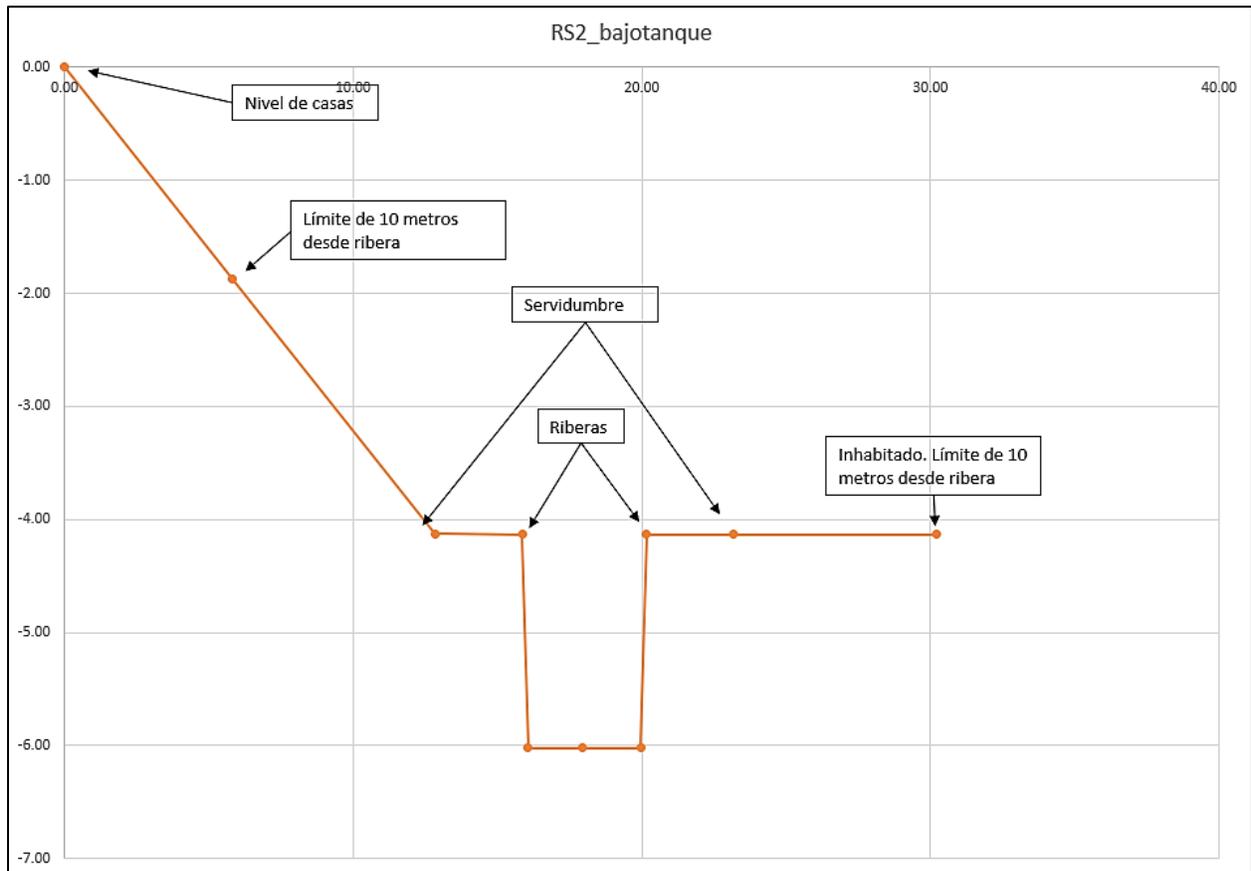


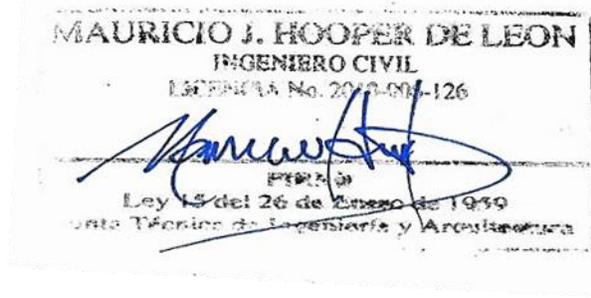
Ilustración 6: Sección transversal de la quebrada en una zona a metros del tanque de almacenamiento actual.

3.3 Sección Poza – RS3

Se tuvo un tercer acceso a la quebrada por el paso del puente de la segunda sección. Esta zona, por el lado de las residencias, es prácticamente imposible ingresar, pero dada la existencia del puente en la segunda sección y que es una zona inhabitada de paso libre, se pudo acceder a una tercera zona.

La precisión horizontal fue de 50 cm y la vertical de 30 cm. Del lado inhabitado, se pudo medir puntos de ribera, servidumbre y línea de protección boscosa, sin embargo, del lado de las residencias, se midió ancho del canal con una cinta métrica dado que de forma abrupta el terreno se eleva hasta el nivel de las residencias, con un suelo conformado por rocas de gran tamaño. Se presenta la información ajustada en la Tabla 5 con la dirección norte, este y la elevación en metros sobre el nivel del mar (msnm).



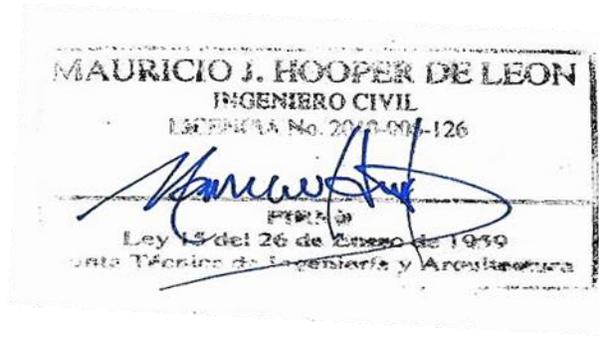


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Tabla 5: Datos corregidos para la sección RS3.

COORDENADAS		
Norte	Este	Elevación
972396.8	658833.6	41.24
972392.4	658834.9	34.37
972385.7	658836.8	34.37
972382.8	658837.7	34.37
972380.1	658838.5	33.63
972379.2	658838.7	33.63
972378.4	658839.1	33.63
972373.8	658840.3	34.37
972370.9	658841.1	34.37
972364.2	658843.1	34.37

Con la información corregida se dibujó la sección transversal Poza – RS3 (Ilustración 7). La sección es representativa de la zona y las residencias están a una diferencia de elevación de 7.5 metros, aproximadamente, con respecto al lecho de la quebrada. La zona también cuenta con una sección transversal suficiente para conducir caudal en caso de un evento extremo ya que, de un lado las residencias están a una considerable elevación y por el otro lado, la zona está inhabitada.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO: TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

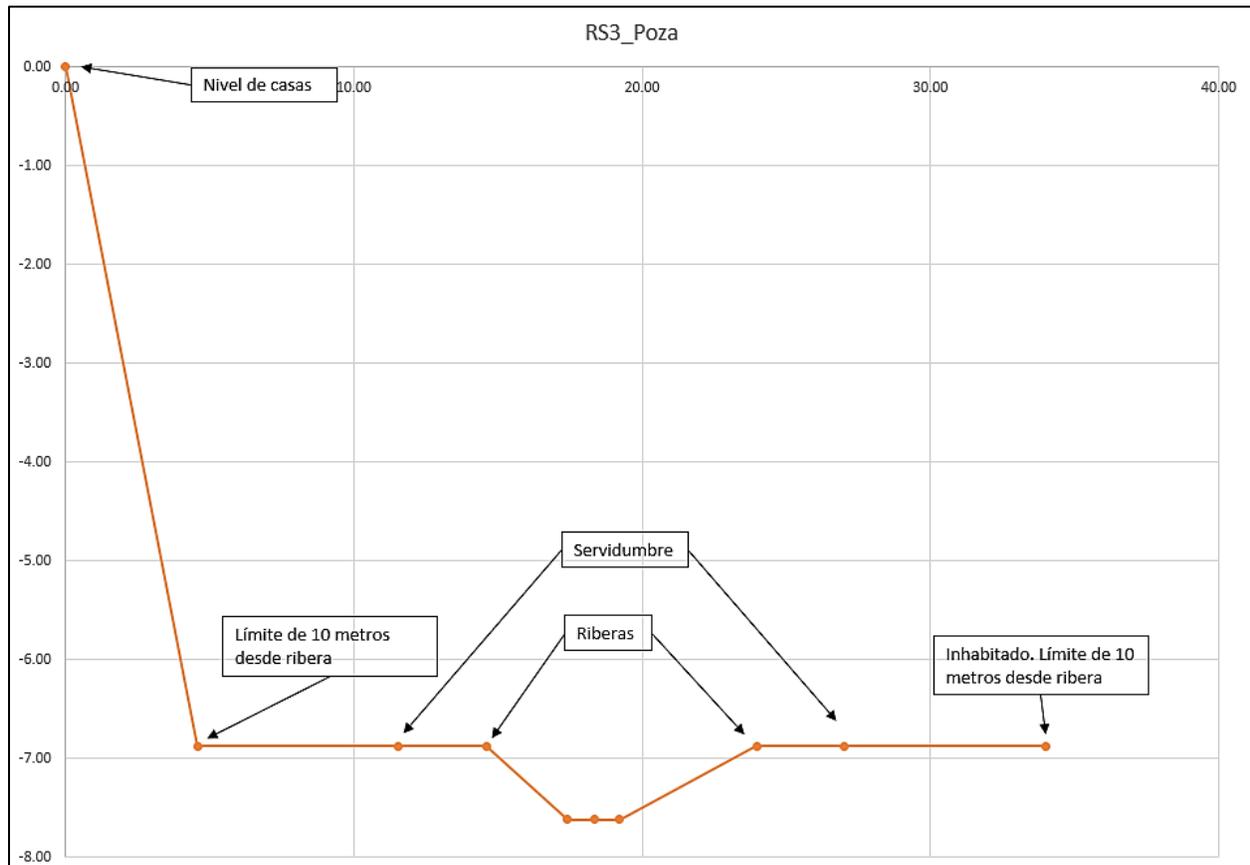
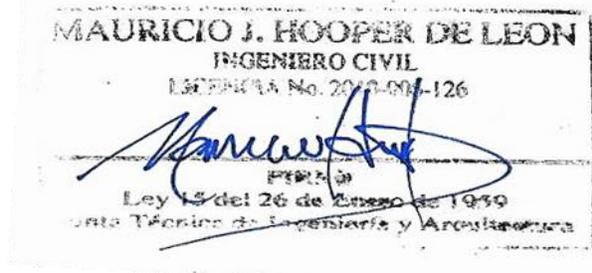


Ilustración 7: Sección transversal de la quebrada en una zona cerca del sector La Poza.

3.4 Sección Antes Puesto 1 – RS4

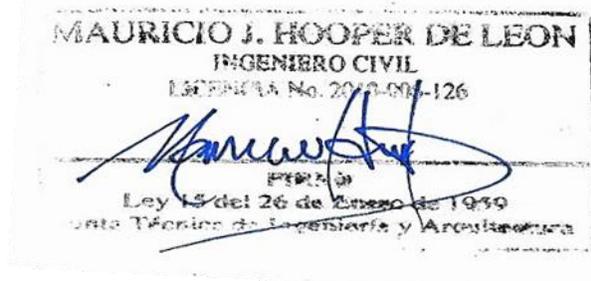
Se tuvo acceso a una zona previa al primer puente bajando en dirección hacia el mar (Ilustración 8). Para el acceso a las mediciones se tuvo que cruzar el puente y luego retornar ya que el paso era inaccesible. En dirección hacia aguas abajo, del lado derecho se pudo medir la ribera y servidumbre, pero los límites de protección boscosa no se pudieron ubicar claramente porque una residencia tiene parte de su estructura en dicha demarcación. Del otro lado, del lado izquierdo, el límite de ribera fue igualmente ubicado, pero tanto la servidumbre como el límite de protección boscosa coincidían con parte de la estructura de una residencia. En ambos casos, los límites fueron ubicados con cinta métrica dado la ubicación de las residencias.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO



Ilustración 8: Vista de la quebrada en una zona cercana a un puente con pintura amarilla.



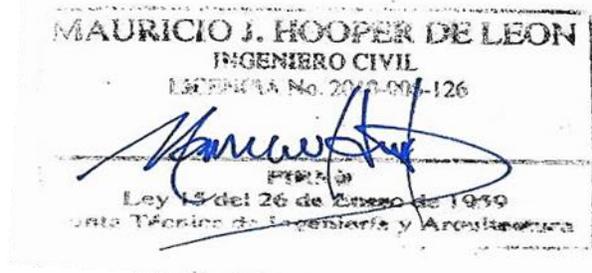
LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

La precisión horizontal fue de 50 cm y la vertical de 30 m. Se tomó como el fondo del lecho el punto 30 con etiqueta antes puente 1 servidumbre ya que fue la medición que presentó la mejor precisión de todas las capturada. La zona estaba densamente poblada de árboles por lo que el resto de las mediciones se toman como referencia XY y se utiliza la medición punto 29 como la más representativa. Por los obstáculos rocosos, se estimó con cinta métrica que del lado izquierdo las casa se encuentran a 4.0 metros desde la servidumbre y del lado derecho a 2.0 metros desde la otra servidumbre. Se presenta la información ajustada en la Tabla 6 con la dirección norte, este y la elevación en metros sobre el nivel del mar (msnm).

Tabla 6: Datos corregidos para la sección RS4.

COORDENADAS		
Norte	Este	Elevación
972418.7	658894.9	28.18
972416.1	658895.4	24.53
972409.2	658896.6	24.53
972406.2	658897.1	24.53
972404.1	658897.4	22.81
972403.2	658897.6	22.81
972402.3	658897.7	22.81
972398.4	658898.4	24.53
972395.4	658898.9	24.53
972388.5	658900.1	24.53
972386.9	658900.4	26.53

Con la información corregida se dibujó la sección antes puente 1 – RS4 (Ilustración 9). La sección es representativa de la zona donde se encuentra que las residencias están a una diferencia de elevación entre 2.0 a 4.0 metros, aproximadamente, con respecto a la servidumbre de la quebrada. Esta zona a pesar de que las residencias están mucho más cerca de la quebrada que en las secciones anteriores, las residencias están elevadas con columnas a suficiente altura para evitar una posible crecida de la quebrada.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

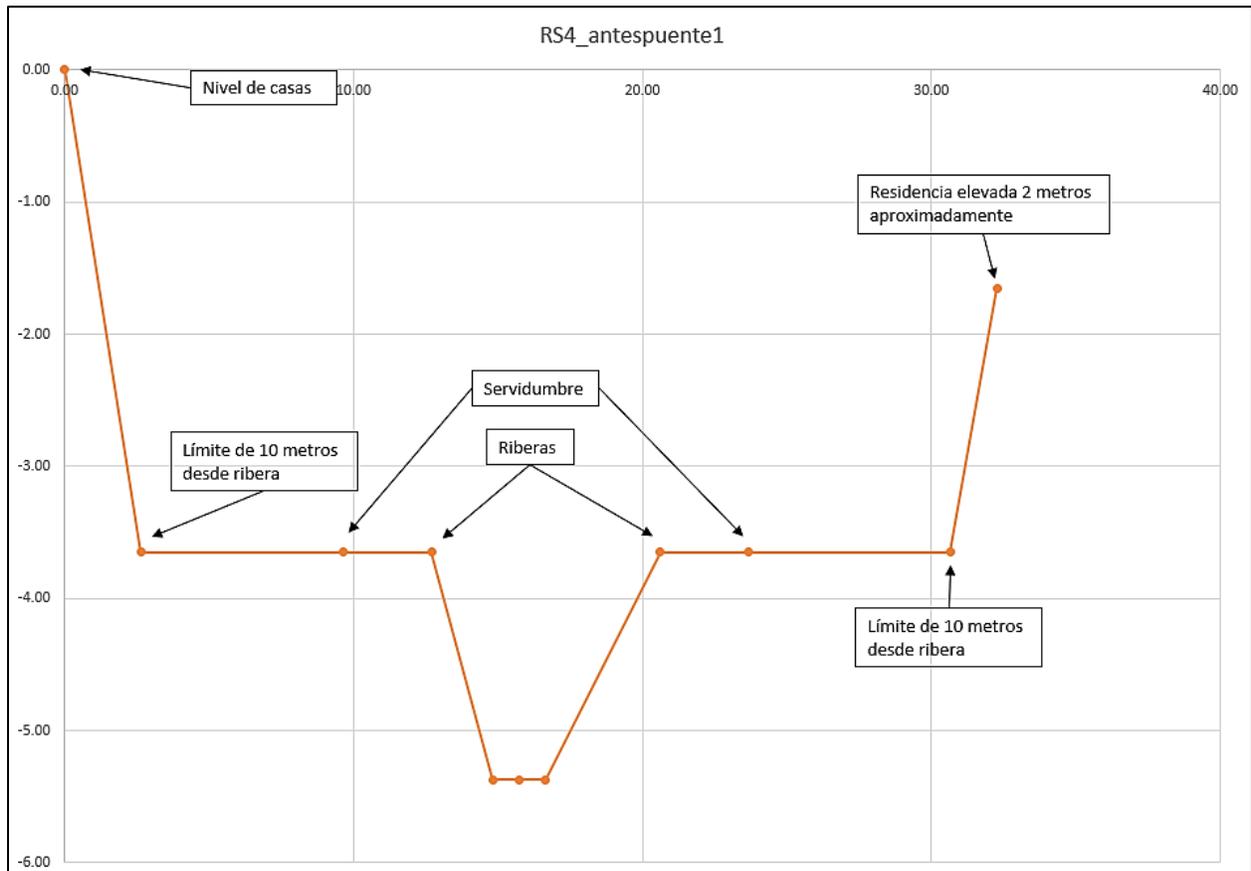


Ilustración 9: Sección transversal de la quebrada en una zona cerca puente con pintura amarilla.

3.5 Sección Puente 1 – RS5

Se tuvo acceso al primer puente con pintura amarilla bajando en dirección hacia el mar (Ilustración 10). El puente es estable y con una recepción satelital libre de árboles y obstáculos, lo que permitió las mediciones con una buena precisión. La precisión horizontal fue de 15 cm y la vertical de 10 cm. Esta zona tiene una reducción de la sección hidráulica en el área del puente. Se midió con cinta métrica el ancho y profundidad de la sección hidráulica del puente, resultando en 1.70 m de ancho, 1.20 m de profundo en la sección aguas arriba del puente y de 1.80 m en la sección aguas abajo del puente.



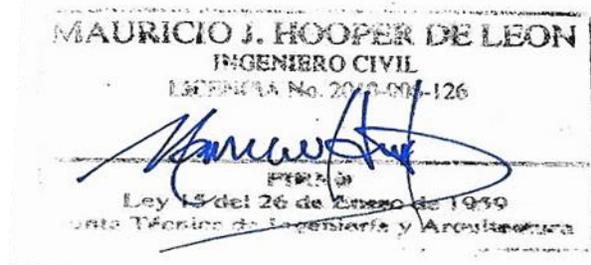


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO



Ilustración 10: Vista desde el puente con pintura amarilla.

Medir el fondo del lecho resultó difícil para el equipo dado que la canalización de la sección hidráulica hacia el puente profundizó las laderas previstas de material rocoso de considerable tamaño. Por esta dificultad, se midió la profundidad de puente más 30 cm de viga hasta llegar al nivel de losa, sumando un total de 1.50 m. Dada la precisión del equipo rover con referencia al equipo base, no se requirió ajustes adicionales a las mediciones. Se presenta la información ajustada en la Tabla 7 con la dirección norte, este y la elevación en metros sobre el nivel del mar (msnm).

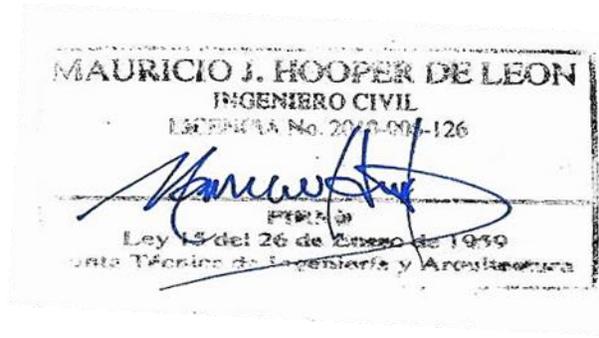


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Tabla 7: Datos corregidos para la sección RS5.

COORDENADAS		
Norte	Este	Elevación
972426.2	658916.2	26.64
972421.8	658917.1	26.64
972415.1	658918.1	22.64
972411.9	658918.6	22.64
972408.4	658919.3	22.38
972408.3	658919.2	21.18
972407.4	658919.4	21.18
972406.6	658919.5	21.18
972406.5	658919.5	22.38
972404.2	658919.9	22.64
972401.2	658920.4	22.64
972394.3	658921.5	22.64
972387.1	658922.8	24.14

Con la información corregida se dibujó la sección puente 1 – RS5 (Ilustración 11). La sección es representativa de la zona donde se encuentra que las residencias están a una diferencia de elevación entre 1.5 a 2.0 metros, aproximadamente, con respecto a la servidumbre de la quebrada. Esta zona a pesar de que las residencias están mucho más cerca de la quebrada que en las secciones anteriores, las residencias están elevadas con columnas a suficiente altura para evitar una posible crecida de la quebrada.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO: TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

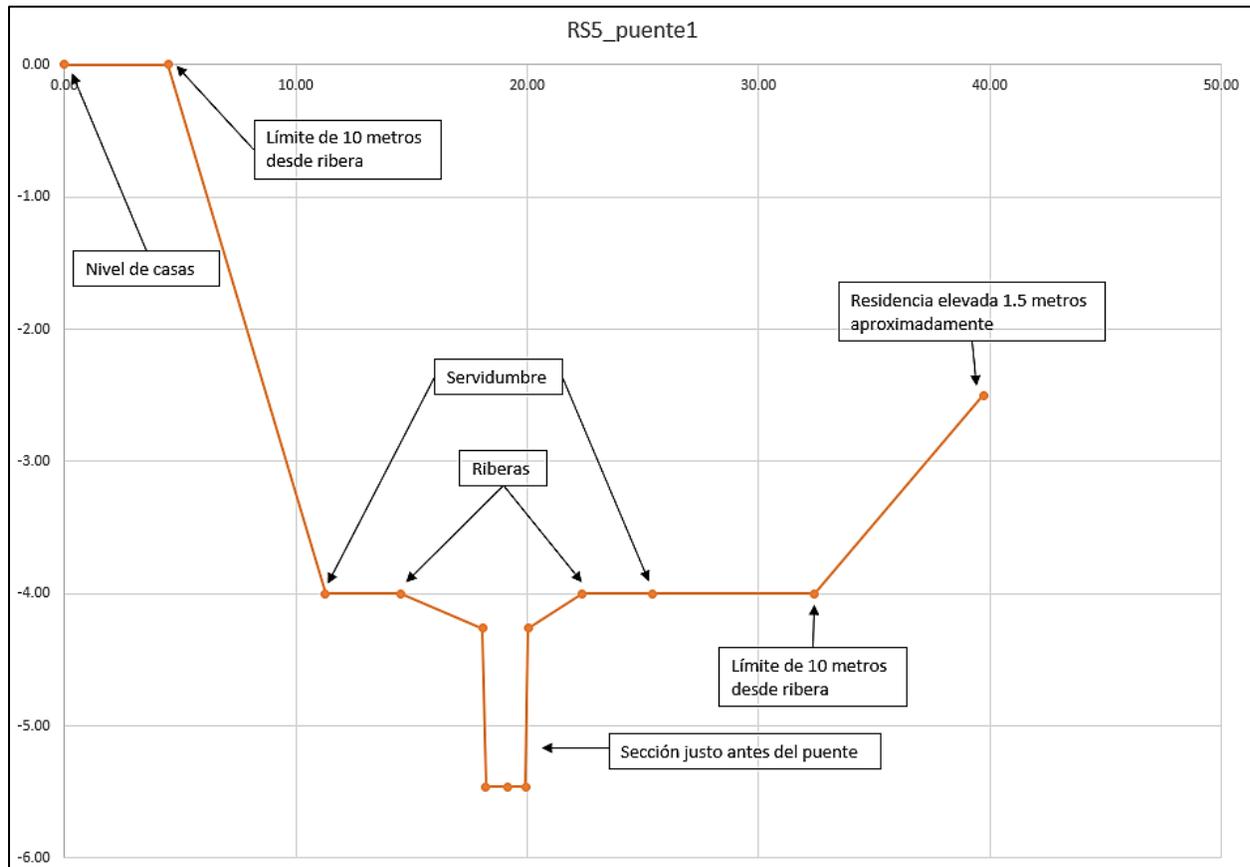


Ilustración 11: Sección transversal de la quebrada en una zona en el puente con pintura amarilla.

3.6 Sección Puesto 2 – RS6

Se tuvo acceso al segundo puente con pintura crema bajando en dirección hacia el mar (Ilustración 12). El puente es estable y con una recepción satelital libre de árboles y obstáculos, lo que permitió las mediciones con una buena precisión. La precisión horizontal fue de 15 cm y la vertical de 10 cm. Esta zona tiene una reducción de la sección hidráulica aguas arriba en el área del puente. Se midió con cinta métrica el ancho y profundidad de la sección hidráulica del puente, resultando en 5.5 m de ancho y 1.7 m de profundo.



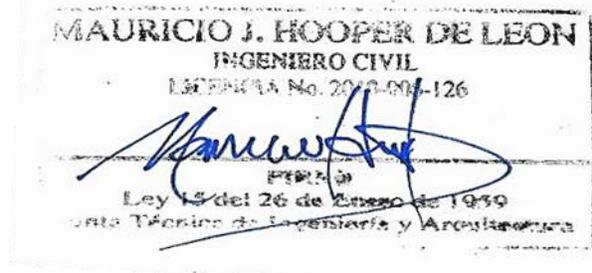
LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO



Ilustración 12: Vista desde el puente con pintura amarilla.

Medir el fondo del lecho resultó difícil para el equipo dado que la canalización de la sección hidráulica hacia el puente profundizó las laderas previstas de vegetación espesa. Por esta dificultad, se midió la profundidad de puente más 30 cm de viga hasta llegar al nivel de losa, sumando un total de 2.0 m. Dada la





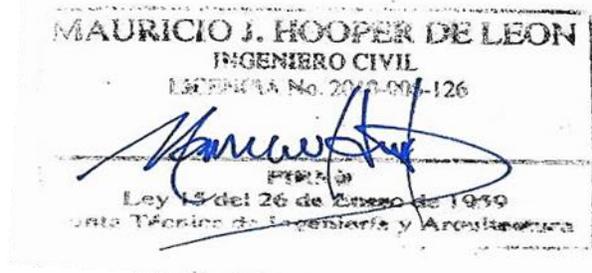
**LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO**

precisión del equipo rover con referencia al equipo base, no se requirió ajustes adicionales a las mediciones. Se presenta la información ajustada en la Tabla 8 con la dirección norte, este y la elevación en metros sobre el nivel del mar (msnm).

Tabla 8: Datos corregidos para la sección RS6.

COORDENADAS		
Norte	Este	Elevación
972423.7	658987.5	16.25
972422.3	658988.1	16.25
972415.9	658990.6	16.25
972413.3	658991.5	16.25
972413.2	658991.6	15.95
972413.1	658991.7	14.60
972410.8	658992.9	14.60
972408.6	658993.4	14.60
972408.7	658993.3	15.95
972408.8	658993.2	16.25
972405.8	658994.5	16.25
972399.3	658997.1	16.25
972392.7	658999.8	16.25

Con la información corregida se dibujó la sección puente 2 – RS6 (Ilustración 13). La sección es representativa de la zona donde se encuentra que las residencias están a una diferencia de elevación entre 2.0 a 4.0 metros, aproximadamente, con respecto a la servidumbre de la quebrada. Esta zona a pesar de que las residencias están mucho más cerca de la quebrada que en las secciones anteriores, las residencias están elevadas con suficiente altura para evitar una posible crecida de la quebrada.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO: TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

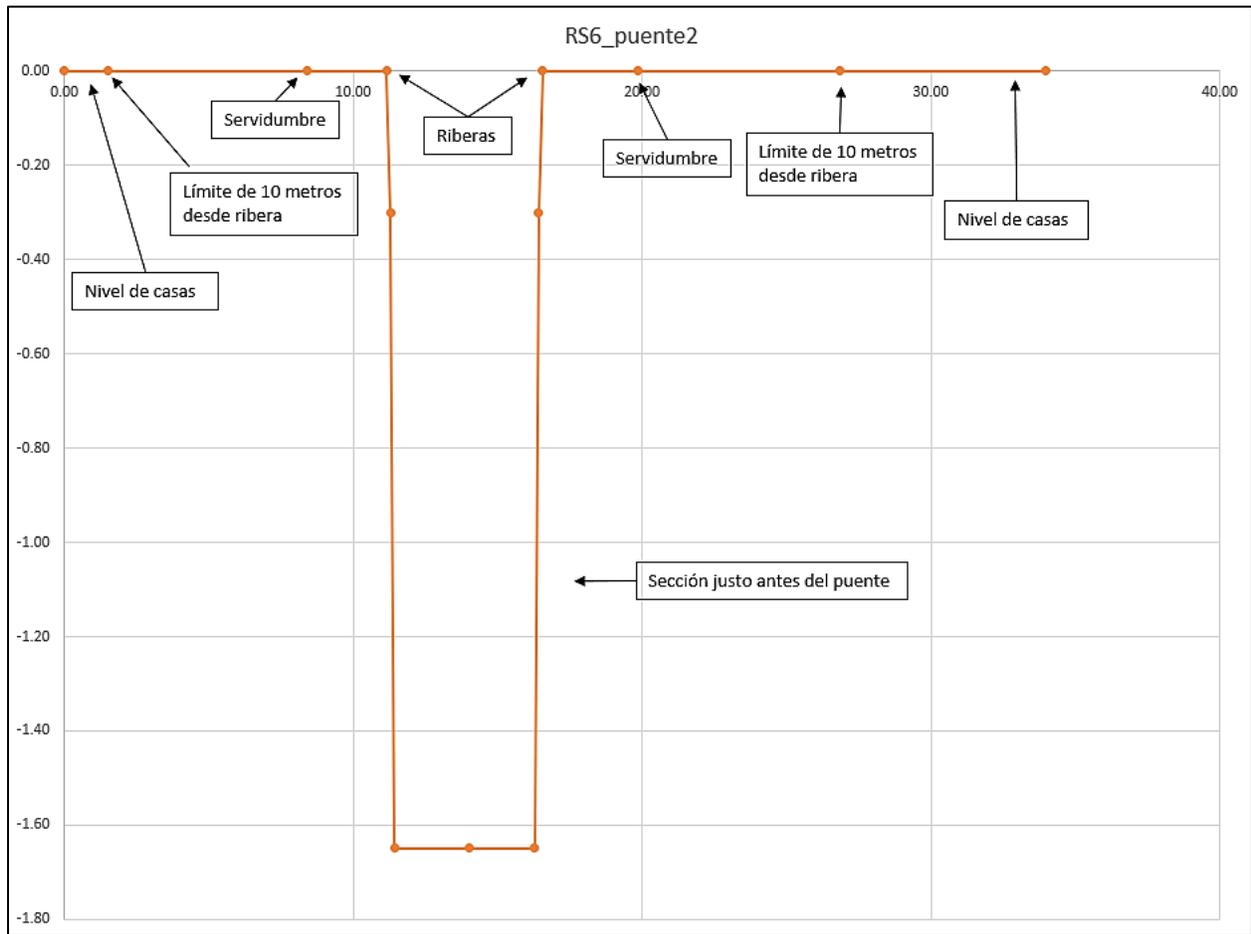
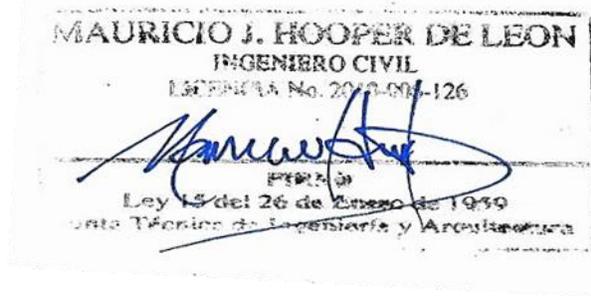


Ilustración 13: Sección transversal de la quebrada en una zona en el puente con pintura crema.

3.7 Sección Puente 3 – RS7

Se tuvo acceso al tercer puente bajando en dirección hacia el mar. El puente es estable y con una recepción satelital libre de árboles y obstáculos, lo que permitió las mediciones con una buena precisión. La precisión horizontal fue de 15 cm y la vertical de 10 cm. Desde la zona del puente 2 en adelante, la quebrada está canalizada con obra en cauce que incluye muros de bloques y residencias por arriba de estas canalizaciones en algunos puntos. Se midió con cinta métrica el ancho y profundidad de la sección hidráulica del puente, resultando en 2.4 m de ancho y 1.6 m de profundo.





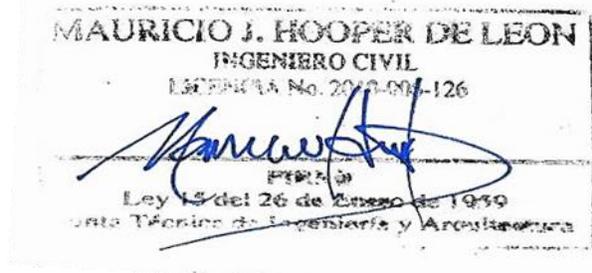
LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Se presenta la información ajustada en la Tabla 9 con la dirección norte, este y la elevación en metros sobre el nivel del mar (msnm).

Tabla 9: Datos corregidos para la sección RS7.

COORDENADAS		
Norte	Este	Elevación
972426.7	659022.1	13.08
972426.1	659022.3	13.08
972419.7	659024.9	13.08
972417.1	659025.9	13.08
972417.0	659026.0	12.96
972416.9	659026.1	11.56
972416.1	659026.5	11.56
972415.2	659026.8	11.56
972415.3	659026.7	12.96
972415.4	659026.6	13.08
972412.4	659028.1	13.08
972405.9	659030.7	13.08
972403.6	659031.6	13.08

Con la información corregida se dibujó la sección puente 3 – RS7 (Ilustración 14). La sección es representativa de la zona donde se encuentra que las residencias están a nivel de servidumbre de la quebrada. Esta zona está canalizada en su totalidad y quedan expuestas a un nivel extremo de inundación. Su afectación variaría dependiendo de la captación de volumen de escorrentía de las secciones de aguas arriba.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

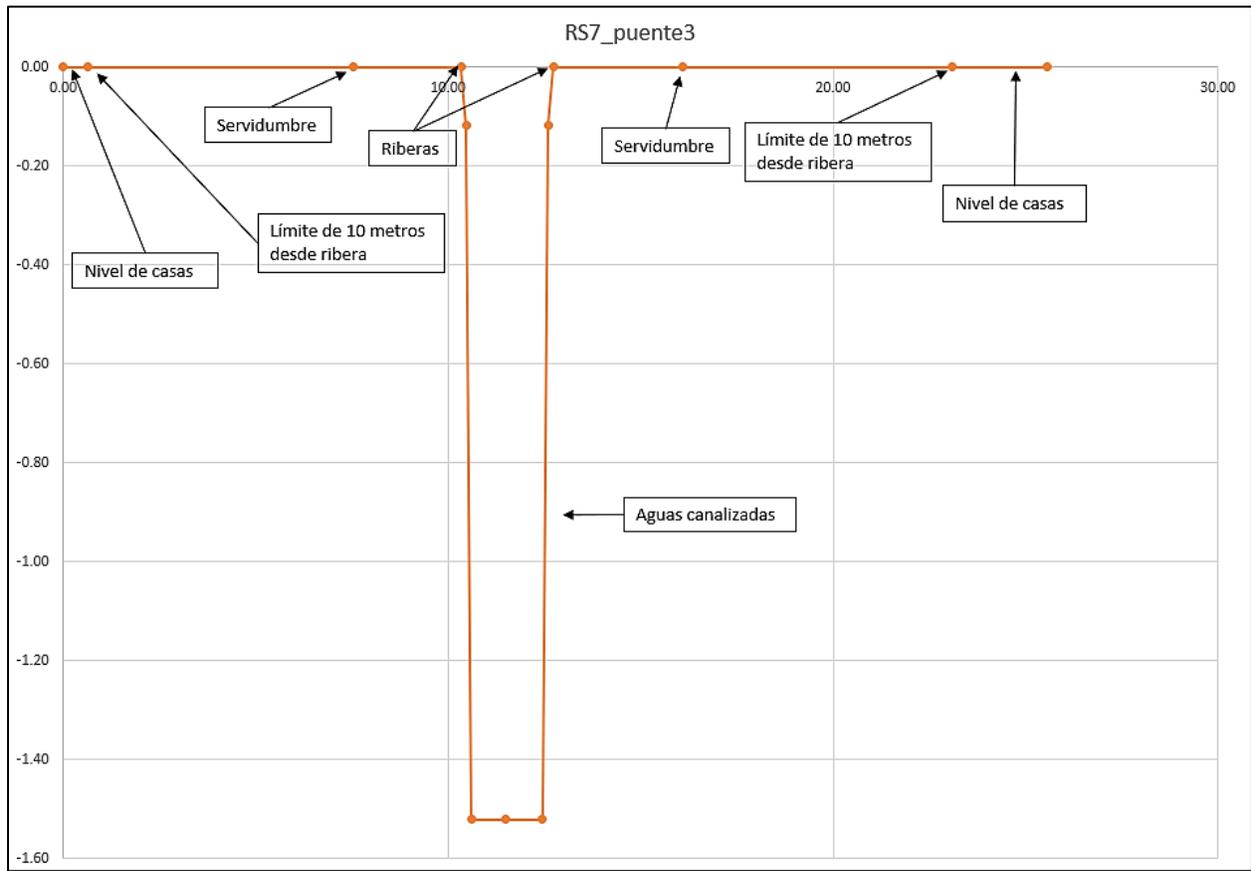
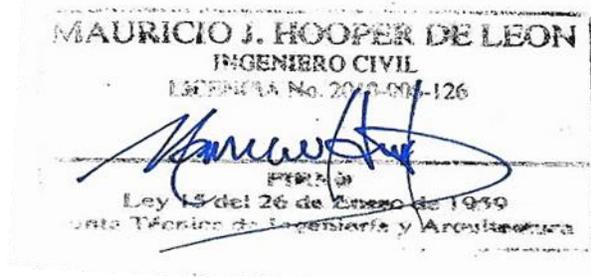


Ilustración 14: Sección transversal de la quebrada en una zona en el último puente donde las aguas se encuentran canalizadas

3.8 Sección Desembocadura – RS8

Se tuvo acceso a la última zona en la desembocadura hacia el mar. La quebrada está canalizada con obra en cauce que incluye muros de bloques. Se midió con cinta métrica el ancho y profundidad de la sección hidráulica del puente, resultando en 1.5 m de ancho y 1.2 m de profundo. Se presenta la información ajustada en la Tabla 10 con la dirección norte, este y la elevación en metros sobre el nivel del mar (msnm).



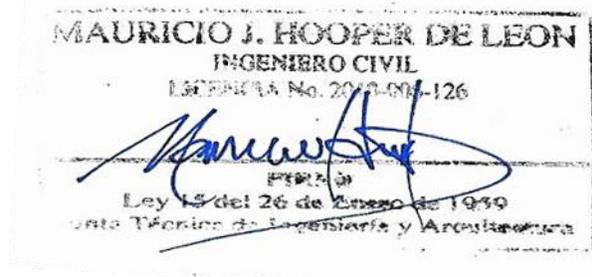


LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Tabla 10: Datos corregidos para la sección RS8.

COORDENADAS		
Norte	Este	Elevación
972432.6	659038.8	13.21
972431.7	659039.1	13.21
972425.2	659041.8	13.21
972422.7	659042.7	13.21
972422.6	659042.8	13.18
972422.5	659042.9	12.09
972421.9	659043.1	12.09
972421.8	659043.4	12.09
972421.7	659043.5	13.18
972421.6	659043.6	13.21
972418.4	659044.6	13.21
972412.1	659047.3	13.21
972409.9	659048.1	13.21

Con la información corregida se dibujó la sección desembocadura – RS8 (Ilustración 15). La sección es representativa de la zona donde se encuentra que las residencias están a nivel de servidumbre de la quebrada. Esta zona está canalizada en su totalidad y quedan expuestas a un nivel extremo de inundación. Su afectación variaría dependiendo de la captación de volumen de escorrentía de las secciones de aguas arriba.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO: TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

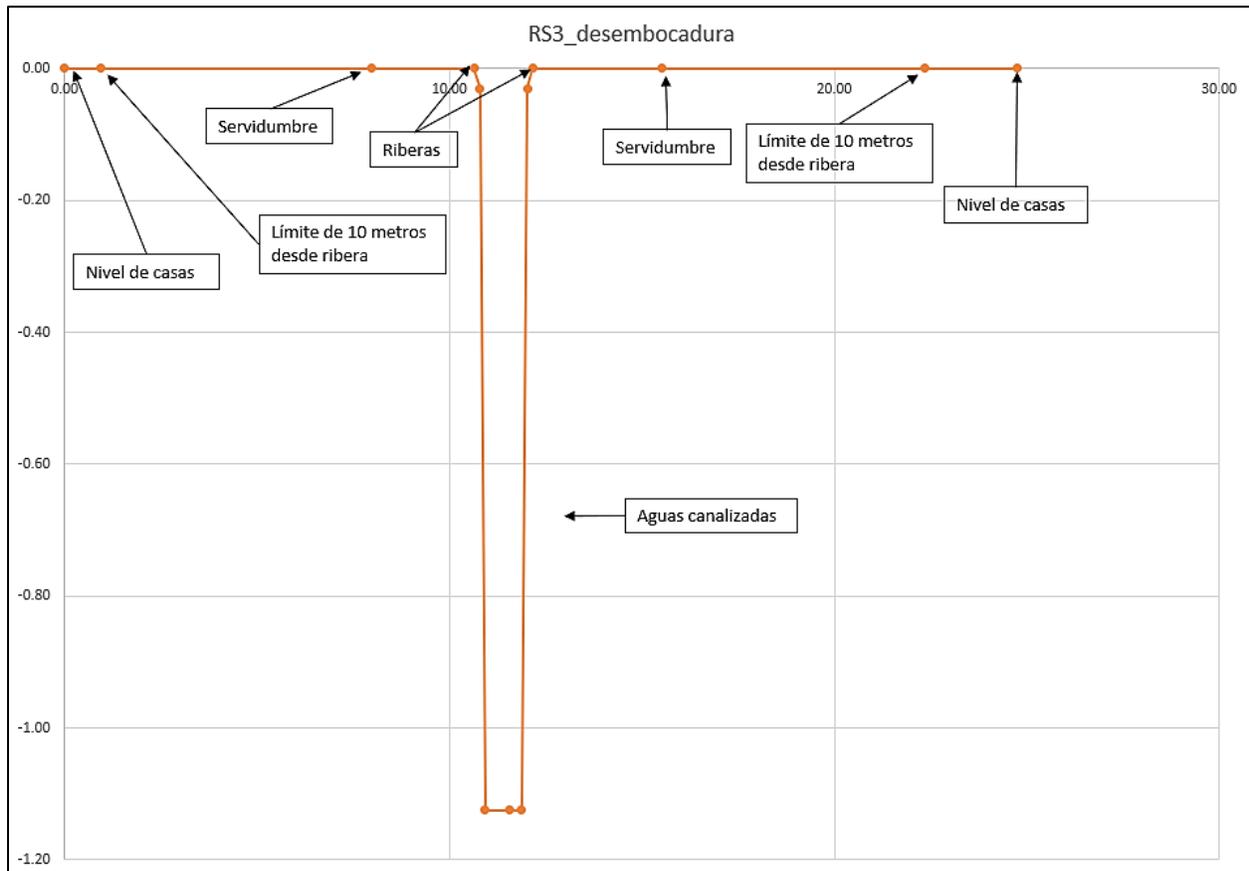


Ilustración 15: Sección transversal de la quebrada en la zona de la desembocadura donde las aguas se encuentran canalizadas

4. Plano Perfil y Secciones Transversales

Se dibujó un plano perfil del levantamiento, sus alineamientos y secciones transversales. Con los puntos corregidos georreferenciados, se levantó una superficie de interpolación y extrapoló información para proyectar las zonas inaccesibles para dibujar el perfil del levantamiento con secciones transversales a cada 40 metros. A este plano se agregaron los alineamientos de las servidumbres de 3 metros a cada lado de las riberas por indicación del decreto ejecutivo 55 de 13 de junio de 1973 y el alineamiento del límite de protección forestal paralelo a la quebrada con 10 metros a cada lado de las riberas según el artículo 24 de la ley 1 de 1994.





5. Conclusiones

Se realizó un levantamiento batimétrico de la quebrada El Pueblo. El levantamiento fue realizado con un receptor con tecnología GNSS lo cual dio una resolución aceptable. Para poder especificar con más claridad el alineamiento de la quebrada con sus servidumbres y líneas de propiedad, se realizaron correcciones a la información recolectada en campo. A pesar de las dificultades del terreno, climáticas y de acceso, el levantamiento capturó una descripción representativa de las aguas de la quebrada, sus riberas, servidumbres y residencias. Por la ubicación del tanque con respecto a la quebrada El Pueblo y basado en las observaciones de los residentes, el agua no sería capaz de alcanzar la zona del tanque de agua. La mayoría de las residencias están a una altura considerable con respecto al lecho del río y en su mayoría fuera del área de servidumbre. En la zona baja de la quebrada El Pueblo, dada la canalización existente, es posible que sean propensas a inundación, sin embargo, la probabilidad puede ser baja ya que se observa que a lo largo de toda la quebrada hay suficiente capacidad hidráulica para dispersar el flujo ante un evento extremo de precipitación.

6. Bibliografía

Asamblea Legislativa. (1994). *Ley 1 de 1994 - Artículo 24*. Panamá: Gaceta Oficial de Panamá.

Ministerio de Desarrollo Agropecuario. (1976). *Decreto 55 del 13 de junio de 1976*. Panamá: Gaceta Oficial de Panamá.

Te Chow, V. (1959). *Open channel hydraulics*.

Te Chow, V., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology*.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO

Anexos



Observación: medición de control realizada en la zona donde se encuentra el tanque de almacenamiento. La quebrada El Pueblo se encuentra a unos 4.0 metros por debajo de la medición y el tanque se encuentra a unos 10 metros por arriba de la medición.

LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO



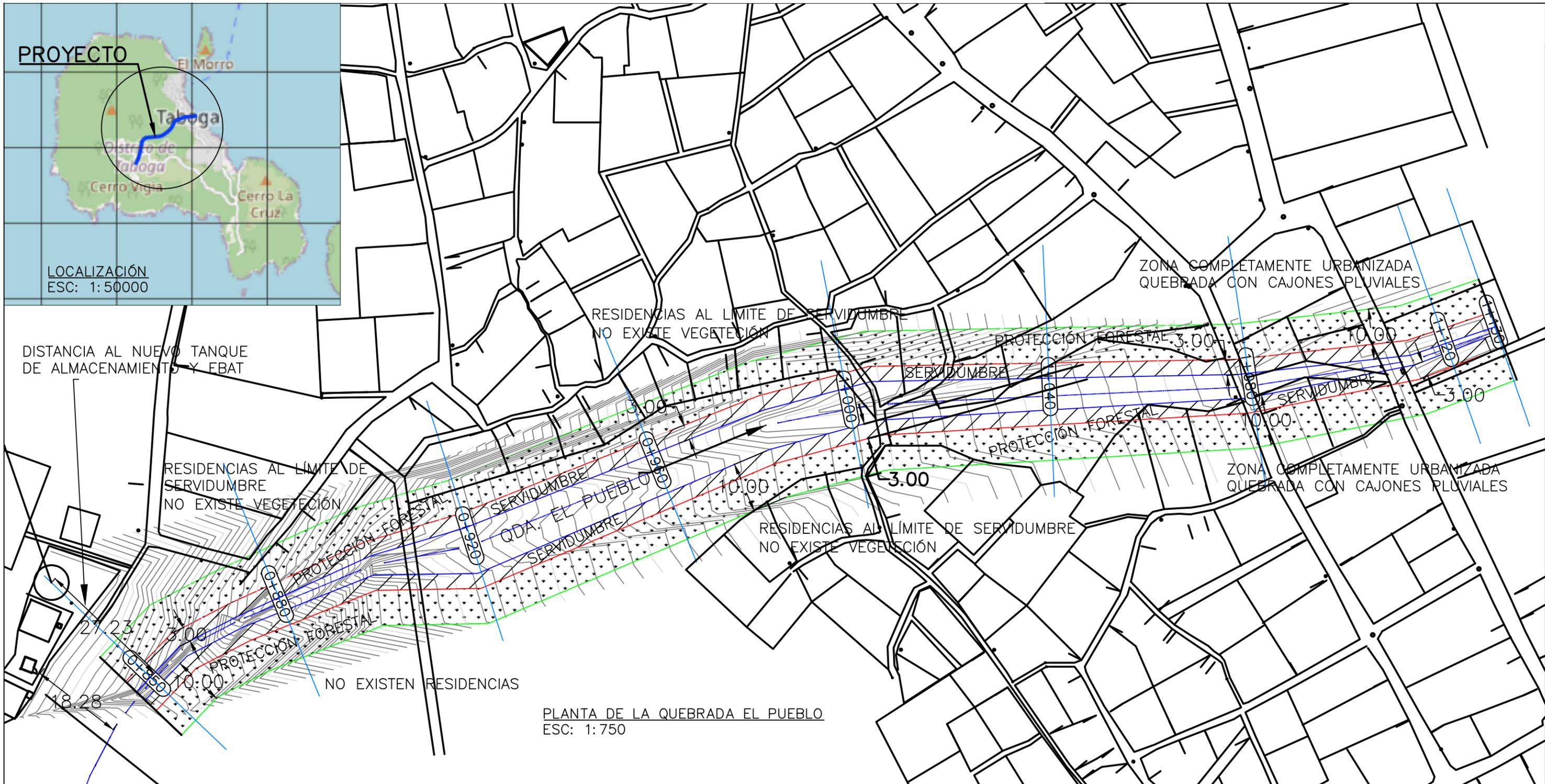
Observación: zona donde se ve la alta densidad boscosa y el difícil acceso por los obstáculos alrededor de la quebrada El Pueblo.



LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO:
TABOGA – QUEBRADA EL PUEBLO



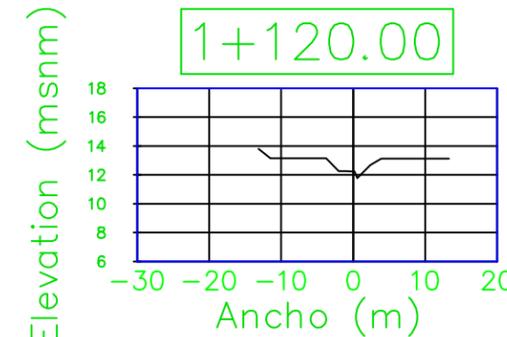
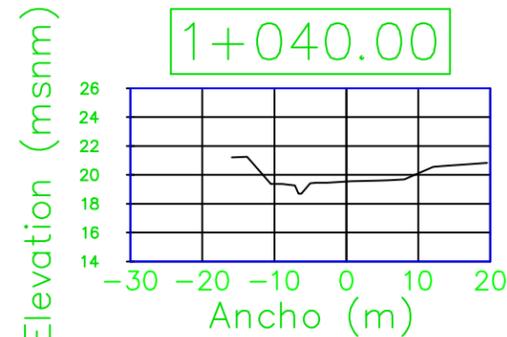
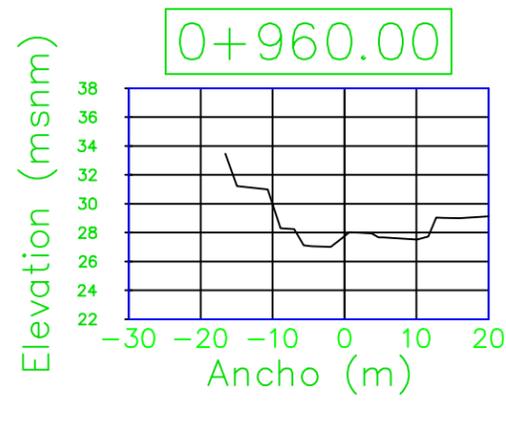
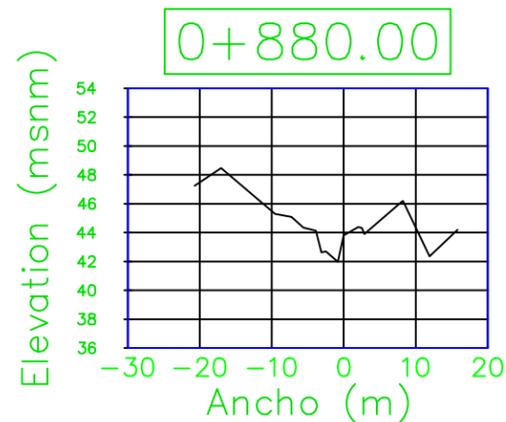
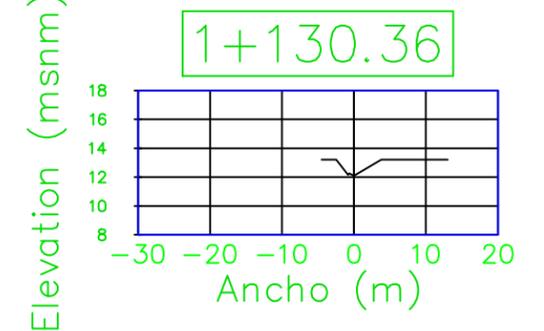
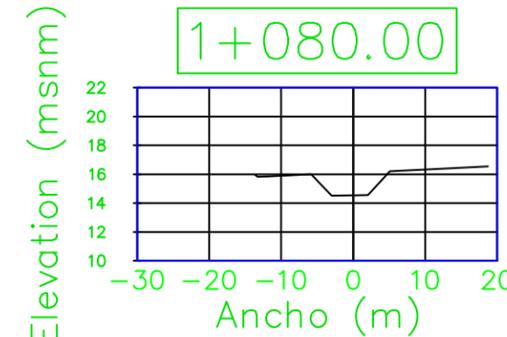
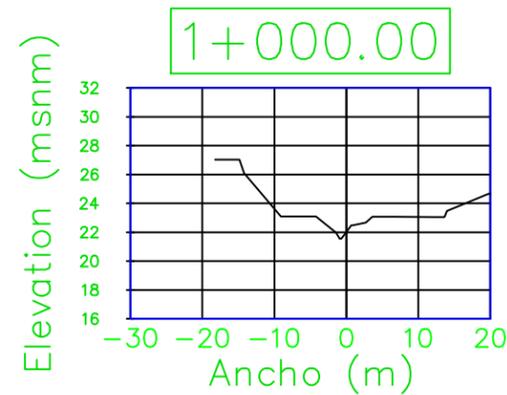
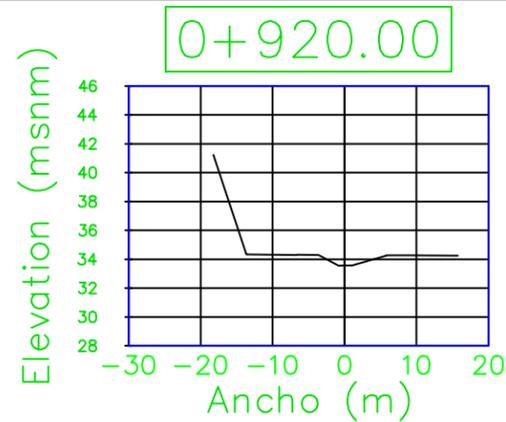
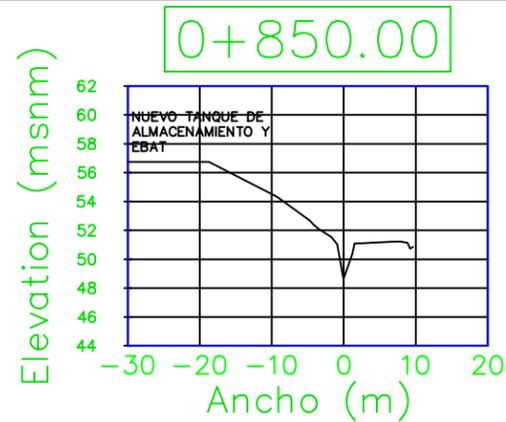
Observación: uno de los primeros puntos inaccesibles cerca del tanque de almacenamiento. La quebrada se encuentra a unos 6.0 metros hacia abajo desde la toma de la fotografía.



PLANTA DE LA QUEBRADA EL PUEBLO
ESC: 1:750

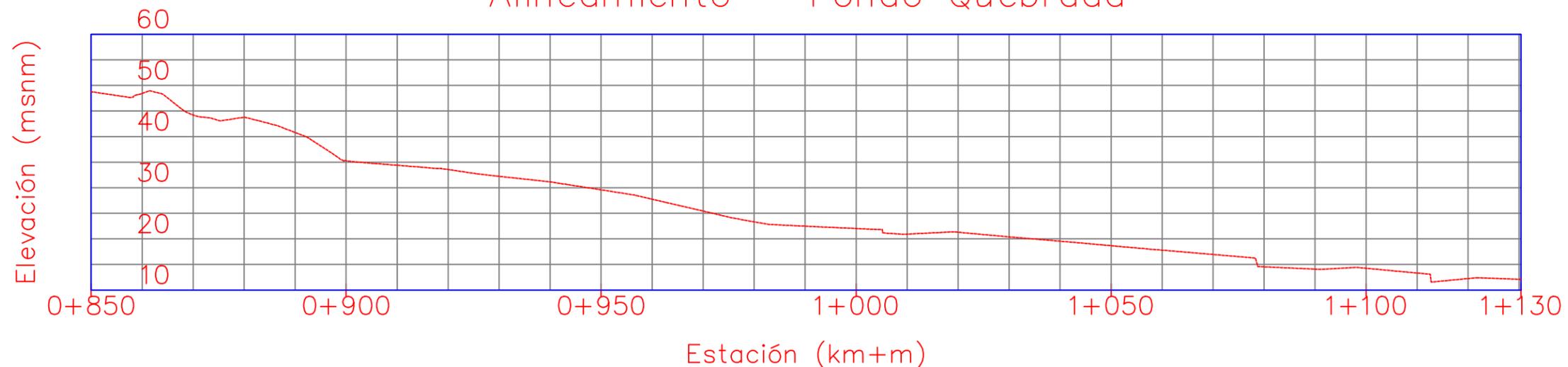
PROYECTO: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA ISLA DE TABOGA Y REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE

NOTAS: SISTEMA DE COORDENADAS WGS 84 – UTM 17N		ESCALA: INDICADA
PROMOTOR: AUTORIDAD DE TURISMO DE PANAMÁ		ALINEAMIENTOS DE LECHO, SERVIDUMBRE Y PROTECCIÓN FORESTAL
DIRECCION: REP. DE PMA., PROV. DE PMA., DIST. DE TABOGA	DISEÑO: ING. MAURICIO HOOPER DIBUJO: ING. MAURICIO HOOPER	FECHA: AGOSTO 2024 HOJA: 1 DE 2



SECCIONES
ESC H: 1:1000
ESC V: 1:500

Alineamiento – Fondo Quebrada



PERFIL
ESC H: 1:1000
ESC V: 1:1000

PROYECTO: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA ISLA DE TABOGA Y REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE

NOTAS:
SISTEMA DE COORDENADAS WGS 84 – UTM 17N

PROMOTOR: AUTORIDAD DE TURISMO DE PANAMÁ

DIRECCION:
REP. DE PMA., PROV. DE PMA., DIST. DE TABOGA

DISEÑO: ING. MAURICIO HOOPER
DIBUJO: ING. MAURICIO HOOPER

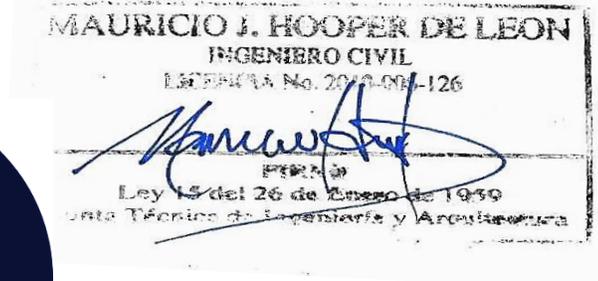
ESCALA: INDICADA

SECCIONES TRANSVERSALES Y PERFIL DEL LECHO

FECHA: AGOSTO 2024

HOJA: 2 DE 2

ANEXO 5. Análisis de Salinidad (proceso de dilución)



Análisis de Salinidad

Estudio, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de un Nuevo Sistema de Agua Potable (Desalinizadora) para la Isla de Taboga y Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Existente

6 de septiembre de 2024

Preparado para:

Autoridad de Turismo de Panamá

Layne Consulting Services S.A.

Preparado por:

Ing. Mauricio Hooper, PhD



Contenido

Contenido.....	2
Índice de Ilustraciones	3
1. Introducción	4
2. Localización Regional.....	4
3. Data.....	5
4. Proceso de Desalinización	6
5. Proceso de Dilución de Salmuera	8
6. Propuesta de cámara receptora.....	10
7. Conclusiones y Recomendaciones	12
8. Bibliografía	13



Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Localización regional del área de estudio. Imagen digitalizada del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia.....	5
Ilustración 2: Alineamientos de conducción, área de toma de agua cruda, tratamiento y descarga. Imagen digitalizada del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Escala 1:8000.	6
Ilustración 3: Extracto de análisis de calidad de agua realizado en la toma de agua cruda.	7
Ilustración 4: Extracto de resultados del diseño de la potabilización del agua.	8
Ilustración 5: Flujograma del proceso de dilución.....	9



1. Introducción

El presente informe corresponde a un análisis de salinidad para el proyecto Estudio, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de un Nuevo Sistema de Agua Potable (Desalinizadora) para la Isla de Taboga y Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Existente ubicado en el corregimiento de Taboga, distrito de Taboga, provincia de Panamá. El informe presenta la información de localización, ubicación de los elementos principales para la extracción y vertido de agua descartada y estimaciones matemáticas para la cuantificación de la concentración de salinidad en el agua de descarte. Se utilizó la herramienta Quantum Geographic Information System (QGIS) y diversas capas digitales para realizar el análisis.

2. Localización Regional

El área de estudio se encuentra localizada en el corregimiento de Taboga, distrito de Taboga, provincia de Panamá, República de Panamá (Ilustración 1). Tiene coordenadas UTM 658890E y 972865N, aproximadamente. La isla de Taboga se caracteriza por tener actividades comerciales y residenciales, siendo un sitio importante para la región.

El proyecto tiene diversos componentes que están ubicados en distintos puntos de la isla. En la parte norte se ubican las líneas de conducción, líneas de impulsión, líneas de distribución y la toma de agua. En la parte sur se encuentra la descarga de la salmuera. La ubicación precisa de cada componente es descrita en los siguientes puntos.

ANÁLISIS DE SALINIDAD: DESALINIZADORA - TABOGA

MAURICIO J. HOOPER DE LEON
INGENIERO CIVIL
LICENCIADO No. 2010-001-126
Mauricio Hooper
PRIMERA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Unidad Técnica de Ingeniería y Arquitectura

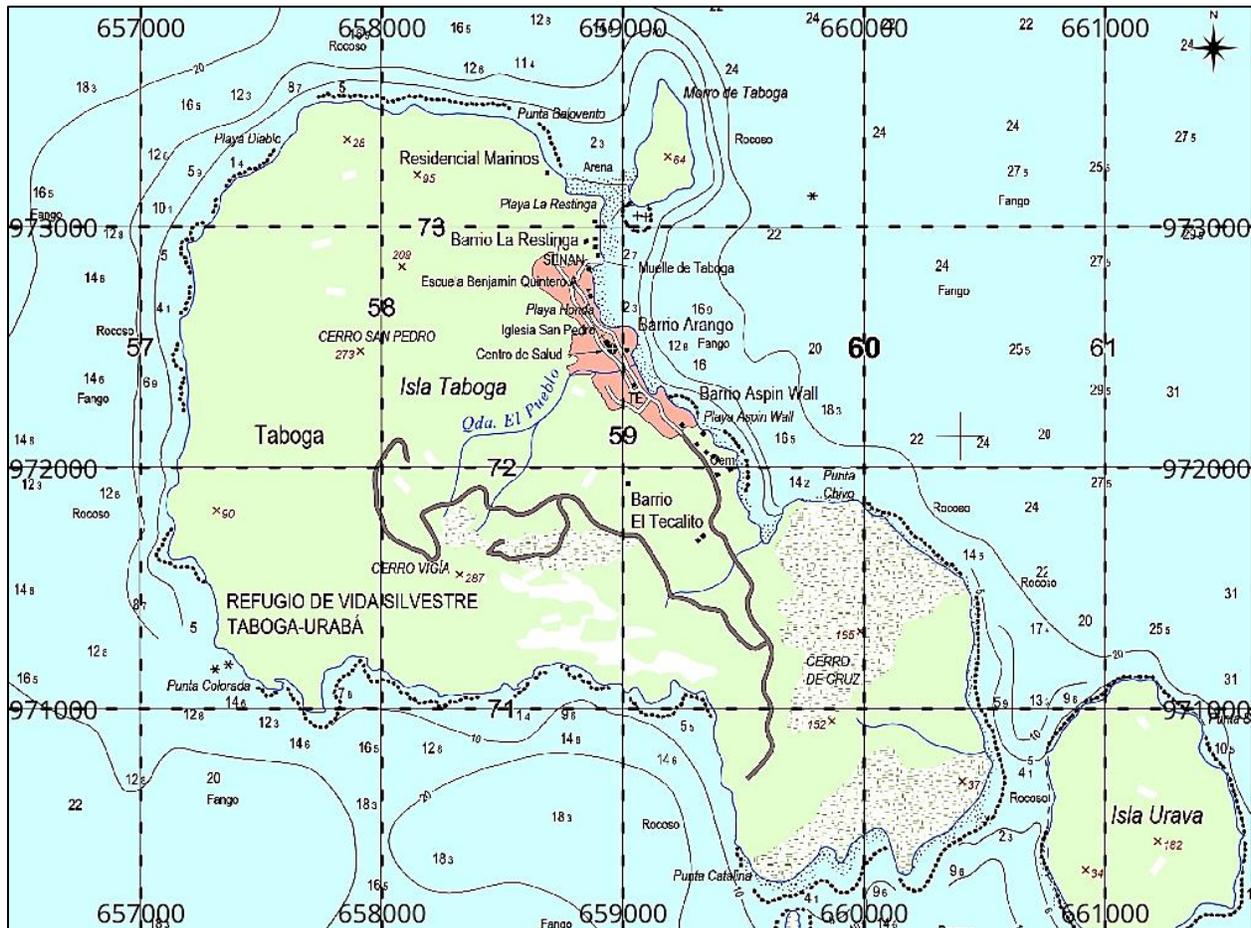


Ilustración 1: Localización regional del área de estudio. Imagen digitalizada del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia.

3. Data

Se obtuvo data de diversas fuentes tanto por levantamientos en sitio como data digital de Panamá. Se contó con data proveniente de un levantamiento local. El levantamiento incluyó alineamientos de la tubería de descarga de salmuera, línea de aducción, línea de distribución media-baja, línea de nuevo emisario y áreas del edificio de control de la nueva desalinizadora y de la nueva estación de bombeo de agua cruda (Ilustración 2).



ANÁLISIS DE SALINIDAD: DESALINIZADORA - TABOGA

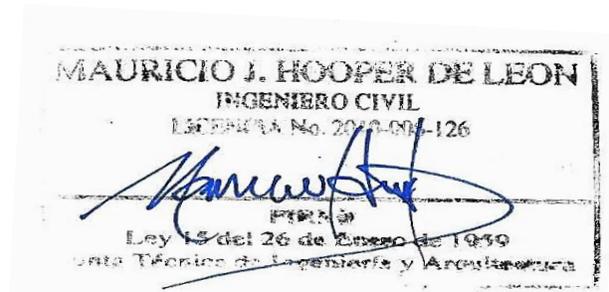


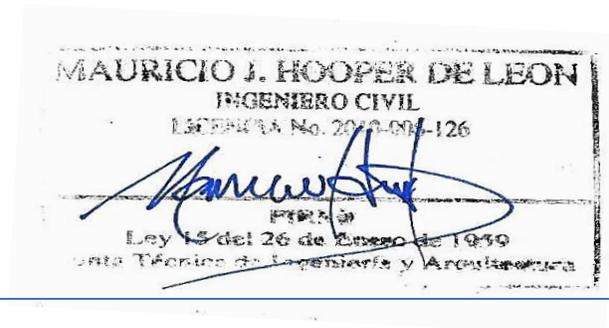
Ilustración 2: Alineamientos de conducción, área de toma de agua cruda, tratamiento y descarga. Imagen digitalizada del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Escala 1:8000.

4. Proceso de Desalinización

La toma de agua se ubica en la parte norte de la isla de Taboga, con unas coordenadas UTM- WGS84 17N de 659652E y 971798N, aproximadamente. Consta de dos filtros bridados que evitan la entrada de sedimento a las dos líneas de tuberías apoyadas sobre un cabezal de concreto reforzado. Se cuenta con una capacidad de captación de diseño de $0.066 \text{ m}^3/\text{s}$ ó 1.5 millones de galones por día (MGD). Se estima que la demanda poblacional de diseño requiere una producción diaria de 0.5 MGD. El proyecto actual tiene como solicitud captar $0.027 \text{ m}^3/\text{s}$ ó 0.634 MGD para aportar a la demanda requerida luego de tratada.

Para conducir el agua captada en la toma, se diseñó un pozo de succión con alimentación constante mediante 2 líneas de 10 pulgadas de material de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés). El pozo está diseñado con prefabricado de concreto y por diseño se cuenta con 2 equipos de bombeo más 1 de repuesto con elementos de izado para futuro mantenimiento de los equipos. Luego de captada el agua cruda, se transporta hasta la nueva planta desalinizadora mediante una línea tubería de policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés) con características SDR21 con conexiones futuras para la conexión con la planta

ANÁLISIS DE SALINIDAD:
DESALINIZADORA - TABOGA



desalinizadora actual. El edificio de la nueva planta desalinizadora está ubicado en las coordenadas UTM-WGS84 17N de 659628E y 971195N.

El diseño de tratamiento de agua propone una potabilización del 40% del agua cruda y el restante 60% de descarte. Mediante un análisis en la zona de la toma de agua cruda se determinó que la concentración de salinidad del agua cruda es de 32.88 gramos por litro (g/L). Esta concentración de salinidad se estimó utilizando el método estándar de determinación directa por sonda SM 2520-B. En la Ilustración 3 se presenta un resumen de los análisis realizados al agua cruda en la zona de la toma.

3. RESULTADOS							
Parámetro	AGUA MAR 01 – nueva toma de agua cruda	Anteproyecto de aguas marinas y costeras	Declaración de Conformidad	Incertidumbre (±)	L.C.	Unidad de Medida	Método
Temperatura	26.8	N/A	N/A	0.471	0.1	°C	SM 2550- B
pH	8.60	6.0 – 9.0	Conforme	0.044	0.1	Unidades de pH	SM-4500-HB
Salinidad	32.88	N/A	N/A	*	0.01	g/L	SM 2520-B
Aceites y Grasas	< 5.0	< 0.50	Conforme	0.133	5	mg/L	EPA 1664A
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	94	N/A	N/A	0.173	3	mg/L	HACH 8000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	< 2.0	< 2.0	Conforme	0.171	2	mg/L	SM-5210 B

Ilustración 3: Extracto de análisis de calidad de agua realizado en la toma de agua cruda.

El proceso de desalinización fue diseñado con el caudal de entrada teórico de 100 m³/h con una concentración de sólidos totales disueltos (TDS, por sus siglas en inglés) de 35,461.54 mg/L. Del caudal de entrada, 40 m³/h son tratados y mantienen una concentración final de 211.13 TDS, el resto 60 m³/h, mantiene una concentración final de 58,931.91 mg/L. Basado en los registros de los ensayos, es correcto suponer que la gran cantidad de TDS del agua es proveniente de sales minerales. En la Ilustración 4 se presentan los resultados del diseño.

**ANÁLISIS DE SALINIDAD:
 DESALINIZADORA - TABOGA**

Basic Design													Page : 1/3	
Project name											40,00 m3/h		Permeate flow	
Calculated by											100,00 m3/h		Raw water flow	
HP Pump flow											51,6 bar		Permeate recovery	
Feed pressure											20,0 °C(68,0°F)		Element age	
Feed temperature											7,00		Flux decline %, per year	
Feed water pH											None		Fouling factor	
Chem dose, mg/l, -											4,69 kwh/m3		SP increase, per year	
Specific energy											17,0 bar		10,0 %	
Pass NDP											13,6 l/mh			
Average flux rate														
											Feed type		Sea Surface Conventional	
Pass -	Perm.	Flow / Vessel		Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure			Perm.	Element	Element	PV# x
Stage	Flow	Feed	Conc			Max		Perm.	Boost	Conc	TDS	Type	Quantity	Elem #
	m3/h	m3/h	m3/h	lmh	bar	lmh		bar	bar	bar	mg/l			
1-1	40	5,6	3,3	13,6	0,4	21,2	1,06	0	0	51,1	211,1	SWC5 MAX	72	18 x 4
Ion (mg/l)											Raw Water	Feed Water	Permeate Water	Concentrate 1
Hardness, as CaCO3											6306,98	6306,98	9,160	10500,2
Ca											398,20	398,20	0,578	662,9
Mg											1296,00	1296,00	1,882	2157,6
Na											10960,00	10960,00	76,299	18206,5
K											401,40	401,40	3,491	666,3
NH4											0,00	0,00	0,000	0,0
Ba											0,000	0,000	0,000	0,0
Sr											6,290	6,290	0,009	10,5
CO3											1,24	1,24	0,000	4,7
HCO3											139,28	139,28	1,554	228,4
SO4											2325,52	2325,52	3,612	3871,5
Cl											19933,44	19933,44	123,697	33123,1
F											0,00	0,00	0,000	0,0
NO3											0,00	0,00	0,000	0,0
PO4											0,00	0,00	0,000	0,0
SiO2											0,18	0,18	0,001	0,3
B											0,00	0,00	0,000	0,0
CO2											7,82	7,82	7,82	7,82
TDS											35461,54	35461,54	211,13	58931,91
pH											7,00	7,00	5,51	7,19

Ilustración 4: Extracto de resultados del diseño de la potabilización del agua.

5. Proceso de Dilución de Salmuera

Para reducir el impacto de la salinidad elevada del descarte (salmuera) como resultado del proceso de potabilización, se diluye la concentración de salinidad de salida del descarte (58.93 g/L) con la inyección de 1330.71 galones por minuto (GPM) de agua cruda con una concentración de salinidad de 32.88 g/L, proveniente del mismo punto de toma de agua cruda, para finalmente ser vertido en el punto de descarga con una concentración de salinidad final esperada de 37.20 g/L. Se utiliza una cámara receptora donde se

ANÁLISIS DE SALINIDAD:
 DESALINIZADORA - TABOGA

reciben las aguas del descarte de salmuera concentrada combinada con el agua proveniente de la toma de agua cruda para diluir la concentración de salinidad en la descarga. A continuación, se presenta un flujograma del proceso de dilución (Ilustración 5).

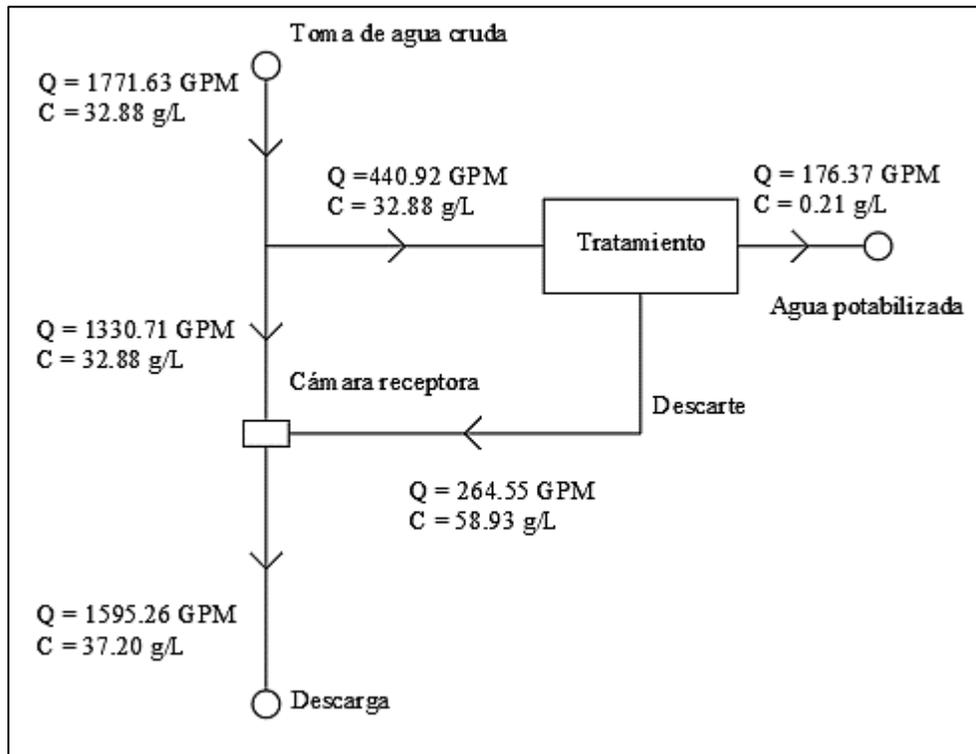


Ilustración 5: Flujograma del proceso de dilución.

Se presenta el cálculo matemático de la estimación del caudal mezclado para garantizar la concentración de salinidad final en el punto de descarga.

- Caudal para dilución requerido para lograr una concentración de salinidad de 37.20 g/L en la descarga en la cámara receptora

$$\text{Volumen sólido final} = \text{Volumen sólido desde toma} + \text{Volumen sólido de descarte}$$

$$(Q_{dil} + 264.55) * 37.2 = Q_{dil} * 32.88 + 264.55 * 58.93$$

$$Q_{dil} = 1330.71 \text{ GPM}$$

- Caudal en la descarga con concentración de salinidad final de 37.20 g/L



$$\text{Caudal descarga} = \text{Caudal desde toma} + \text{Caudal descarte}$$

$$Q_{des} = 1330.71 + 264.55$$

$$Q_{des} = 1595.26 \text{ GPM}$$

- Caudal por extraer en la toma de agua cruda con concentración de salinidad de 32.88 g/L

$$\text{Caudal toma} = \text{Caudal para dilución} + \text{Caudal a potabilizar}$$

$$Q_{toma} = 1330.71 + 440.92$$

$$Q_{toma} = 1771.63 \text{ GPM}$$

A continuación, se presenta en resumen del proceso de dilución:

- Salinidad en la toma, en la tubería de soporte para dilución y en la entrada de la desalinizadora es de 32.88 gramos de sales minerales disueltas por cada kilogramo de agua de mar.
- Agua después de desalinizadora hacia la comunidad es de 0.21 gramos de solidos disueltos por cada kilogramo de agua.
- Salinidad después de la desalinizadora hacia el descarte es de 58.93 gramos de sales minerales disueltas por cada kilogramo de agua.
- Salinidad después de la combinar el agua directo de la toma y el descarte de la desalinizadora es de 32.70 gramos de sales minerales disueltas por cada kilogramo de agua.
- Volumen de salmuera vertida en el descarte luego del proceso de dilución es 2.55 MGD con una concentración de 32.70 g/L, lo que equivale a 315,337 kg de sales minerales por día.

6. Propuesta de cámara receptora

Se propone un concepto de mezcla en la cámara receptora. Conceptualmente se tienen 2 tuberías de entrada con flujos y concentraciones diferentes, vertiendo agua constantemente hacia una cámara receptora con volumen constante tal que la tubería de salida tiene un caudal de salida igual al caudal de entrada, dentro

ANÁLISIS DE SALINIDAD:
DESALINIZADORA - TABOGA



de la cámara, con una concentración esperada fija. Se utiliza el concepto de ecuación diferencial de primer orden:

$$\frac{dy}{dt} = \text{flujo de entrada} - \text{flujo de salida}$$

$$\text{flujo de entrada} = \text{concentración A} * \text{flujo A} + \text{concentración B} * \text{flujo B}$$

$$\text{flujo de salida} = \text{concentración de salida} * \text{flujo de salida}$$

$$y(0) = 0.03288 * V_{\text{cámara}} \text{ kg}$$

$$(C_A) * (Q_A) = 0.03288 \frac{\text{kg}}{\text{L}} * 5030.08 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$(C_B) * (Q_B) = 0.05893 \frac{\text{kg}}{\text{L}} * 1000.0 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$\text{flujo de entrada} = 224.316 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

$$\text{flujo de salida} = \frac{y}{V_{\text{tanque}}} \frac{\text{kg}}{\text{L}} \text{ a razón de } 6030.08 \frac{\text{L}}{\text{min}} = \frac{6030.08}{V_{\text{cámara}}} y \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

$$\frac{dy}{dt} = 224.316 - \frac{6030.08}{V_{\text{cámara}}} y$$

Se propone un concepto tal que luego de 1 minuto se haya alcanzado la mezcla de 32.70 g/L, por lo que al menos necesitamos un volumen que tenga un tiempo de residencia igual o mayor. Este tiempo de residencia es utilizado en cámaras de mezclas similares.

Si el caudal de entrada es de 1595.26 GPM, el volumen efectivo de mezcla para que el tiempo de residencia sea de al menos 1 minuto es de 6030.08 litros. Se propone utilizar un volumen de cámara de 6.03 m³. Se resuelve la ecuación diferencial.

$$y = 224.316 - 26.047 * (0.367879)^t$$



Se propone una mezcla con el 75% de eficiencia, lo que disminuye matemáticamente el tiempo de residencia a 45 segundos. Se verifica que la concentración en la cámara para que al menos sea del 95% de la concentración esperada.

$$y(0.75 \text{ min}) = 212.012 \text{ kg}$$

$$\%C_{\text{tanque}} = \frac{212.012}{214.316} * 100\% = 94.51\%$$

Esta aproximación es suficientemente buena. Quiere decir que con una eficiencia de mezcla de al menos 75% lo que se traduce en 45 segundos de tiempo de residencia, el porcentaje de concentración en la cámara es del 94.51% del esperado, en otras palabras, se estarían descargando 35.20 g/L a razón de 1595.26 GPM. Como se vierten en la entrada alrededor de 37.20 g/L, se tendría un remanente en la cámara de aproximadamente 12.06 kg de sales minerales. Durante diseño se puede proponer un sistema mucho más eficiente, que tome en cuenta no solo la turbulencia local, sino general de todo el sistema hidráulico de la red de tuberías, incluyendo posicionamiento específico de las tuberías para promover la turbulencia dentro de la cámara, minimizando la retención dentro de la cámara y garantizando la salida al descarte con la concentración de sales minerales esperada.

Como propuesta inicial, se propone un concepto de los tubos de entrada en laterales opuestos y con el tubo de salida en el centro. La tubería de entrada con el caudal de agua cruda directo de la toma debe ir a 1 pie desde el fondo, entrado con un ángulo de 60 grados apuntando hacia el fondo y ubicada en uno de los laterales largos de la cámara. La tubería de entrada de salmuera debe colocarse arriba, a un pie por debajo del nivel de superficie de agua, entrando con un ángulo de 45 grados apuntando hacia el centro de la cámara y ubicada en el otro lateral largo de la cámara. La tubería de salida debe colocarse en el centro, con un fondo de inclinación de la cámara de aproximadamente 3%.

7. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de los ensayos realizados al agua extraída en la zona de la toma de agua cruda indican que la concentración de salinidad en el agua es de 32.88g/L. Esta agua luego de potabilizada descarta un caudal de agua de 264.55 GPM con una concentración elevada a 58.93 g/L. Para mitigar los impactos de altas



concentraciones de salinidad en la zona de la descarga, se presentó una esquematización conceptual de dilución del agua de descarte para que la concentración final de salinidad sea de 37.20 g/L. Los cálculos reflejan que se requieren de 1330.71 GPM de agua proveniente de la toma de agua cruda con concentración de salinidad de 32.88 g/L, mezcladas en una cámara receptora para garantizar su correcta dilución.

El modelo de cámara propuesto es conceptual y en la etapa de diseño debe verificarse, ya sea a través de modelaciones numéricas o con ensayos a escala. Estos modelos garantizarían la correcta dilución del agua de descarte antes de construcción. De igual forma, durante operación, se recomienda el constante monitoreo de la concentración de salinidad del agua en la toma para garantizar la dilución ante variaciones naturales de la concentración de salinidad en sitio, en la salida de la potabilización para verificar la concentración de la salmuera y en la descarga final, para así garantizar que el diseño funciona como calculado. De no cumplir con las especificaciones requeridas, se pueden agregar difusores de flujo dentro de la cámara para mejorar la eficiencia de mezcla.

8. Bibliografía

Te Chow, V. (1959). *Open channel hydraulics*.

Te Chow, V., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology*.

Thompson, S. (2017). *Hydrology for water management*. CRC Press.

ANEXO 6. Perfilación de estratos de fondo marino en área de la futura toma de agua e inmisario

Informe de campo: PERFILACION DE FONDO MARINO – 023/2024.

Perfilación de estratos de fondo marino en área de la futura toma de agua e inmisario-Isla Taboga, relacionado al **proyecto**: “ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA ISLA TABOGA, Y REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE”.

Contacto: Noris Toribio

Fecha del levantamiento: 20 de julio 2024

Personal técnico:

- Adalberto Alguero – Hidrógrafo certificado Categoría “B” (PE-8-373)
- Jorge Rodríguez - por la parte técnica del equipo de arqueólogos
- Benigno Hernández – Capitán de lancha (8-403-58)

Datos técnicos:

- Configuración de perfilación: con transductor de baja frecuencia (10KHz).
- Referencias Verticales: MLWS (mean low wáter spring) según tabla de marea de referencia de Puerto Armuelles emitida por Bouyweather.
- Referencias Horizontales: wgs-84, zona 17 Norte.
- Formato de data: x,y,z formato de texto (este, norte, profundidad).
- Parámetro de calidad: según Normas S-44 (normas internacionales hidrográficas).

Equipos a utilizar:

- Sub Bottom Profiler digital Syquest Stratabox
- Transductor de baja frecuencia alta 10KHz. (subwoofer).
- GPS South Galaxy G3 configuración autónoma.
- Software hidrográfico HyPack 2014. (licencia vigente).
- Lancha hidrográfica (eslora de 23pies) Nombre: BASH

Normas de calidad:

En cuanto a control de calidad, nos basamos en las normas internacionales S-44, regidas por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y la Oficina Naval de Los Estados Unidos de América, y que describe así la norma:

“**Orden 1a:** Este orden se destina para aquellas áreas donde el mar es suficientemente poco profundo como para permitir que rasgos naturales o artificiales en el fondo marino constituyan una preocupación para el tráfico marítimo esperado que transite el área, pero donde la separación quilla - fondo es menos crítica que para el orden Especial. Donde puedan existir rasgos artificiales o naturales que sean de preocupación para la navegación, se requiere una búsqueda completa del fondo marino, no obstante, el tamaño de la característica a ser detectadas es más grande que para las de Orden Especial. En donde la separación quilla – fondo llega a ser menos crítica a medida que la profundidad aumenta, el tamaño de la característica a ser detectada por la búsqueda completa del fondo marino también es incrementada a partir de aquellas áreas donde la profundidad es mayor que 40 metros. Los levantamientos de Orden 1a pueden ser limitados para aguas más bajas que 100 metros”.

NORMAS DE LA OHI PARA LOS LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS (S-44)
5ta Edición, Febrero 2008

TABLA 1
Estándar Mínimo para Levantamientos Hidrográficos
(Para ser leído en conjunto con el texto completo de este documento)

Referencia	Orden	Especial	1a	1b	2
Clasificación del Levantamiento	Descripción de áreas	Áreas donde la separación quilla-fondo es crítica	Áreas de profundidades menores de 100 metros donde la separación quilla-fondo es menos crítica, pero podrían existir rasgos de interés para la navegación.	Áreas de profundidades menores de 100 metros donde la separación quilla-fondo no se considera de interés para el tipo de buque que se espera transite por el área	Áreas generalmente más profundas a 100 metros donde se considera adecuada una descripción general del fondo marino.
Posicionamiento	Máximo THU permitido 95% Nivel de confianza	2 metros	5 metros + 5% de profundidad	5 metros + 5% de profundidad	20 metros + 10% de profundidad
Incertidumbre Vertical	Máximo TVU permitido 95% Nivel de confianza	a= 0.25 metros b= 0.0075	a= 0.5 metros b= 0.013	a= 0.5 metros B= 0.013	a= 1.0 metros b= 0.023
Conocimiento del fondo marino	Búsqueda Completa del Fondo Marino	Requerido	Requerido	No requerido	No requerido
Medida de Profundidad	Detección de rasgos	Rasgos cúbicos > 1 metro	Rasgos cúbicos > 2 metros en profundidades hasta 40 metros; 10 % de la profundidad cuando ésta es mayor a 40 metros	No aplicable	No aplicable
Densidad de Sondas	Máximo espaciamiento recomendado entre líneas principales	No definido ya que se requiere una búsqueda completa de fondo marino .	No definido	3 x profundidad promedio o 25 metros, cualquiera que sea mayor, para LIDAR batimétrico espaciamiento entre puntos de 5 x 5 metros	4 x profundidad promedio

Objetivo del trabajo

- Realizar la búsqueda de posibles obstrucciones, objetos y/o naufragios dentro del área de establecida para la ubicación de la toma de agua (succión) e inmisario del nuevo sistema de desalinización, mediante equipos geofísicos (perfilador de fondo marino).
- En caso de encontrar alguna de estas anomalías, determinar su ubicación y dimensiones.

Procedimiento del trabajo:

Los estudios de perfilado del subsuelo utilizan sistemas de reflexión sísmica para "mapear" la estratigrafía de los sedimentos en el subsuelo. Nuestro equipo utiliza un tipo de perfilador del subsuelo de última generación de frecuencia baja de 10KHz, para proporcionar alta resolución y una profundidad de penetración adecuada en las capas del subsuelo. Para nuestro caso en estudio, se calibró para una profundidad de 40m por debajo de la superficie del agua.

El sistema típico incluye una lancha hidrográfica con los equipos principales: sensor de frecuencia baja y GPS para el posicionamiento. El transductor se ubica a un costado de la borda de la lancha introducido al menos unos 50cm debajo de la superficie del agua.

El sistema envía una señal acústica (onda de sonido) y registra el tiempo que tarda y la fuerza de la energía de la onda de sonido reflejada en sucesivas interfaces o capas en el subsuelo, lo que permite la construcción de un perfil transversal del subsuelo. El sistema detecta e interpreta la diferencia de estratos por medio de su densidad.

Existen muchos uso para estos sistemas estratificación de fondos y la interpretación de datos de perfiles submarinos incluyen:

- Ubicación de canales reliquia, cantos rodados subterráneos y profundidad del lecho rocoso
- Mapeo de extensiones horizontales y verticales del área de préstamo de sedimentos
- Calcular el volumen de material disponible para remoción, así como la cantidad de material de sobrecarga.
- Localización de servicios públicos enterrados, como tuberías y cables.
- **y para nuestro caso, localización de objetos por debajo del fondo marino.**

Estos sistemas pueden detectar desde materiales blandos como: sedimentos o arenas sueltas, gravas o piedras sueltas, arenas compactas y roca.

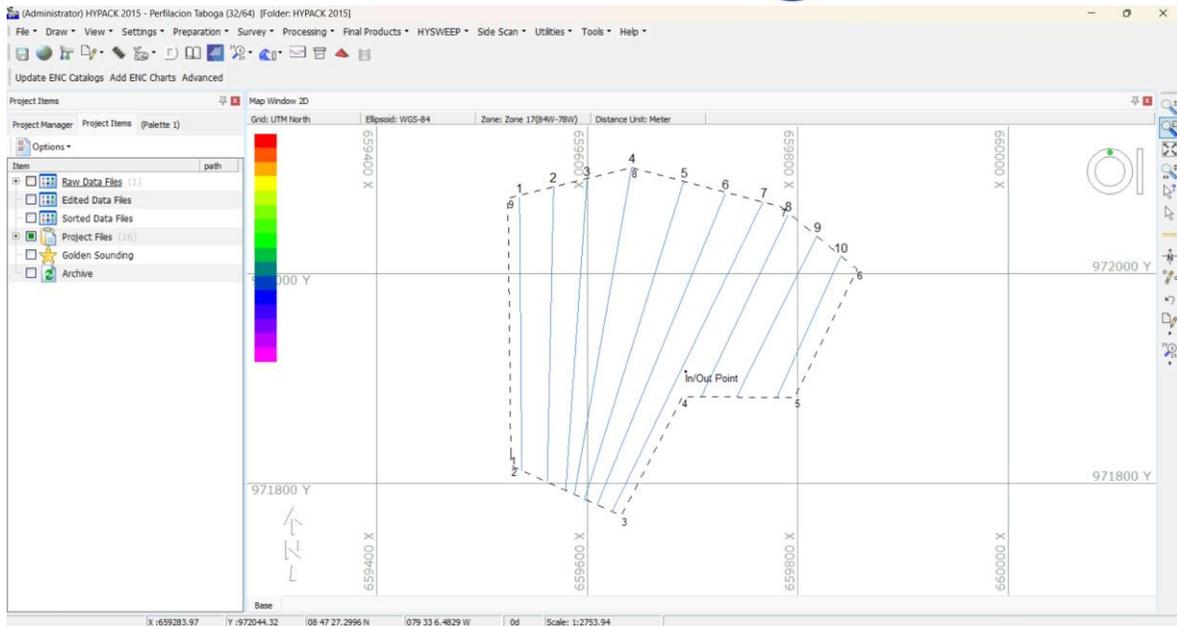
En resumen, realizaremos levantamiento de líneas de sondeo con separación de 15m para luego, mediante el post-proceso de los datos descartar o ubicar posibles objetos por debajo del fondo marino.

Configuración Geodésica: En el software hidrográfico HyPack se debe configurar los parámetros geodésicos con que se trabajará nuestro proyecto, además los equipos están configurados en WGS-84.

Configuración de navegación: se planean las líneas de sondeo, para este trabajo la norma indica que por **NO** ser área regular de navegación el sondeo será de tipo Orden 1-A; cuyo espaciamiento será de 15m para líneas de levantamiento.

Tomando en cuenta el polígono que el cliente nos proporciona como área de influencia para el área de succión o toma de agua, preparamos el área con la referencia base, líneas de levantamiento y a continuación se presenta la imagen del software con la distribución de las líneas:

- 10 líneas de levantamiento separadas de 15m dirección Norte – Sur.

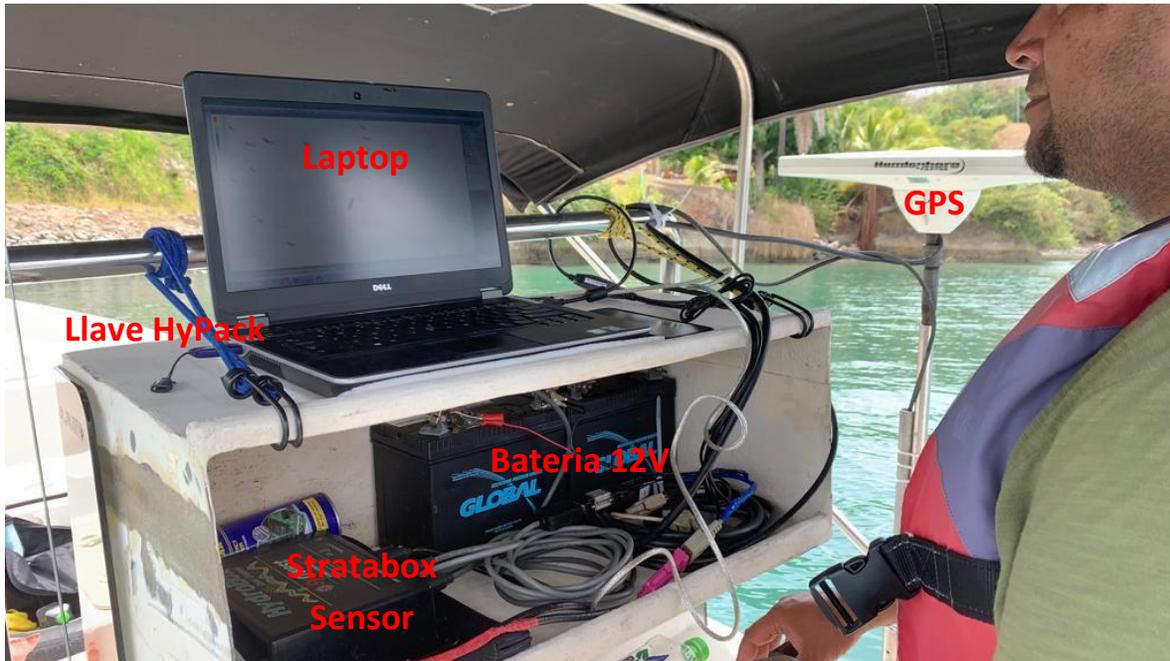


Levantamiento y trabajo en campo

- Traslado de la lancha hidrográfica al área del proyecto, se utilizará la rampa pública de la comunidad de Diablo, que es la más cercana al proyecto para el ingreso.
- Verificación de coordenadas de GPS con respecto al punto de amarre.

Instalación de los equipos hidrográficos

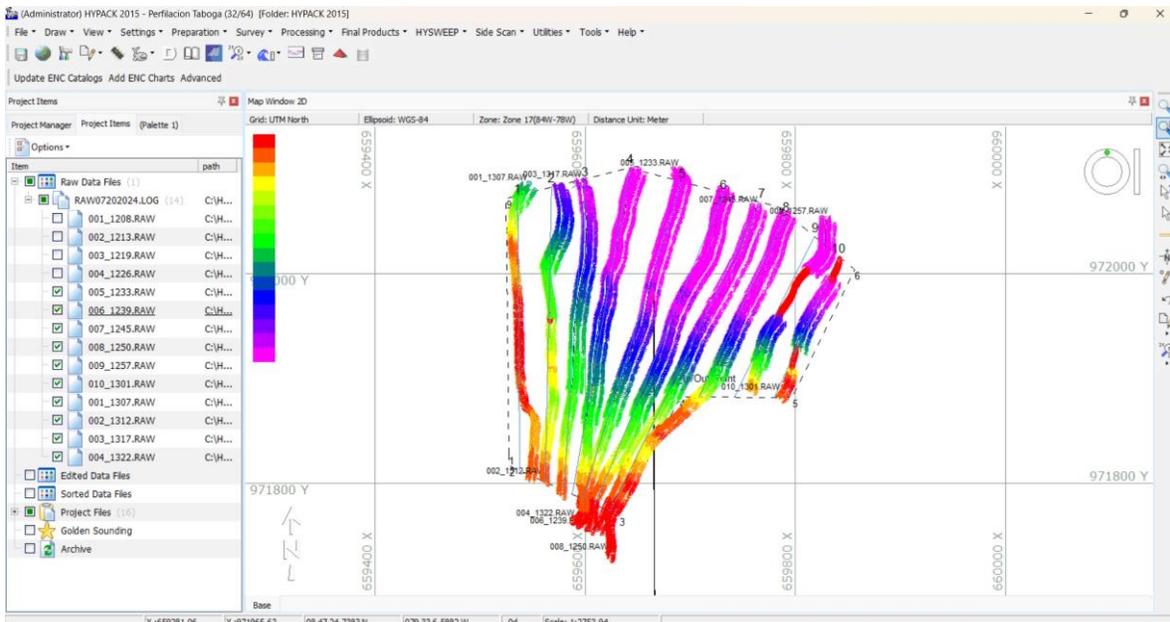
Instalación de equipos en la embarcación hidrográfica, se debe tener en cuenta que la instalación de cables se hará de forma tal que evite accidentes o desconexiones involuntarias por el paso de las personas dentro de la lancha y ya cuando nos encontramos en el área de trabajo.



Ejemplo de Instalación de los equipos en la embarcación

Colección de datos geofísicos

En el proceso de colección de datos, se da seguimiento a las líneas de levantamiento iniciando con la línea 1 y trabajamos hasta llegar a la línea 10.



Esta imagen representa las líneas de sondeo sin procesar, por donde se navegó; como valor agregado del sistema, podemos obtener datos de profundidad del fondo marino (batimetría).

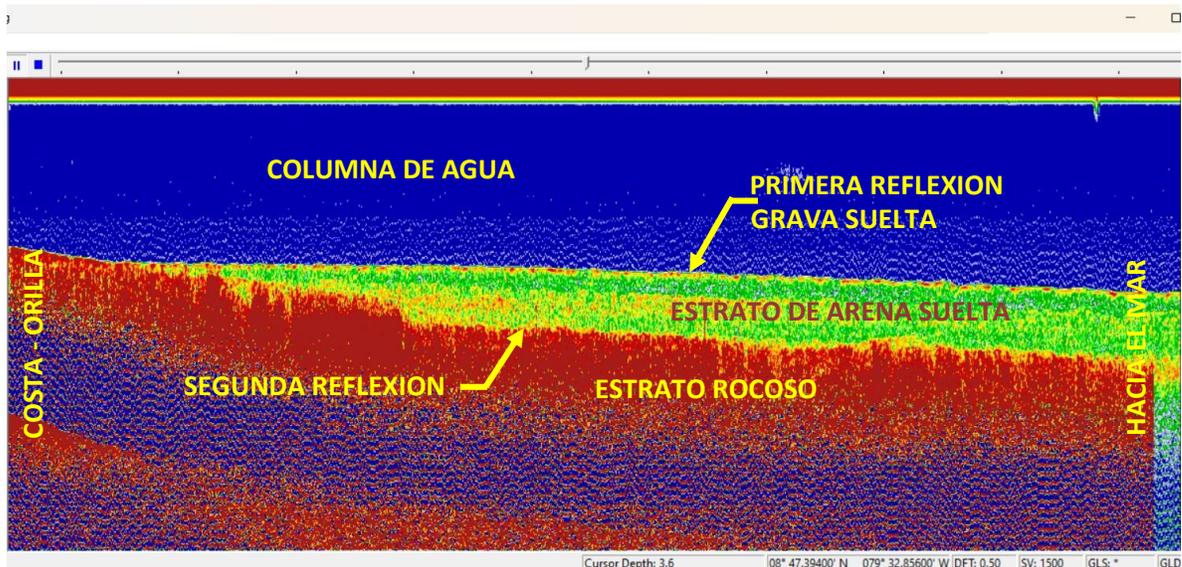
Luego de coleccionar los datos de todas las líneas programadas, se procede con desinstalar equipos y retornar a oficinas para procesar las imágenes generadas.

Post-Proceso de datos colectados

Para el procesamiento de data colectada conlleva los siguientes pasos:

1. Post procesamiento de la data colectada, selección de archivos crudos levantados.
2. Verificación de los espesores de las diferentes capas que forman el fondo marino.
3. Se verifican línea a línea la data colectada y se eliminan datos falsos y ecos generados.

Como un ejemplo, mostramos imagen del software de procesamiento Stratabox con un perfil crudo de una línea y donde se puede obtener las informaciones de las profundidades de las diferentes capas encontradas.



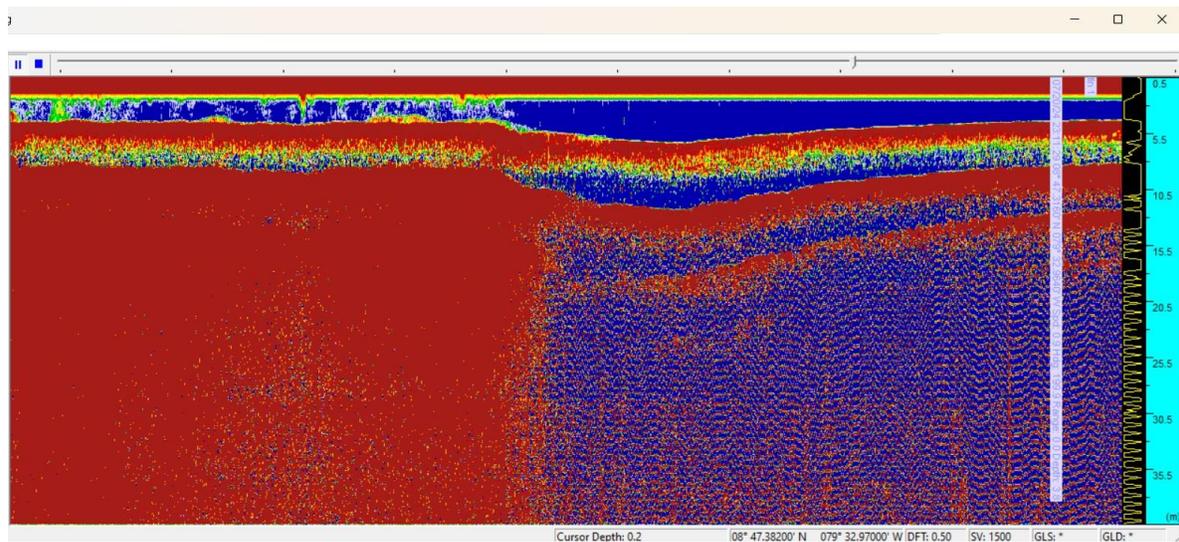
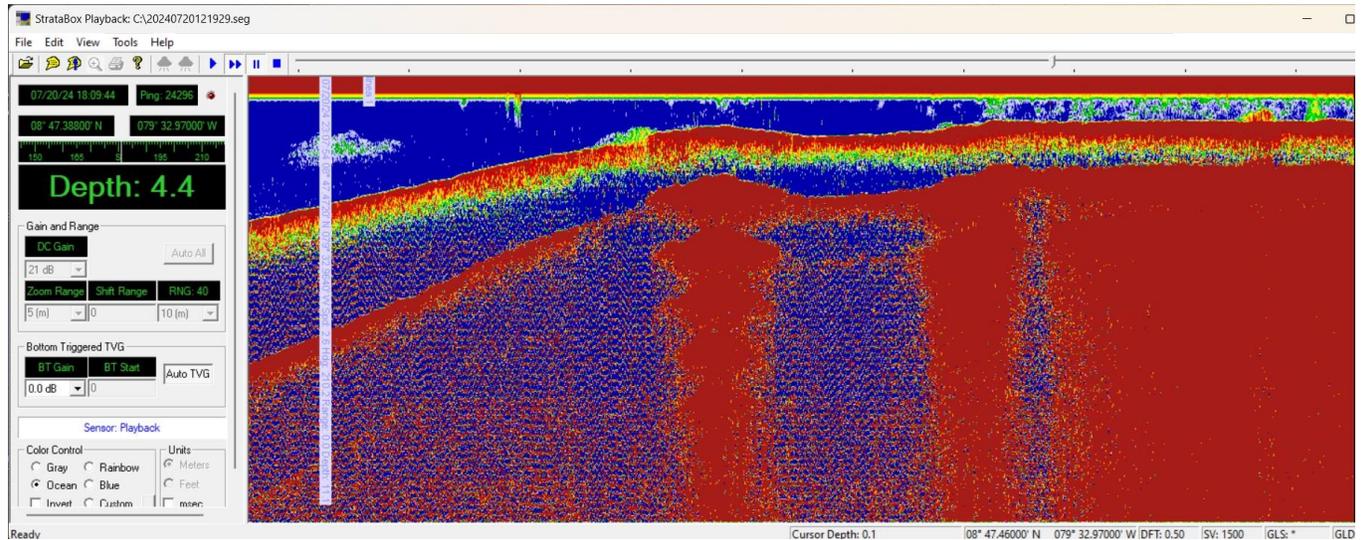
Estrato de la línea 6 después de procesada, con sus respectivas etiquetas y donde claramente podemos obtener los siguientes comentarios de esta imagen:

- Una primera reflexión empezando a una profundidad de 7.00m de un material tipo grava o piedras chicas sueltas en su superficie, esto se representa mediante los puntos rojos sobre el estrato o la capa verde.
 - Una segunda reflexión que delimita un estrato de material suelto tipo arenas, gravas o coral suelto de espesor máximo de 5.00m y que progresivamente va disminuyendo este espesor a medida que se acerca a la costa, esto representado por la a capa verde.
 - La capa de material por debajo del estrato verde es de un material duro, lo que nos indica que estrato rocoso.
4. Elección de una matriz de selección de datos de la primera reflexión 1 para que el software clasifique los datos de sondeos críticos que serán parte de la matriz de datos finales.

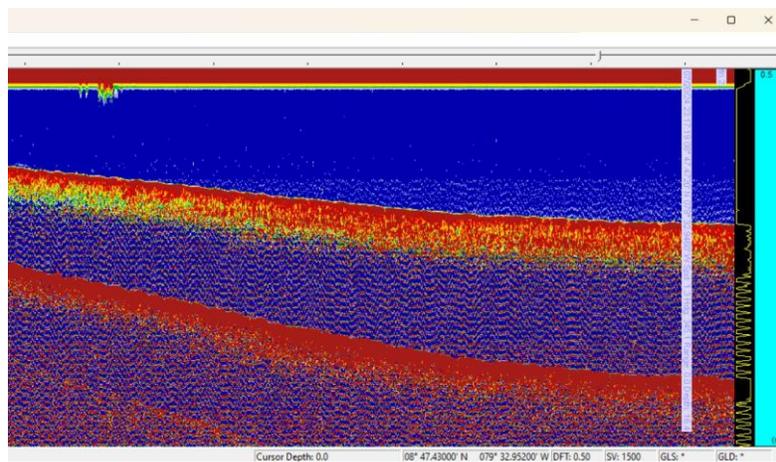
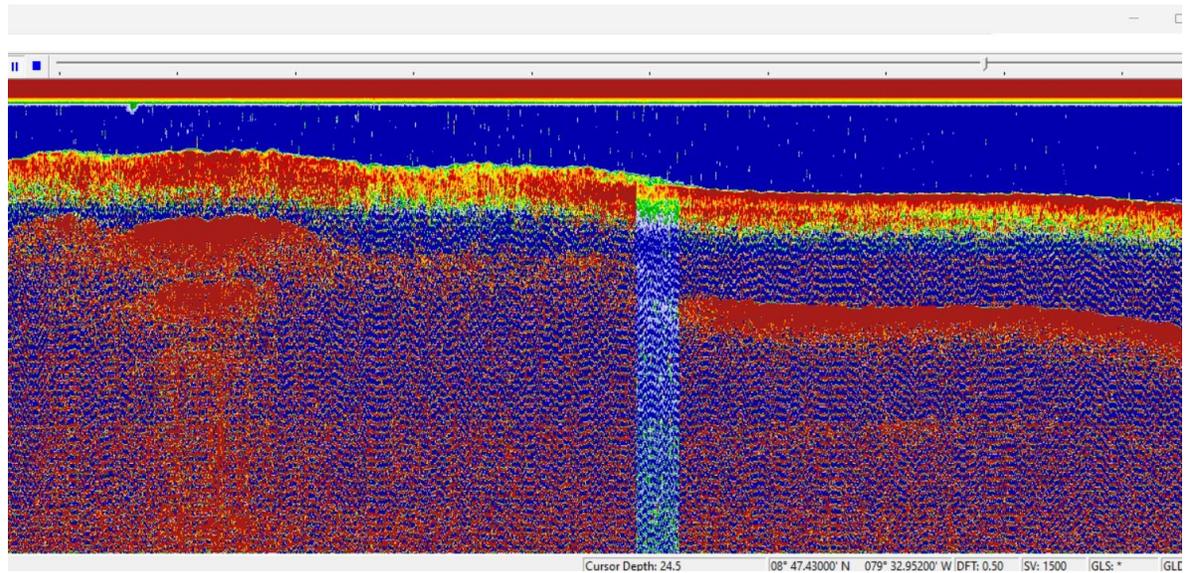
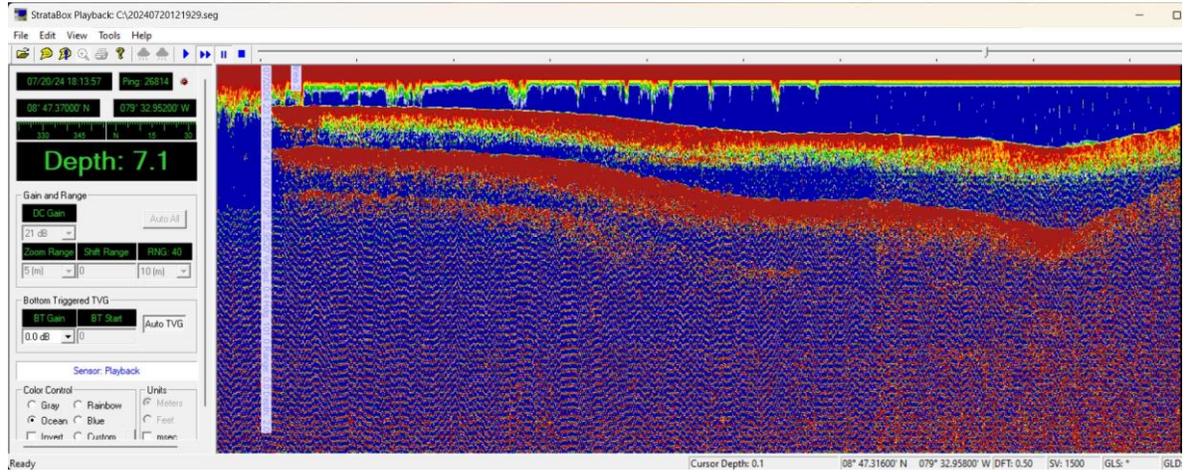
Se generó un archivo de los datos obtenidos de la distancia (Delta) a partir del fondo marino de la primera reflexión 1 (capa de arena suelta), tomar en cuenta que la misma es de un espesor de máximo 5m y se ubica en las profundidades arriba de los 7m.

Procesamiento de las líneas de perfilación

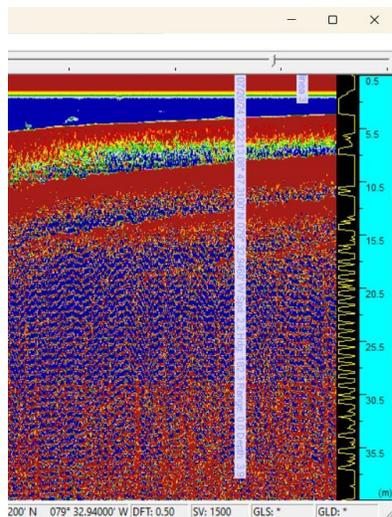
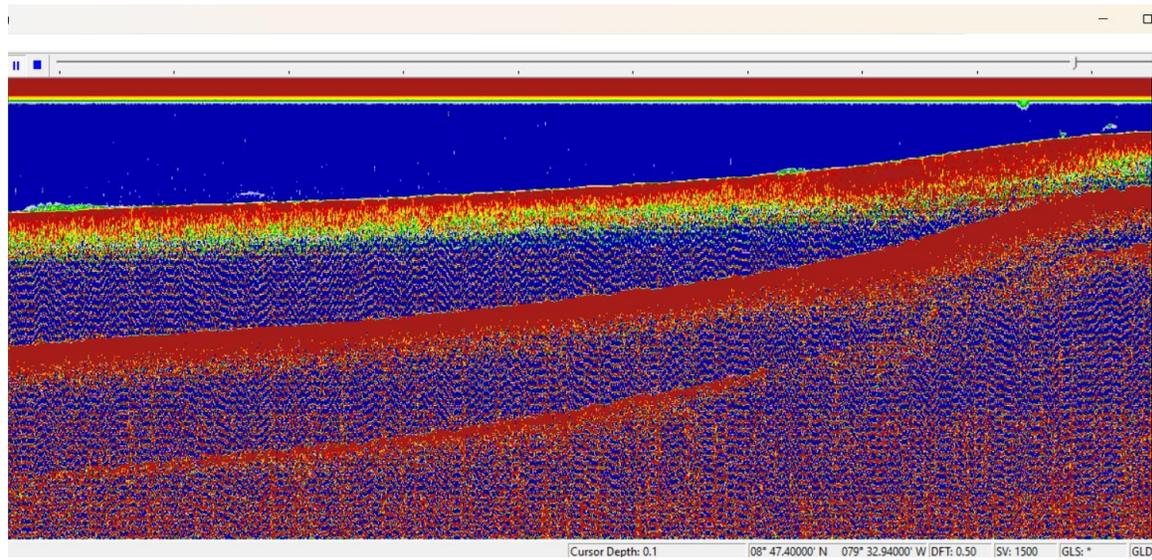
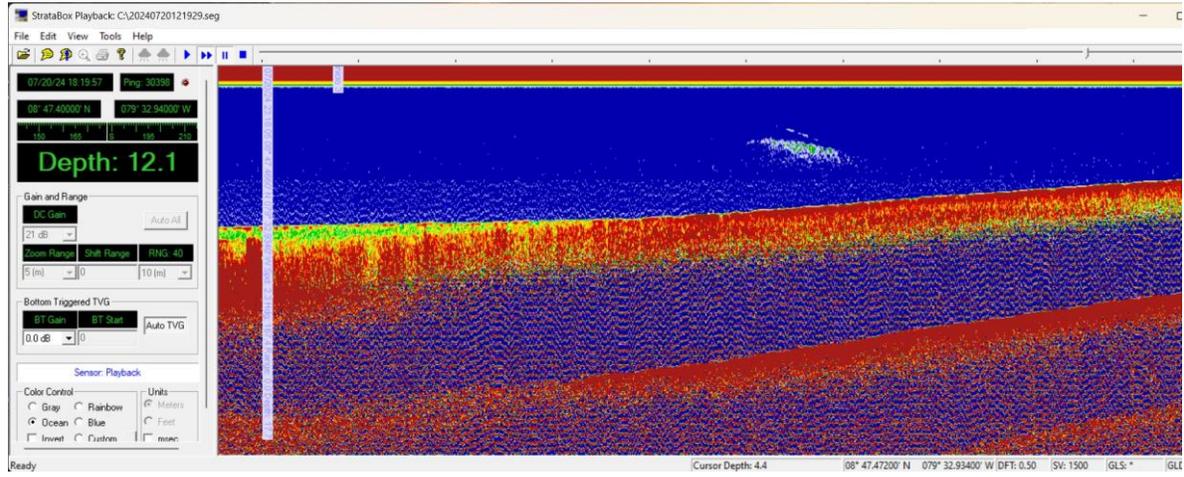
Línea 1



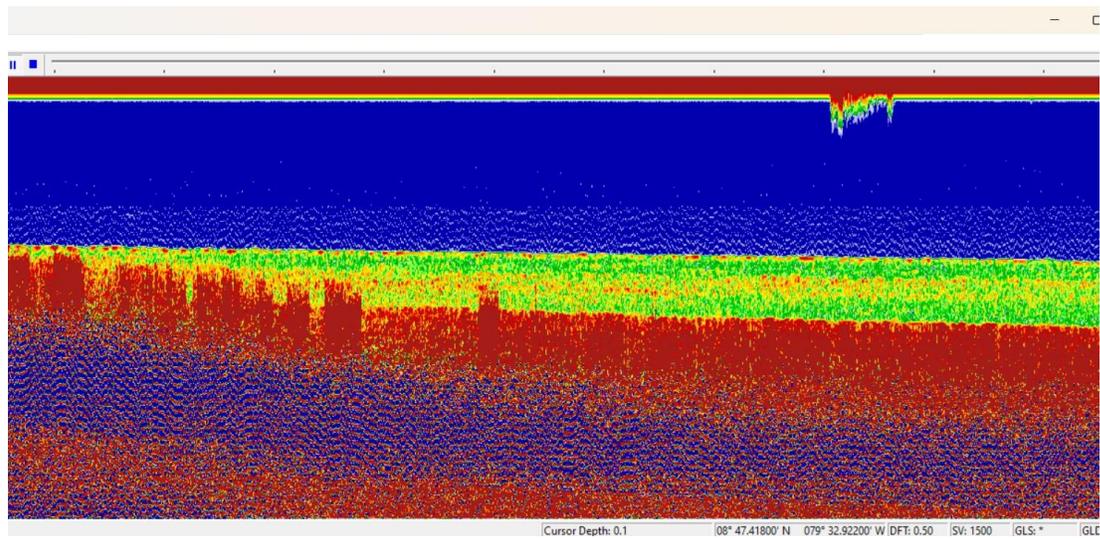
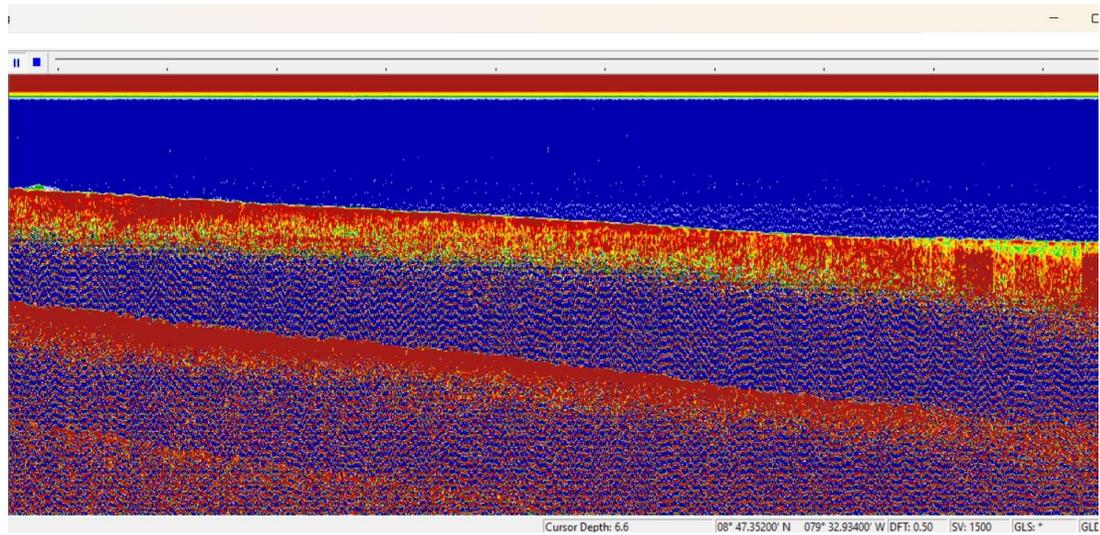
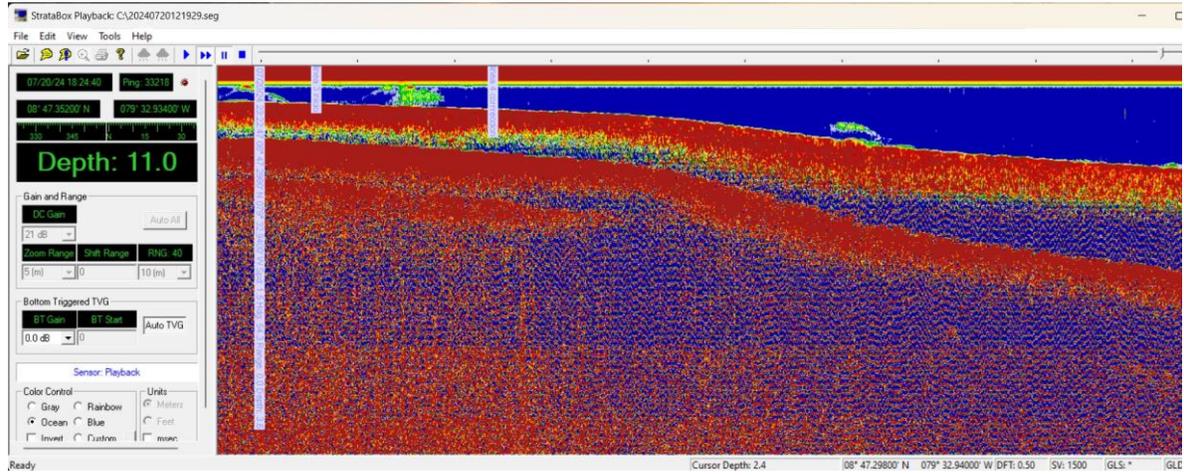
Línea 2

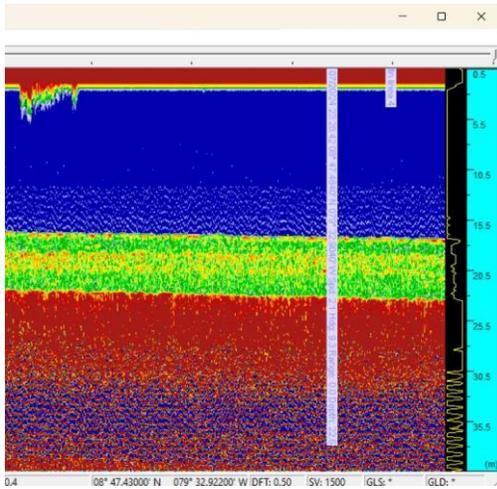


Línea 3

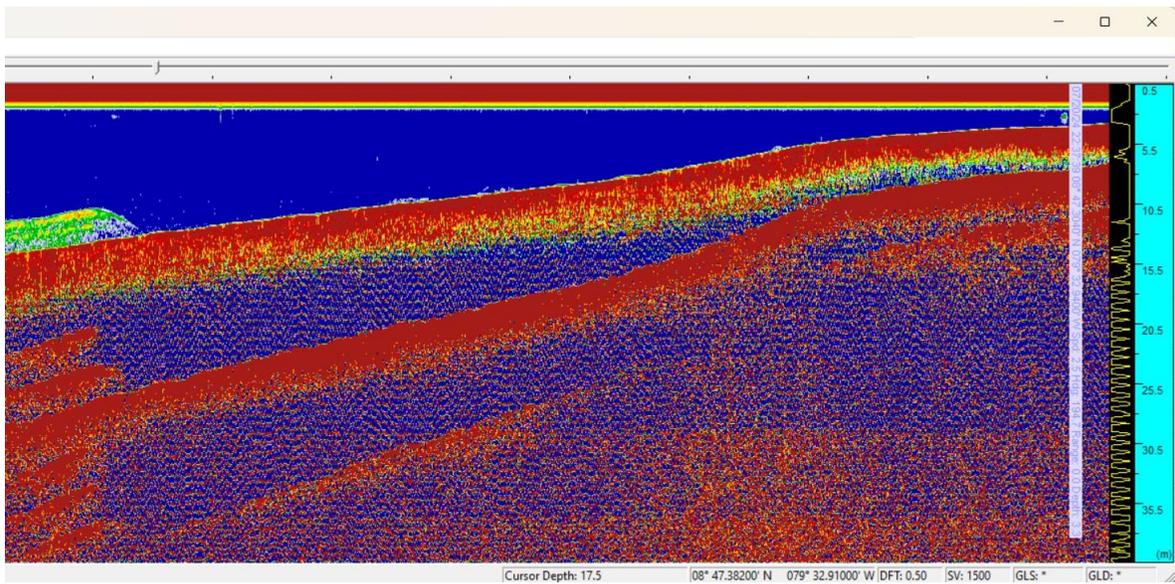
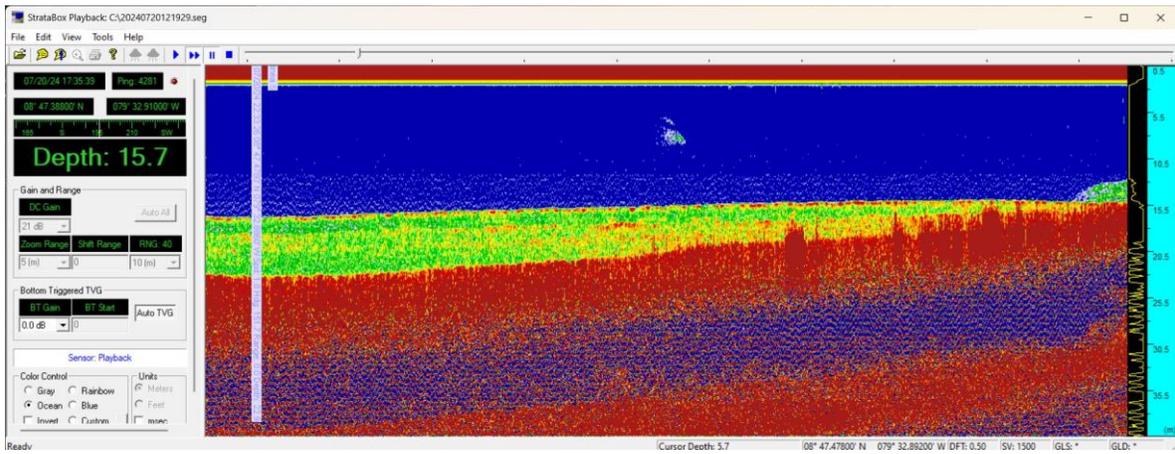


Línea 4

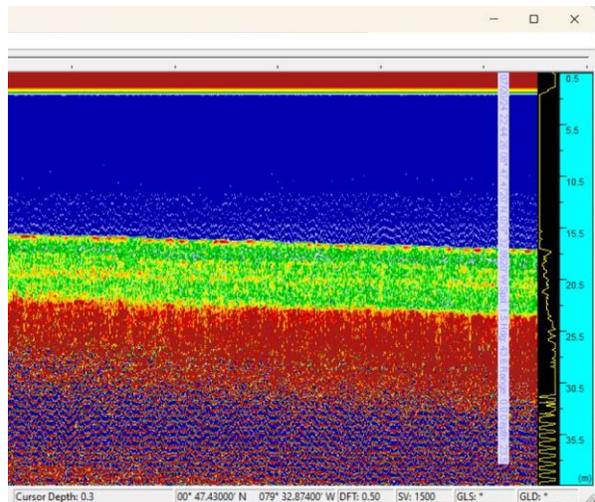
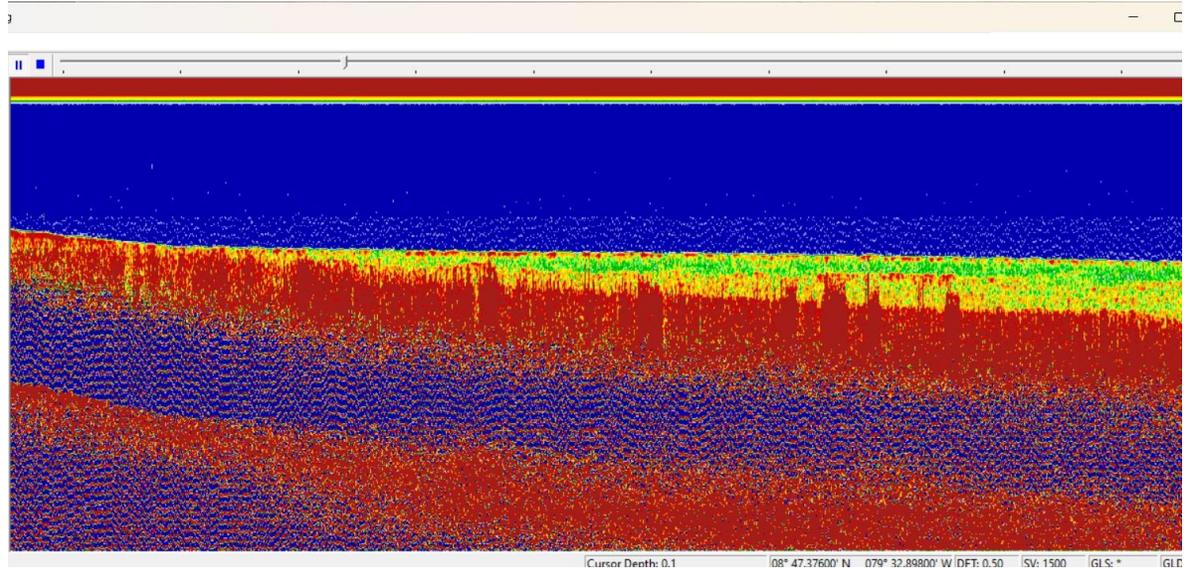
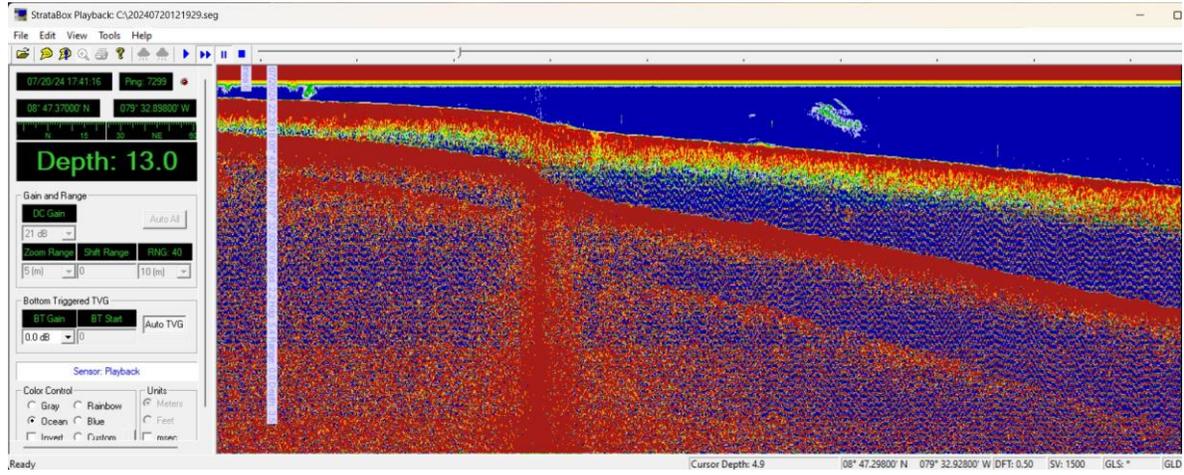




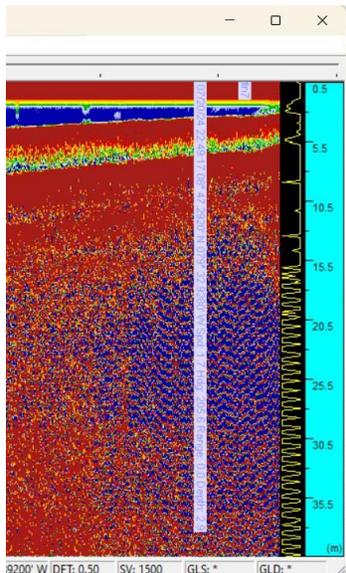
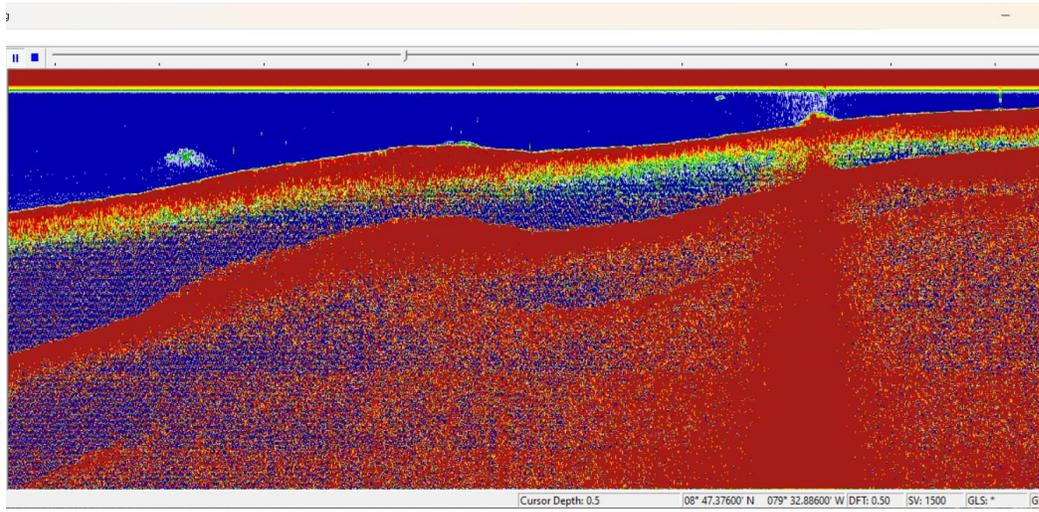
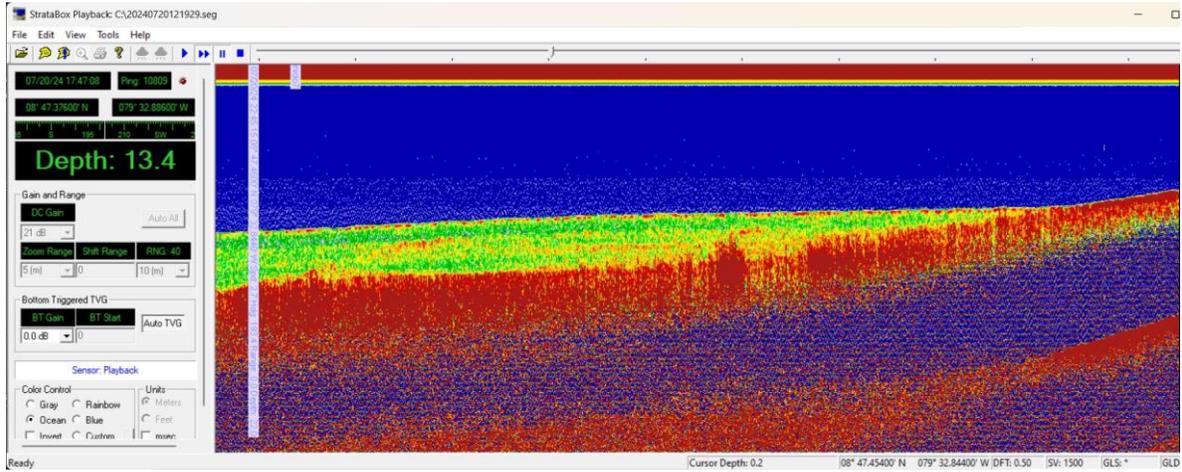
Línea 5



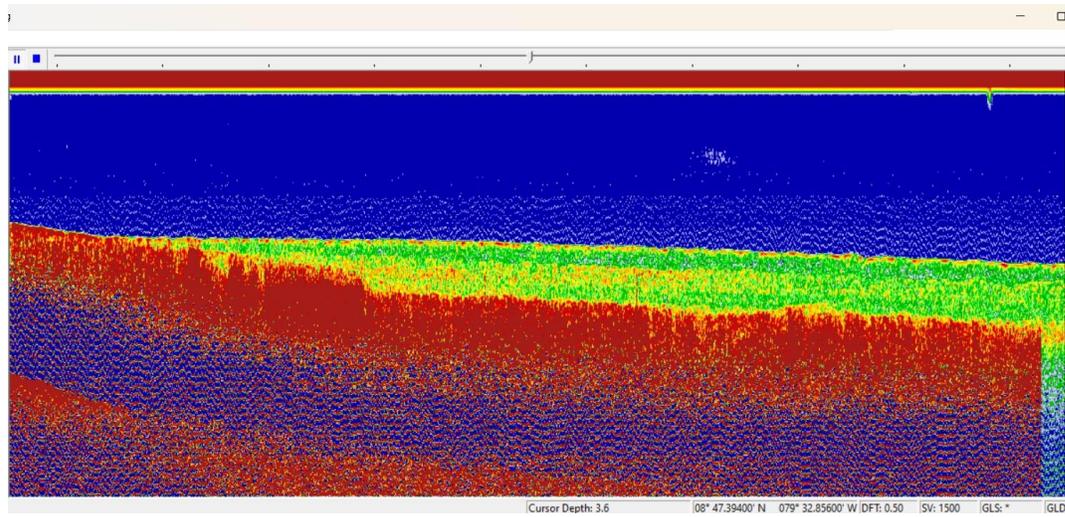
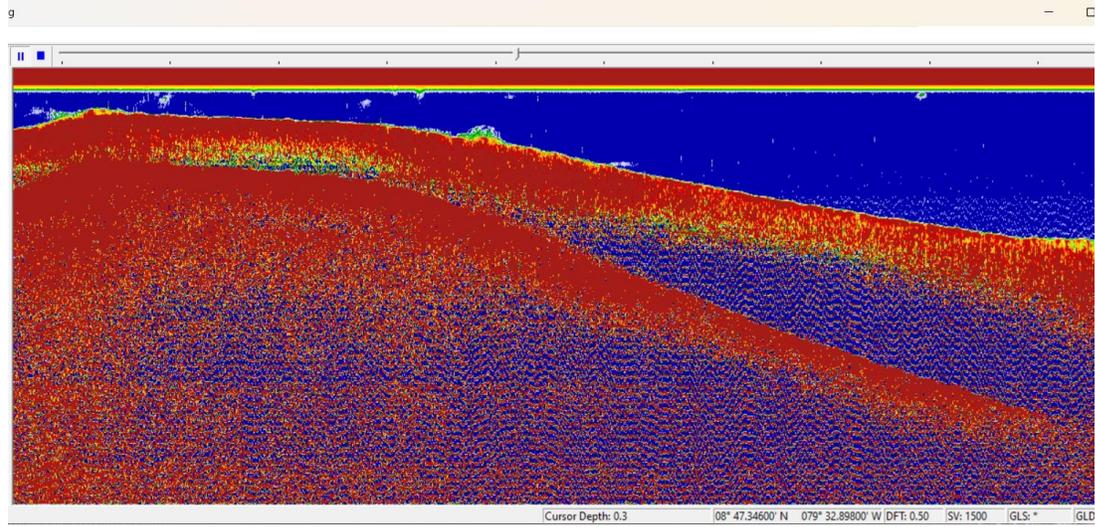
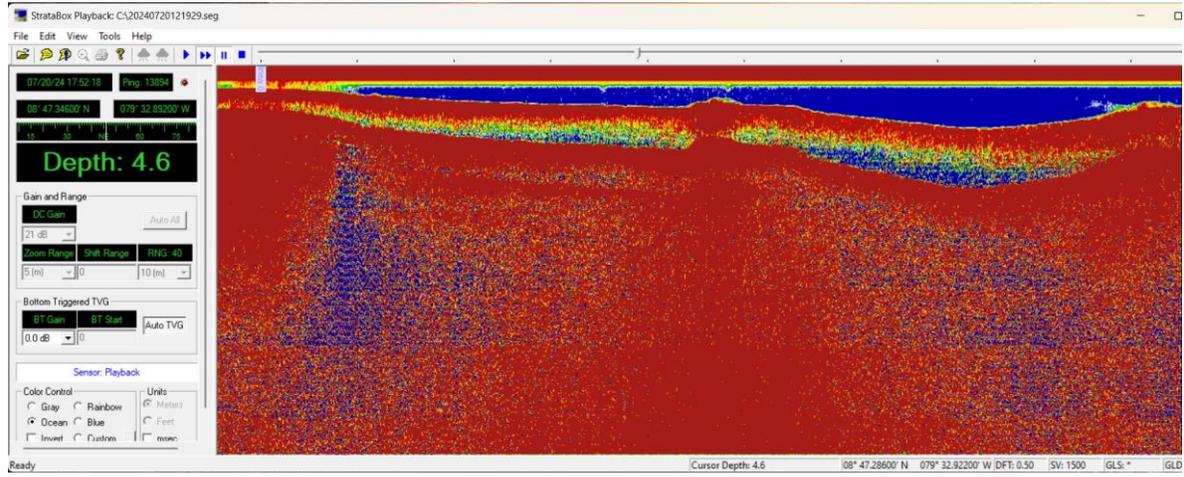
Línea 6



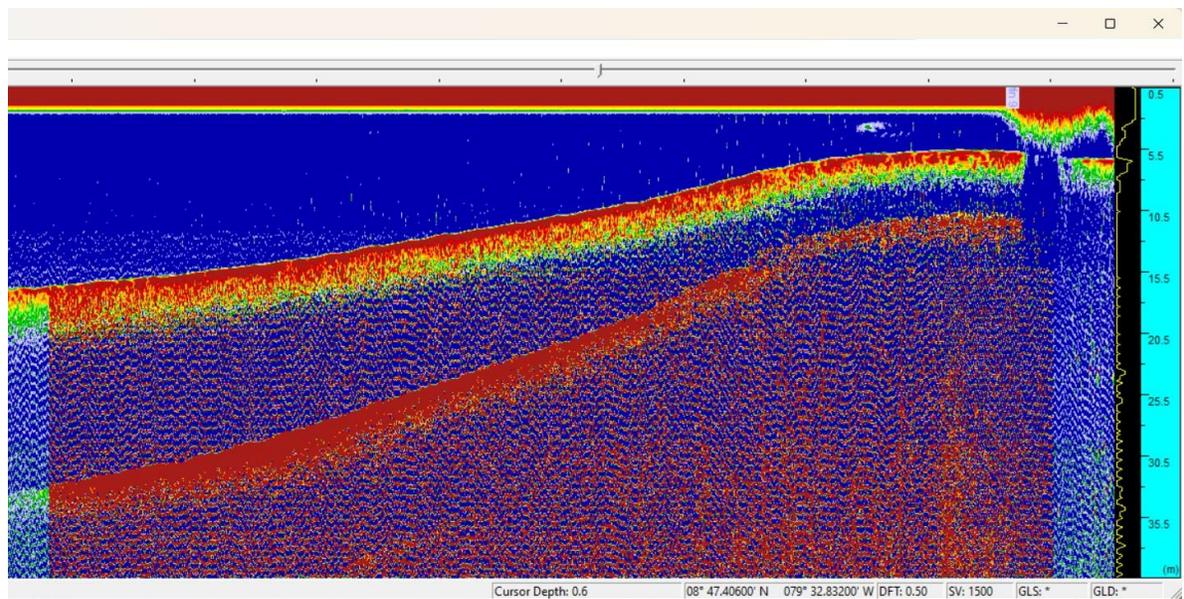
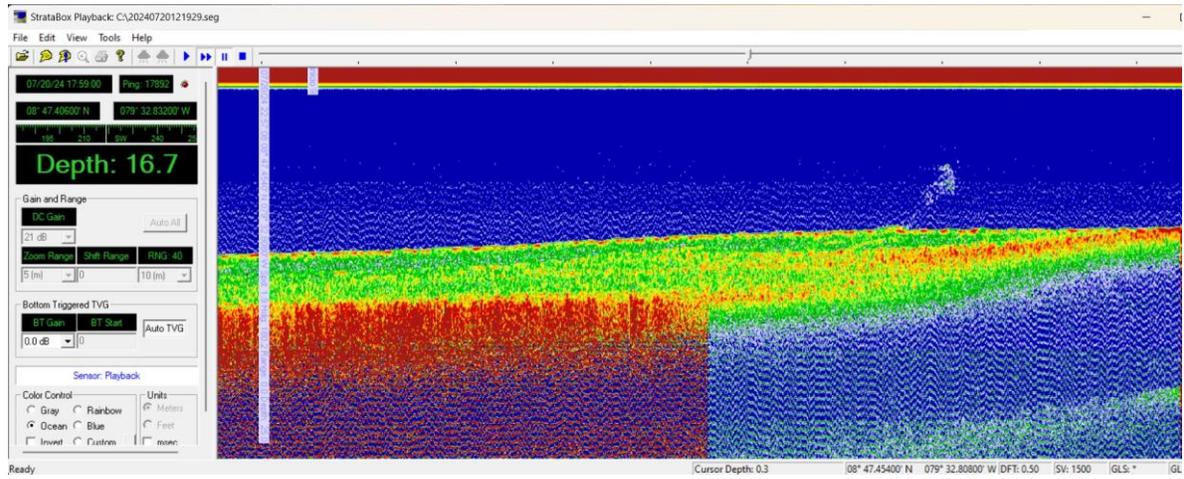
Línea 7



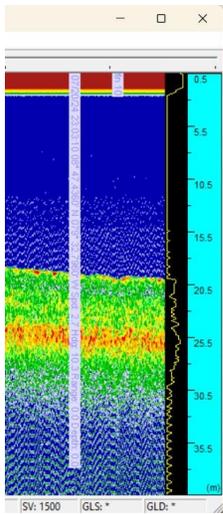
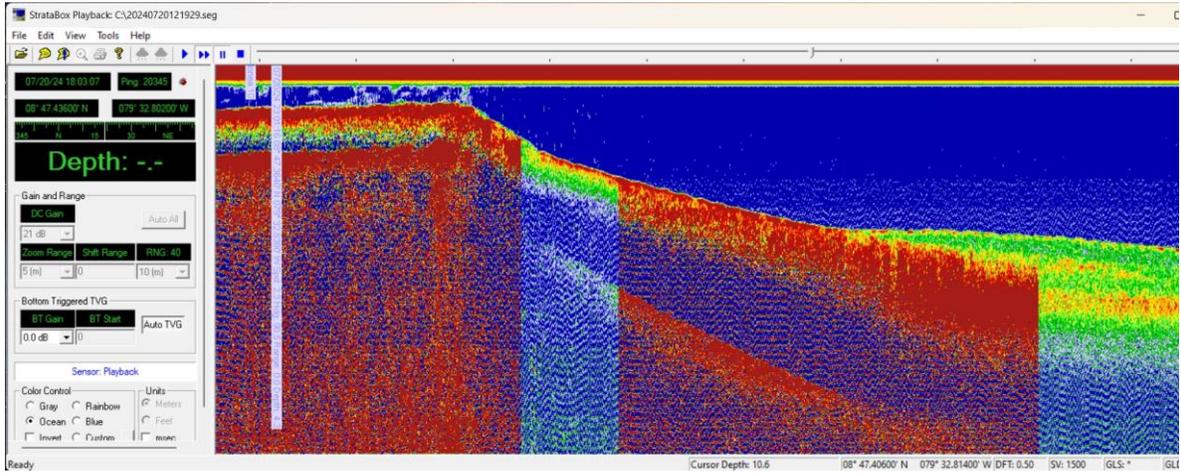
Línea 8



Línea 9



Línea 10



Resultados y datos finales

En áreas menores a 7.00 m de profundidad, se mostró un estrato rocoso casi directamente sobre la superficie (ver color rojo intenso en los ecogramas) se mantuvo una capa muy delgada de material suelto como arenas.

Se mostró suficiente evidencia que muestra una capa o estrato de un material suelto de entre 1.00m a 5.00m (ver color verde en los ecogramas). Esta capa va en aumento de su espesor a medida que nos vamos alejando de la costa.

Podemos **CONFIRMAR** que dentro del área estudiada, representada por el estrato de arenas, gravas o coral suelto (capa color verde) **NO SE ENCONTRÓ** objetos, obstrucciones o naufragios que puedan afectar el proyecto en estudio.

Nota general

Todo el proyecto se entregará en forma digital (CD) y en formato impreso, sellado y firmado por profesional responsable.



Ing. Adalberto Alguero
Hidrógrafo Certificado
Ingeniero Civil: 2009-006-098

ANEXO 7. Autorización del Municipio de Taboga para el uso de
rampa

Taboga, 9 de septiembre de 2024
Nota N°230 AMT-2024

**INGENIERA
GRACIELA PALACIOS S.
DIRECTORA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MINISTERIO DE AMBIENTE
E. S. D.**

Respetada Ingeniera Palacios:

En esta ocasión me dirijo a usted con la finalidad de hacer de su conocimiento, que para el recibido de equipos, maquinarias y materiales de construcción de cualquier obra dentro de la isla, se utiliza la rampa ubicada en la coordenada con proyección UTM con datum WGS84 Zona 17N (659686.90 m E, 971794.15 m N), la cual se encuentra a 10 metros del sitio propuesto para la construcción de la nueva EBAC y pozo de succión del proyecto "ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE (DESALINIZADORA) PARA LA ISLA TABOGA, Y REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE", promovido por la Autoridad de Turismo de Panamá.

Cabe señalar que, esta rampa cuenta con la estructura necesaria para permitir el desembarque de los equipos, maquinarias e insumos de construcción que se requieren para el desarrollo del referido proyecto. Por consiguiente, autorizamos el uso de la misma por parte de la Autoridad de Turismo de Panamá, para el desembarque de equipos, maquinarias e insumos de construcción requeridos.

Agradeciendo de ante mano su atención


**H.A. Ramón Ramos
Alcalde del Distrito de Taboga**



Yo, LIC. RAÚL IVÁN CASTILLO SANJUR, Notario Público Cuarto del Circuito de Panamá, con Cédula No. 4-157-725

CERTIFICO:

Que obra la certeza de la identidad de la (s) persona(s) que firma (firmaron) el presente documento, su (s) firma (s) es (son) auténtica (s). En virtud de identificación que se me presentó (Art. 1736 C.C., Art. 835 C.J.)

12 SEP 2024

Panamá,

 
Testigos Testigos


LIC. RAÚL IVÁN CASTILLO SANJUR
Notario Público Cuarto

