

República de Panamá



MINISTERIO DE  
OBRAS PÚBLICAS

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES DE ISLA COLÓN,  
CIRCUNVALACIÓN COSTERA LA FERIA – BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF  
– PLAYA PAUNCH, SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE  
SIMÓN BOLÍVAR

PROVINCIA BOCAS DEL TORO

Contrato UAL-3-01-2020



  
**Ingenieros  
Geotécnicos, S.A.**

CONSORCIO PROYECO-  
INGEOTEC

**ESTUDIO DE MAREAS, CORRIENTES Y OLEAJES**

2021



1757

### CONTROL DE SEGUIMIENTO DE REVISIONES

Nº	TÍTULO DEL DOCUMENTO	VERSIÓN	FECHA DE REVISIÓN
1	ESTUDIO DE MAREAS, CORRIENTES Y OLEAJES	01	25/10/2021



## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1763
1.1.	REVISIÓN DEL OBJETO DE LA CONSTRUCCIÓN.....	1765
2.	PLAYAS .....	1765
2.1.	UBICACIÓN.....	1765
2.2.	ASPECTOS FÍSICOS.....	1766
2.2.1.	FORMACIONES GEOLÓGICAS LOCALES .....	1767
2.2.2.	GEOMORFOLOGÍA LOCAL.....	1769
2.2.3.	DESCRIPCIÓN DEL USO DE SUELO .....	1774
2.2.4.	DESLINDE DE LA PROPIEDAD.....	1774
2.2.5.	CAPACIDAD DE USO Y APTITUD .....	1775
2.2.6.	CLIMA.....	1776
2.2.7.	HIDROLOGÍA.....	1778
3.	CONTEXTO DE EMPLAZAMIENTO.....	1780
4.	JUSTIFICACIÓN .....	1782
5.	OBJETIVOS .....	1782
5.1.	OBJETIVOS GENERALES.....	1782
5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	1782
6.	METODOLOGÍA.....	1782
6.1.	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	1783
6.2.	ESTUDIOS PREVIOS .....	1783
6.2.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	1783
6.2.2.	CLIMA MARITIMO U RÉGIMEN DE OLEAJE.....	1783
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	1786
7.1.	ELEMENTOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS .....	1786

7.1.1.	TOPOGRAFÍA SUBMARINA EN LA ZONA COSTERA .....	1786
7.1.2.	EFFECTOS DE LA CORRIENTE MARINAS DE LA REGIÓN.....	1786
7.1.3.	TIPO DE FONDO.....	1787
7.1.4.	COMPORTAMIENTO DEL OLEAJE EN LA ZONA .....	1788
7.1.5.	DETERMINACIÓN DE LAS COTAS DE REFERENCIA EN LA ZONA MARINO COSTERO DE ISLA COLÓN.....	1790
8.	METEOROLOGÍA DEL SITIO DE ESTUDIO .....	1799
8.1.	TEMPERATURA .....	1799
8.2.	PRECIPITACIÓN .....	1801
8.3.	VIENTO .....	1802
8.4.	TORRENTAS.....	1804
8.5.	TEMPERATURA MEDIA DEL MAR. ....	1805
9.	CONSTRUCCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.....	1806
9.1.	ASPECTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS.....	1806
9.2.	ASPECTOS FISICOS Y AMBIENTALES .....	1807
9.3.	OBRA PROPUESTA.....	1807
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	1817



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del proyecto.....	1764
Ilustración 2. Ubicación Isla Colon.....	1765
Ilustración 3. Playas de Isla Colón. ....	1766
Ilustración 4. Unidades Geológicas Regionales.....	1767
Ilustración 5. Unidades Geológicas Locales.....	1768
Ilustración 6. Tipo de Litoral en Isla Colón.....	1770
Ilustración 7 Litoral del centro urbano de Isla Colón.....	1771
Ilustración 8 Litoral Playa Big Creek.....	1771
Ilustración 9 Final de la vía de asfalto (Litoral de Playa Paunch).....	1772
Ilustración 10 Litoral de Playa Paunch.....	1772
Ilustración 11 Playa Paunch (Vista de Gaviones).....	1773
Ilustración 12 Basamento rocoso vertical.....	1773
Ilustración 13 Litoral de Playa Bluff.....	1774
Ilustración 14. Mapa de capacidad Agrologica.....	1776
Ilustración 15. Cambios de Temperatura.....	1778
Ilustración 16. División de cuencas, Isla Colón.....	1779
Ilustración 17. Ubicación de instalaciones de tablestacado.....	1781
Ilustración 18. Ejemplo de estimación de Oleaje de Isla Colon.....	1784
Ilustración 19. Mapa Ejemplo de estimación de oleaje la zona.....	1785
Ilustración 20. Mapa Ejemplo de estimación de energía de oleaje la zona.....	1785
Ilustración 21. Dirección y Altura de Olas.....	1786
Ilustración 22. Corrientes marinas del Mar Caribe.....	1787
Ilustración 23. Alturas de las Olas.....	1788
Ilustración 24. Energía de las Olas.....	1789
Ilustración 25. Dirección de olas Isla Colon.....	1790
Ilustración 26. Carta Náutica NGA Chart 28052: canal de Bocas del Toro.....	1791
Ilustración 27. Carta Náutica NGA Chart 28053. Boca del Drago.....	1792
Ilustración 28. Mapa Batimetría de Navionics, La FERIA – Playa Paunch.....	1793



Ilustración 29. Mapa Batimetría de Navionics, Boca del Drago .....	1793
Ilustración 30. Tabla de Marea Cristóbal, Mar Caribe año 2020 hoja 01/04 .....	1795
Ilustración 31. Tabla de Marea Cristóbal, Mar Caribe año 2020 hoja 02/04 .....	1796
Ilustración 32. Tabla de Marea Cristóbal, Mar Caribe año 2020 hoja 03/04 .....	1797
Ilustración 33. Tabla de Marea Cristóbal, Mar Caribe año 2020 hoja 04/04 .....	1798
Ilustración 34. Viento Histórico, Estación Aeropuerto de Bocas (93-002) .....	1803
Ilustración 35. Mapa Anual de Viento de Panamá, Estación Aeropuerto de Bocas	1803
Ilustración 36. Recorrido de Tormentas y huracanes Históricos. ....	1805
Ilustración 37. Temperatura promedio.....	1806
Ilustración 38. Detalles Típicos Etapa A de Tablestacas Propuestas .....	1808
Ilustración 39. Detalles Típicos Etapa B Tablestacas Propuestas .....	1809
Ilustración 40. Ubicación tablestacado Tramo 01 .....	1810
Ilustración 41. Ubicación tablestacado Tramo 02 .....	1811
Ilustración 42. Ubicación tablestacado Tramo 03 .....	1812
Ilustración 43. Ubicación tablestacado Tramo 04 .....	1813
Ilustración 44. Ubicación tablestacado Tramo 05 .....	1814
Ilustración 45. Ubicación tablestacado Tramo 06 .....	1815
Ilustración 46. Ubicación tablestacado Tramo 07 .....	1816
Ilustración 47. Ubicación tablestacado Tramo 08 .....	1817

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1- Componentes de la Obra. ....	1763
Tabla 2 Unidades Geológicas Locales.....	1769
Tabla 3. Coordenadas de instalaciones de tablestacado.....	1780
Tabla 4. Altura y dirección de olas.....	1788
Tabla 5. Tabla de Mareas Cristóbal Mar Caribe año 2020 .....	1794
Tabla 6. Temperatura (°C) Máxima, Promedio y Mínima.....	1800
Tabla 7. Precipitación Histórica en mm.....	1801
Tabla 8. Escala de Fuerza Beaufort.....	1804



## 1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Obras Públicas es el promotor del proyecto de adecuación y mejoras viales de isla Colón, para el cual se encuentra desarrollando la “CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA LA FERIA – BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF – PLAYA PAUNCH, SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE SIMÓN BOLÍVAR, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO” por el Consorcio PROYECCO – INGEOTEC. El proyecto tiene como alcance el diseño para el proyecto de construcción, así como el Estudio de Impacto Ambiental, categoría III: “REHABILITACIÓN DE LAS CALLES DE ISLA COLON Y CONSTRUCCIÓN DE LA CIRCUNVALACION COSTERA LA FERIA - BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF -PLAYA PAUNCH, SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE SIMON BOLÍVAR, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO”.

El proyecto en mención está dividido en cuatro componentes de obra, tal como se indica a continuación:

*Tabla 1- Componentes de la Obra.*

Fase	Componente
A	Rehabilitación de calles internas de Isla Colón
	Circunvalación costera, Rehabilitación de Tramo La FERIA - Playa Paunch
	Circunvalación costera, Rehabilitación de Tramo Big Creek - Playa Paunch
B	Circunvalación costera, Construcción de Tramo Playa Paunch - Playa Bluff - Boca De Drago

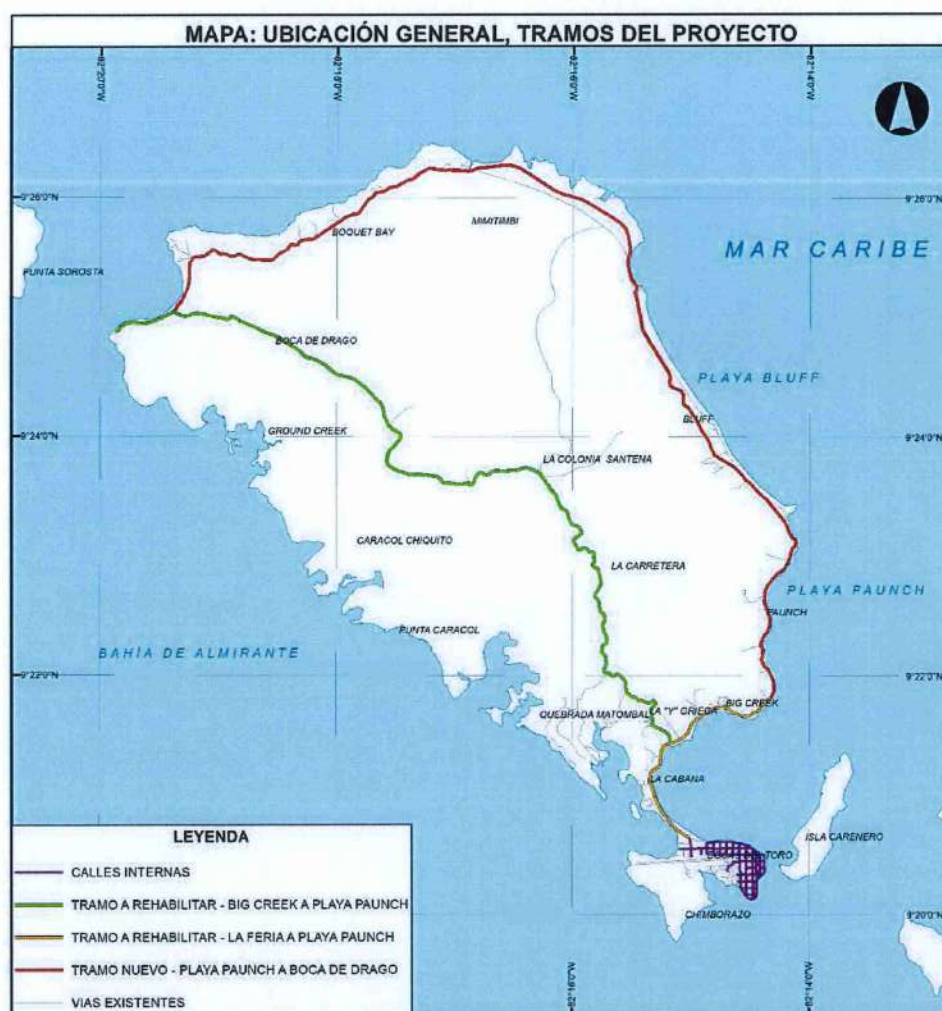
Dada la necesidad del proyecto de la rehabilitación y mejoras de la vía existente, se hace imperante la protección costera ante la erosión causada por los efectos del oleaje para lograr asegurar la vialidad y, a su vez, las viviendas que colindan la costa y el proyecto en mención. Es por ello que se da la necesidad de evaluar los efectos que podrían ocasionarse una vez sean implementadas las medidas preventivas erosivas en el área del proyecto de Isla Colón.



El presente documento cuenta con la evaluación realizada para el debido planteamiento de las protecciones costeras con tablestacado de PVC, el cual cumple la función de un muro de contención impidiendo el avance del agua sobre el terreno y, en casos en los que ya se evidencia el avance del agua, permite recuperar el terreno admitiendo nivelarlo.

Dicho sistema se plantea con las características necesarias para soportar el entorno en el que será instalado, tal es el caso del viento, salinidad, oleaje, entre otros, así como movimientos de arena.

Ilustración 1. Ubicación del proyecto.



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec para el presente documento.



## **1.1. REVISIÓN DEL OBJETO DE LA CONSTRUCCIÓN**

El objeto primordial de la instalación del tablestacado es establecer una zona segura en el perímetro de la vía con la costa, procurando evitar la erosión y desgaste debido a la marea, vientos y tormentas, por lo cual, es de interés para los moradores que el sistema de control erosivo sea eficaz ante los impactos del oleaje puesto que los impactos negativos que pueden ocurrir serían de gran relevancia. Por tal motivo, el no realizar una adecuada protección contra el oleaje, provocaría daños a las carreteras y de esta manera afectar a la población, al transporte, comercios de pesca e industria turística.



## **2. PLAYAS**

Isla Colón es la isla más poblada del archipiélago de Bocas del Toro y alberga algunos de los principales destinos de la zona, llenos de maravillas ecológicas y viajes por la playa, tales atractivos hacen que la actividad económica predominante en esta zona sea el turismo. Asimismo, se encuentran algunas playas como es el caso de Playa Bluff, Playa Estrella, Playa Escondida, Playa Istmito, Paki Point, Playa Paunch y Playa Boca del Drago. La ubicación de dichas playas se observa en la Ilustración 3

### **2.1. UBICACIÓN**

Isla Colon es isla principal del Archipiélago de Bocas del Toro, localizada en el distrito de Bocas del toro, Provincia de Bocas del toro.

Ilustración 2. Ubicación Isla Colon

Ubicación Nacional	Ubicación regional
	

*Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyecco-Ingeotec para el presente documento.*

Ilustración 3. Playas de Isla Colón.



*Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyecco-Ingeotec para el presente documento.*

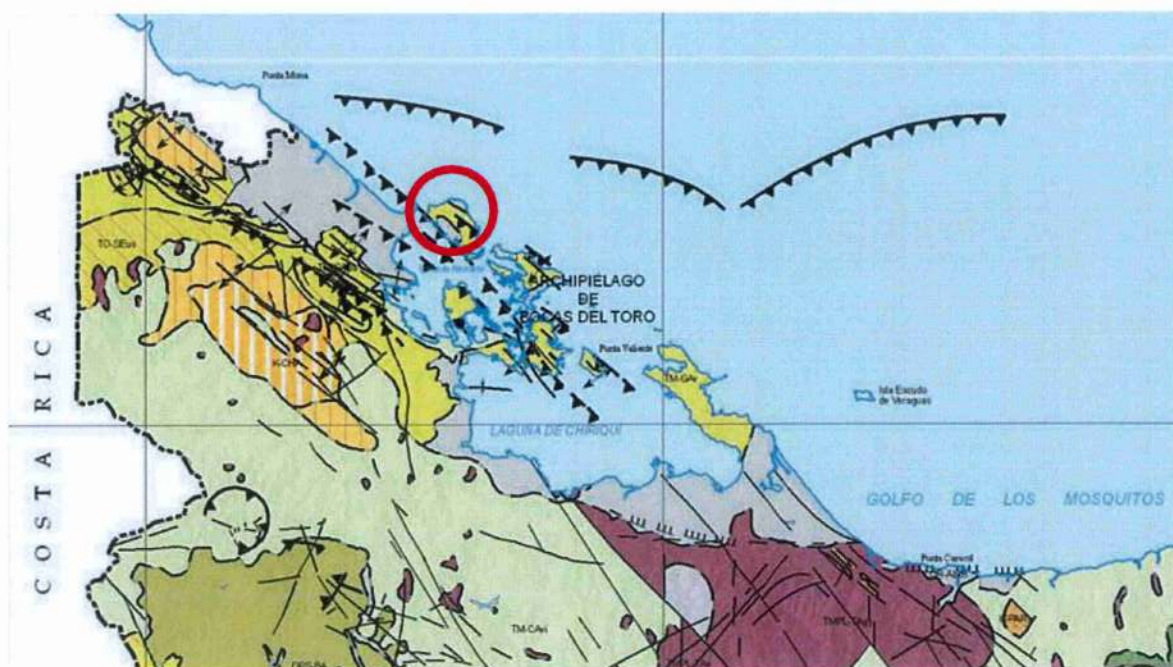
## 2.2. ASPECTOS FÍSICOS



### 2.2.1. FORMACIONES GEOLÓGICAS LOCALES

Las planicies costeras más amplias se encuentran hacia el noroeste de la Bahía de Almirante. Estas planicies aluviales, depositadas por los Ríos, Changuinola y Sixaola, se extienden desde los alrededores de Bocas del Drago hasta el Valle del Sixaola en Costa Rica. Hacia el sector de la laguna de Chiriquí, las planicies aluviales son menores, encontrándose éstas cerca de la desembocadura del Río Cricamola. Las bahías casi no tienen playas arenosas ni promontorios de roca, tanto la costa del istmo como la de las islas está rodeadas de manglares. En el área del Archipiélago se encuentran tres formaciones geológicas principales, a saber: formación Lajas, Gatún-Uscará y Viriguá.









Ilustración 4. Unidades Geológicas Regionales.





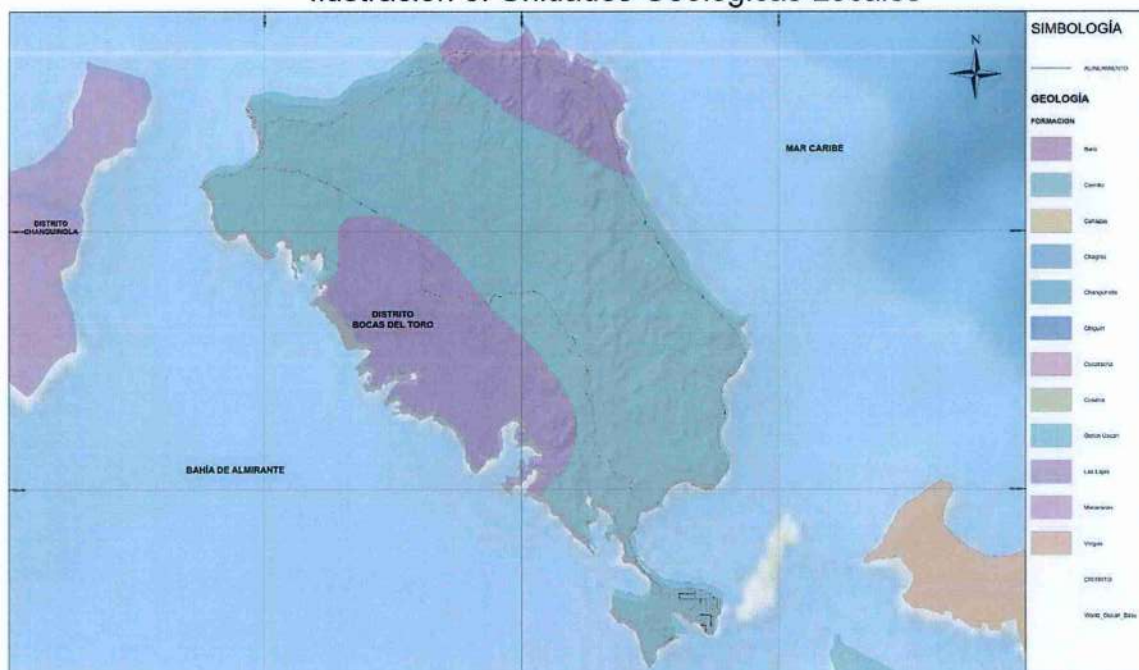
PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN	SÍMBOLO	
CUATERNARIO	Agua dulce	Las Lajas	OR - Ala	
		Rio Hato	OR - Aha	
		B. de Chucará	OR - Abch	
TERCARIO		Chagres	TPL - Ch	
		Chucunaque	TPL - Chu	
		Charco Azul	TIMPL - Chaz	
	Gatún	Pucro	TM - GApu	
		Gatún	TM - GA	
		Tuira	TM - GAtu	
		TM - GAy		
		Punta Valiente	TM - GAus	
		Gatún - Uscari		
	La Boca	Santiago	TM - SA	
		La Boca	TM - LB	
		Alajuela	TM - LBa	
		Culebra	TM - CU	
		Topolera	TOA - TZ	
		Capetí	TO - CP	
	Caimito	Caimito	TO - CAI	
		Caraba	TO - CAIca	
	Panamá	Panamá (Fase marina)	TO - PA	
		Bohío	TO - PAb	
	Macaracas	Macaracas	TO - MAC	
Pesé		TO - MACpe		
El Barro		TO - MACba		
Senosi - Uscari	Senosi - Uscari	TO - SEUs		
	Galique	TO - SEga		
	Gatuncillo	TE - G		
Tonosi	Darén	TE - Tda		
	Tonosí	TEO - TO		
	David	TE - Tod		
	Bicaro	TE - TOb		
Chigüiri	Chigüiri	TPA - CHI		
	Punta Matanza	TPA - CHImz		

## LEYENDA

-  Anticlinal interpretadas de SLAR y otras fuentes,  
 Estructuras circulares, artiguas calderas erosionales,  
 Fallas comprobadas con control de campo,  
 Fallas de confinamiento,  
 Fallas interpretadas con Imágenes LANDSAT, MSS, Radar y fotografías aéreas,  
 Fallas normales,  
 Límites geológicos aproximados,  
 Sinclinal interpretadas de SLAR y otras fuentes.

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec para el presente documento.

### Ilustración 5. Unidades Geológicas Locales



Fuente: MICI



En Isla Colón se encuentra dos tipos de formaciones geológicas

Tabla 2 Unidades Geológicas Locales

<b>Símbolo</b>	TM-GAus	QR-Ala
<b>Grupo</b>	Gatún	Aguadulce
<b>Formación</b>	Gatún-Uscari	Las Lajas
<b>Formas</b>	Sedimentarias	Sedimentarias
<b>Composición</b>	Lutitas, limolitas, areniscas, conglomerados, piroclásticos.	Aluviones, sedim. consolidada., areniscas, corales, mangl., conglome., lutitas carb., dep. tipo delta.

Fuente: mapa Geológico de Panamá, 1: 250,000 preparado por el Ministerio de Comercio e Industrias, Dirección General de Recursos Minerales, año 1990.

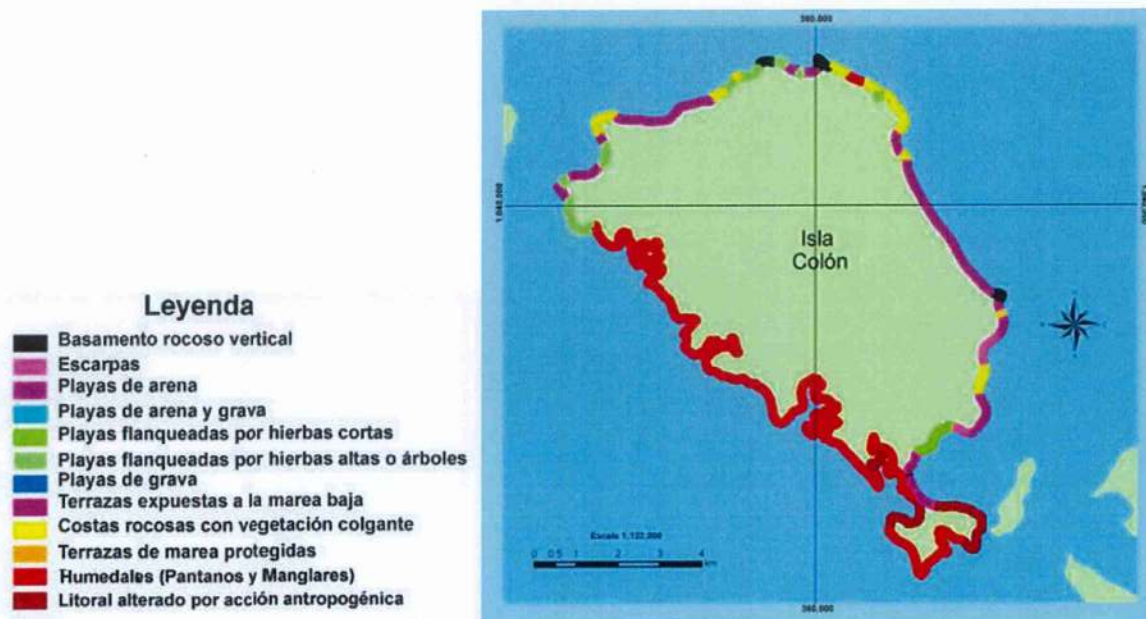
## 2.2.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

El proyecto se ubica en isla Colón la cual al norte tiene una geomorfología costera alta (rocosa y de formaciones detríticas) en cambio al sur se observa una costa baja arenosa.

En la isla Colón se pueden encontrar dos zonas diferenciables desde un punto de vista geomorfológico:

- **Llanuras aluviales:** Corresponden a unidades de altitud relativa de menos de 20 msnm; son áreas formadas por aluviones recientes en los cuales las pendientes varían de planas a ligeramente inclinadas. En los terrenos planos, las limitaciones más severas están relacionadas con el drenaje y las inundaciones frecuentes (planicies aluviales).
- **Colinas bajas:** En este nivel altitudinal se presentan los pequeños cerros y colinas bajas con pendientes medianamente inclinadas, mal drenaje interno y Capacidad Agroecológica VI y VII. Altitud relativa de 20 a 60 msnm. En el área del proyecto las máximas elevaciones son de apenas 60 msnm.

### Ilustración 6. Tipo de Litoral en Isla Colón.



*Fuente: Plan de manejo Integrado Marino Costero realizado por la ARAP con el apoyo de Arden & Price y la Universidad de Miami para el Archipiélago de Bocas del Toro.*

En mayor detalle a continuación se describe el litoral de Isla Colón desde su centro urbano, el este y norte de la isla:

- El centro urbano se encuentra rodeado por un litoral alterado por la acción antropogénica.



### Ilustración 7 Litoral del centro urbano de Isla Colón



*Fuente: Bing, CNES/Airbus, Maxar Technologies, 2020.*

- La vía de istmito tiene playas de arena, el área de Big Creek tiene playas flanqueadas por hierbas cortas, escarpas, playas de arena, costas rocosas con vegetación colgante, en Playa Paunch se pueden encontrar áreas con costas rocosas, arena y un área protegida con gaviones.

### Ilustración 8 Litoral Playa Big Creek



*Fuente: Consorcio PROYECO – INGEOTEC, 2020.*

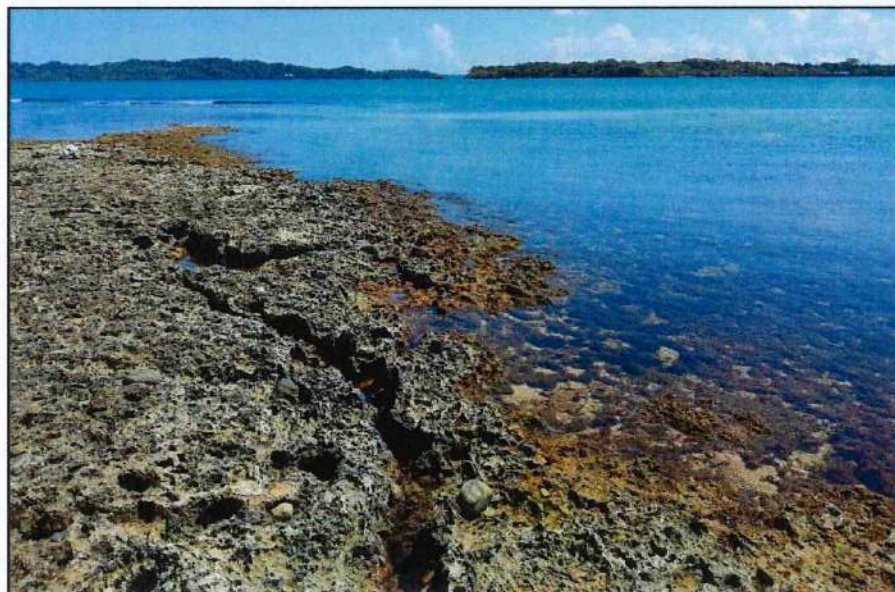


### Ilustración 9 Final de la vía de asfalto (Litoral de Playa Paunch)



*Fuente: Consorcio PROYECO – INGEOTEC, 2020.*

### Ilustración 10 Litoral de Playa Paunch



*Fuente: Consorcio PROYECO – INGEOTEC, 2020.*



### Ilustración 11 Playa Paunch (Vista de Gaviones)



*Fuente: Consorcio PROYECO – INGEOTEC, 2020.*

- Previo a playa escondida hay un basamento rocoso vertical, continua con la playa de arena en Bluff y en Finca Flores se tienen costas rocosas con vegetación colgante, humedales en el área conocida como “La Piscina, basamento rocoso vertical en Mimitimbi, playas de arena, y boca del drago con playas de arena y playas flanqueadas por hierbas altas o árboles.

### Ilustración 12 Basamento rocoso vertical



*Fuente: Consorcio PROYECO – INGEOTEC, 2020.*



### Ilustración 13 Litoral de Playa Bluff



*Fuente: Consortio PROYECCO – INGEOTEC, 2020.*

#### **2.2.3. DESCRIPCIÓN DEL USO DE SUELO**

La Ley N°6 del 01 de febrero de 2006 “que reglamenta el ordenamiento territorial para el desarrollo urbano y dicta otras disposiciones” define el uso del suelo como el propósito específico, destino o actividad que se le da a la ocupación o empleo de un terreno.

Según lo establecido en la Resolución N° 78-2004, del 20 de mayo de 2004, por la cual se aprueba el “Plan normativo para el centro urbano de Bocas del Toro”, el suelo del área de influencia directa en el área urbana de Isla Colón constituye la servidumbre de la vía. La vía discurre dentro de la servidumbre vial excepto en las fincas privadas ubicadas hacia las áreas de Boquet Bay, parte de Boca del Drago, Mimitimbi y Bluff.

#### **2.2.4. DESLINDE DE LA PROPIEDAD**

El desarrollo de las obras se realizará en áreas de uso público y privado como son las vías de circulación vehicular, servidumbre vial y fincas privadas. Las áreas adyacentes a la vialidad de Isla Colón, se encuentran urbanizadas con asentamientos aledaños, tanto habitacional, industrial y de servicios, así como también existen en el área gran



cantidad de accesos de calles, hoteles, fincas de uso pecuario y de agricultura de subsistencia, así como vías de acceso a fincas, trechos y áreas boscosas.

Las áreas que serán afectadas fuera de la servidumbre de la vía se tramitarán a través del Programa de Manejo de Afectaciones Privadas y debe cumplir con lo establecido en la Resolución No. 009- 11 de 20 de enero 2011, por medio de la cual se establece el procedimiento de pago de afectaciones de propiedades por la ejecución de proyectos del Ministerio de Obras Públicas a nivel nacional, para aquellos casos en que surgiera la necesidad de afectar estructuras o propiedad privada.

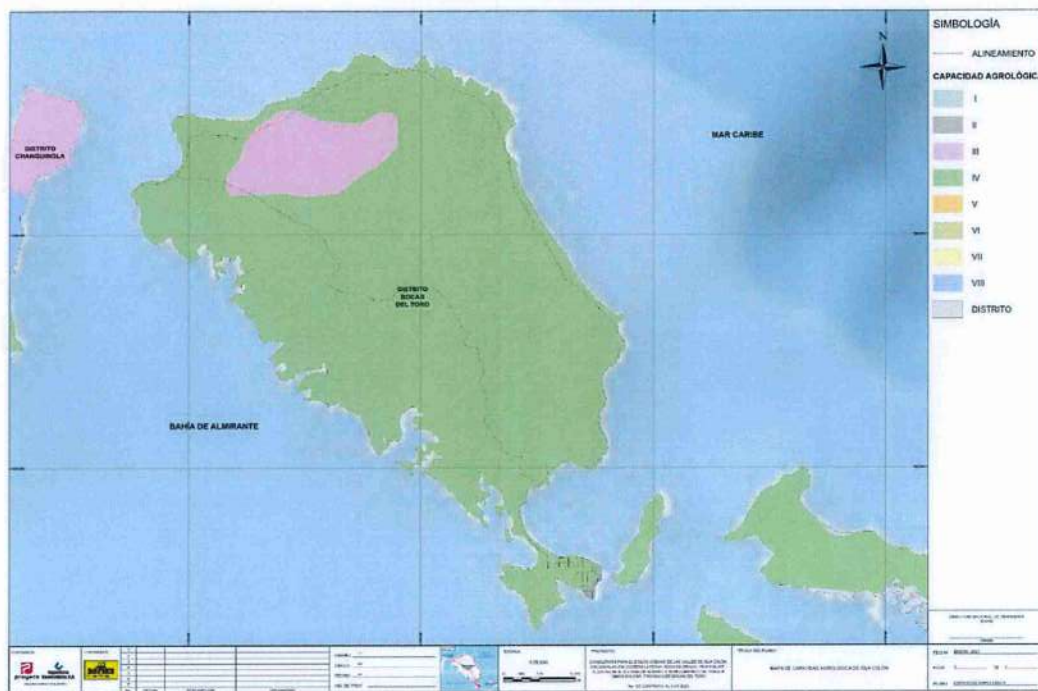
#### **2.2.5. CAPACIDAD DE USO Y APTITUD**

En general Isla colón tiene un suelo arable, pero con muy severas limitaciones en la selección de plantas, es un suelo marginal para la agricultura, ya que tiene muchas limitaciones.

El área entre Boca del Drago y Boquet Bay tiene suelos clase III los cuales son arables, pero con severas limitaciones en la selección de plantas. Son suelos con pendientes de hasta 5%, moderadamente profundos, de mediana a baja fertilidad.

A pesar de las restricciones de aptitud en la isla se pueden encontrar cultivos de subsistencia además de la actividad pecuaria (ganado y cabras)

Ilustración 14. Mapa de capacidad Agrologica.



Fuente. Ministerio de Ambiente. Mapa. Elaboración Propia.

### 2.2.6. CLIMA

Con el fin de analizar las condiciones atmosféricas, resumidas en esta caracterización como el clima y las condiciones meteorológicas, del área de estudio se identificó la clasificación climática y se revisaron los parámetros meteorológicos disponibles más próximos al área de estudio.

Se utiliza como referencia el estudio del Dr. Alberto Arturo McKay, prestigioso geógrafo panameño, quien identificó una serie de inconsistencias en los diferentes tipos de climas asignados al país, lo que generó que el catedrático se dedicará a analizar, corregir y adaptar las clasificaciones climáticas anteriormente establecidas a las condiciones reales de Panamá. Como resultado, el Dr. McKay generó en el año 2000, una nueva clasificación de los climas de Panamá, que emplea como referencia la tipología climática de Emmanuel de Martonne, que posee más tipos de climas tropicales y además reconoce las grandes influencias de las masas oceánicas, así como la diversidad de ambientes atmosféricos presentes en las montañas tropicales.



El nuevo Sistema de Clasificación Climática de Panamá queda constituido por siete tipos de clima que mencionamos a continuación:

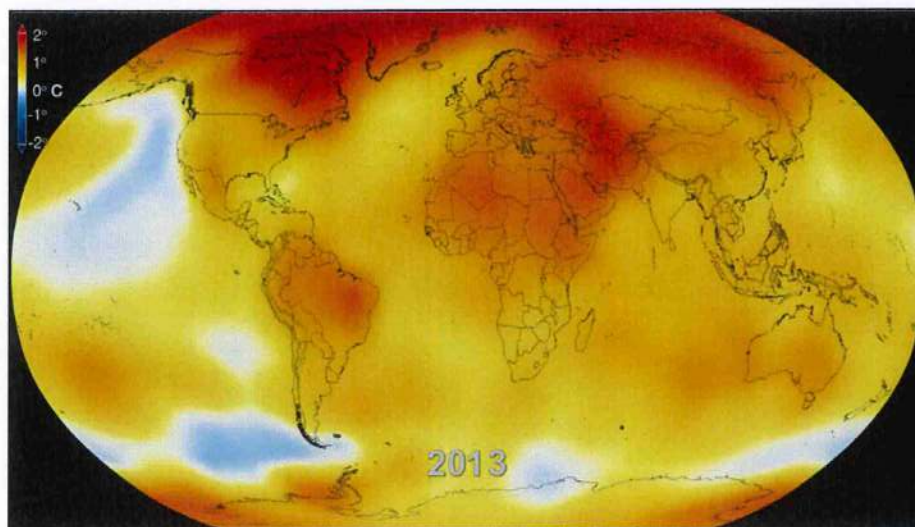
1. Clima Tropical de Montaña Baja
2. Clima Subecuatorial con estación seca
3. Clima Tropical Oceánico
4. Clima Tropical Oceánico con estación seca corta
5. Clima Tropical con estación seca prolongada
6. Clima Oceánico de Montaña Baja
7. Climas Tropicales de Montaña Media y Alta

El área de estudio tiene un clima tropical oceánico acorde a la clasificación climática del Dr. Alberto A. McKay (2000). Este tipo de clima se extiende por las islas y tierras bajas de la vertiente del Caribe desde Bocas del Toro por el Oeste, hasta Colón occidental y Coclé noroccidental por el Este. Los promedios anuales de temperatura ascienden a los 25 y 27 °C. Los totales anuales de precipitación son elevados, alcanzando los 4,346 mm en Boca de Toabré. Este clima no posee estación seca y en todos los meses caen más de 100 mm de lluvia. Los vientos alisios, provenientes del Norte y del Nordeste, provocan lluvias orográficas copiosas.

Por otra parte, se prevé un cambio de temperaturas a nivel mundial por ende se han realizado varios estudios climáticos donde se han generado mapas de climas, pero esta información no suele aportar mayores luces sobre un corregimiento o distrito en particular sino a nivel continental, regional o nacional por lo tanto resultaría menos exacto al momento de reducir el análisis al área de estudio. A continuación, presentamos en la Ilustración 15 el mapa del cambio de temperatura de 2013 producido por la NASA (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, más conocida como NASA por sus siglas en inglés, National Aeronautics and Space Administration) donde toda la región centroamericana registra el aumento de temperatura de 1°C.



### Ilustración 15. Cambios de Temperatura



*Fuente: NASA/GISS - NASA Scientific Visualization Studio*

En 2019 el Ministerio de Ambiente actualizaría los datos locales con proyecciones de cambio climático las cuales han divulgado en las respectivas comunicaciones nacionales ante la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). Las proyecciones de aumento de temperatura oscilan entre 1.0 y 1.5 °C para 2030, 1.5 y 2.1 °C para 2050, y 3.0 y 3.7 °C para 2100.

A pesar de tener la clasificación climática del área de estudio se procedió a realizar una revisión exhaustiva de los datos meteorológicos históricos del área de estudio para tener valores numerales concretos del comportamiento de las condiciones meteorológicas en esta región del país.

#### **2.2.7. HIDROLOGÍA.**

El estudio hidrológico del proyecto se realizó a partir de la delimitación de las cuencas hidrográficas con una modelación en el programa HEC GeoHMS. El mencionado modelo, utiliza como insumo el modelo digital del terreno (MDT) de 5 metros de resolución para luego realizar un relleno de los posibles desperfectos y zonas vacías en el MDT, este proceso se hace para tener un Raster de alturas continuo. Posteriormente, se calculan las direcciones de flujo y las acumulaciones de flujo que



están en función de las alturas. Con estos insumos se obtiene las cuencas en los sitios de interés. siendo las cuencas finalmente ajustadas tomando como referencia los mapas oficiales del IGNTG.

Una vez realizado el proceso, se obtienen 67 cuencas en la isla numeradas con base al área de drenaje.

Ilustración 16. División de cuencas, Isla Colón.



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec para el presente documento.



Existen cuencas que no contienen un cauce definido, así como otras que drenan hacia el mar. El objetivo de este estudio es determinar el comportamiento del agua de los cauces de las diferentes cuentas clasificadas y que están a su paso por la zona objeto de proyecto.

### 3. CONTEXTO DE EMPLAZAMIENTO

Se propone una solución de tipo tablestaca que en total medirán 1,988.23 metros lineales de construcción, en las líneas de sub-área de playa a un costado de la vía La Feria a Playa Paunch, vía Big Greek a Playa Pauch, y la nueva vía Playa Pauch a Boca de Drago, la ubicación de cada tramo de tablestacado se muestra en la Tabla 3 y en la Ilustración 17.

Esta obra será construida con tablestacas y cimientos rocosos con densidad mayor a 2.65 gr/cm<sup>3</sup> (26 kN/m<sup>3</sup>) y un relleno de arena con densidad mayor a 1.73 gr/cm<sup>3</sup> (17 kN/m<sup>3</sup>). La tablestaca serán de tipo Placa de PVC y Momento admisible de 17.96 KN/m, módulo de sección de 770 cm<sup>3</sup>/m y momento de inercia de 7785 cm<sup>4</sup>/m.

Tabla 3. Coordenadas de instalaciones de tablestacado.

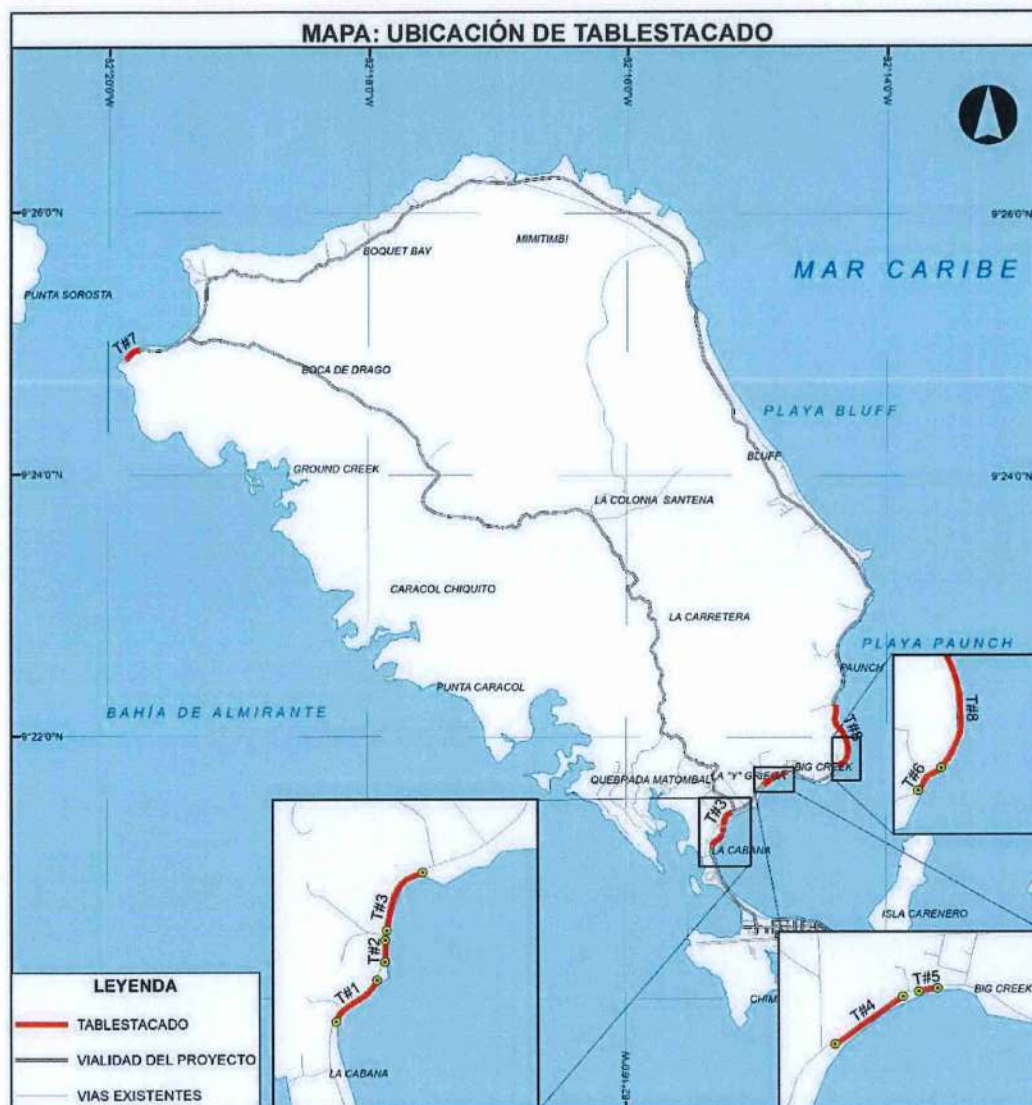
Zona	Tablestacado	Longitud (m)	N	Coordenadas WGS84 - Zona 17	
				X (m)	Y (m)
Tramo a rehabilitar - la feria a playa paunch	T#1	179.35	1	362122	1034123
			2	362245	1034248
	T#2	65.88	3	362270	1034303
			4	362271	1034369
	T#3	223.80	5	362275	1034398
			6	362385	1034573
	T#5	56.61	7	363098	1035129
			8	363153	1035139
	T#6	101.65	9	363901	1035215
			10	363971	1035284
	T#4	251.31	11	362844	1034970
			12	363050	1035114
Tramo a rehabilitar - big creek a playa Paunch	T#7	235.22	13	354048	1041106
			14	353863	1040980
	T#8	874.49	15	363852	1036090



Zona	Tablestacado	Longitud (m)	N	Coordenadas WGS84 - Zona 17	
				X (m)	Y (m)
Tramo nuevo - playa Paunch a boca de drago			16	363971	1035284

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec para el presente documento.

Ilustración 17. Ubicación de instalaciones de tablestacado.



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec para el presente documento.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

En el presente documento se busca definir las características de mareas y oleaje de las zonas circundantes a los sistemas de tablestacas propuestos, estos sistemas de tablestacado propuesto, compuesta de materiales sintético (PVC); los mismos son muros de fijación o estructuras de contención para proteger el litoral de las playas en las ubicaciones indicadas en la Ilustración 17. En el caso específico de muros de tablestacas propuesto, debe tener características especiales para este tipo de litoral costero que está sometido a condiciones marítimas directas (salinidad, viento, oleaje), y movimientos de los granos de arena que la conforman. Con la construcción del sistema, se busca dar protección a la playa y se evita que se continúe erosionando el litoral por el efecto del oleaje del mar. Esta estructura estará localizada en la zona de rompimiento de pleamar y zona de marea meteorológica con el fin de provocar la ruptura del oleaje y disipar su energía en caso de ser alcanzada.

#### **5. OBJETIVOS**

##### **5.1. OBJETIVOS GENERALES**

Realizar los estudios oceanográficos y meteorológicos para crear una protección al litoral mediante un muro de contención de tablestacado en algunas playas de Isla Colon en Bocas del Toro.

##### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar el emplazamiento de manera de manera que cumpla con las Normas de construcción de la república de Panamá.
- Colectar información de carácter ambiental que sirva como sustento a la actividad propuesta.

#### **6. METODOLOGÍA**



## **6.1. PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se ha realizado visitas a campo, así como una recopilación bibliográfica tanto en información de entidades de panamá, como entidades internacionales, con el fin de obtener datos ambientales que permitan cumplir los objetivos del informe.

## **6.2. ESTUDIOS PREVIOS**

### **6.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

- El área urbana de isla colón es plana, pero a medida que se aleja hacia la localidad de la “Y” griega los cambios en altura aumentan desde los 3.8 m.s.n.m. hasta 30 m.s.n.m. y luego disminuye cerca de Boca del Drago. Ver Anexo 1 de Topografía.

### **6.2.2. CLIMA MARITIMO U RÉGIMEN DE OLEAJE**

Se realiza en base a la previsión de olas calculadas en base al modelo de Sistema Global de Predicción (GFS por sus siglas en inglés) del servicio meteorológico de los Estados Unidos, NOAA. La resolución horizontal es de aproximadamente 13 km. Los pronósticos se calculan 4 veces al día, en aproximadamente a las 0:00, 6:00, 12:00 y 18:00, hora estándar oriental. Las predicciones están disponibles en intervalos de tiempo de 3 horas para hasta 10 días en el futuro. Las flechas apuntan en la dirección en la que sopla el viento.

Ilustración 18. Ejemplo de estimación de Oleaje de Isla Colon

Fecha local	sábado, oct 23								domingo, oct 24					
Hora local	1h	4h	7h	10h	13h	16h	19h	22h	1h	4h	7h	10h	13h	16h
Dirección del viento	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↖	↗	↗	↗	↗	↖	↖	↖
Velocidad del viento (kts)	5	4	5	3	6	6	2	2	3	2	3	1	5	5
Ráfagas (max kts)	5	5	5	4	6	6	2	2	3	2	3	1	5	5
Nubosidad	☁	☁	☀	☀	☀	☀	☾	☾	☾	☾	☀	☀	☀	☁
Tipo de precipitación				0						0	0	0		
Precipitación (mm / 3h)				1						0	2	1		
Temperatura (°C)	26	26	25	27	28	28	27	27	26	26	26	28	28	28
Presión atm. (hPa)	1011	1009	1011	1012	1010	1007	1009	1011	1010	1009	1011	1012	1010	1008
Dirección de las olas	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Altura de las olas (m)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Intervalo de las olas (s)	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

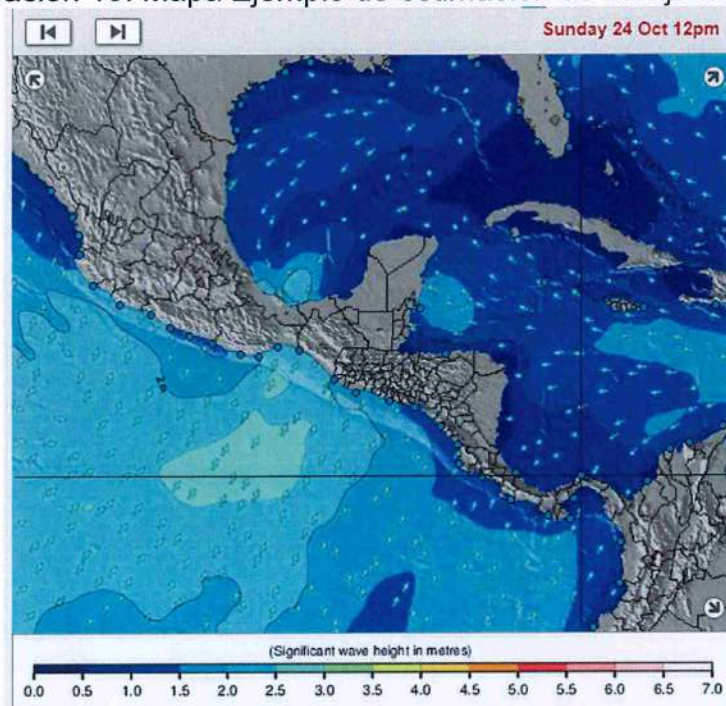
Fuente: Windfinder, Forecast Bocas del toro/Isla Colon

- Régimen y fuerza de Olas de Playa de Isla Colon**

El oleaje en isla colon y en la mayoría de playas del caribe tienen una consistencia de baja a muy baja, es una zona protegida por las condiciones que influyen en el mar Caribe, esto genera que los efectos del mar abierto no se dejen ver en demasía, es una condición óptima para proponer el sistema de tablestacado, ya que el mismo solo resultara en la disipación del oleaje fuerte en mareas de tormentas y está localizado en la rompiente de las olas en este periodo. Su fuerza está considerada en menos de 200 kJ/m

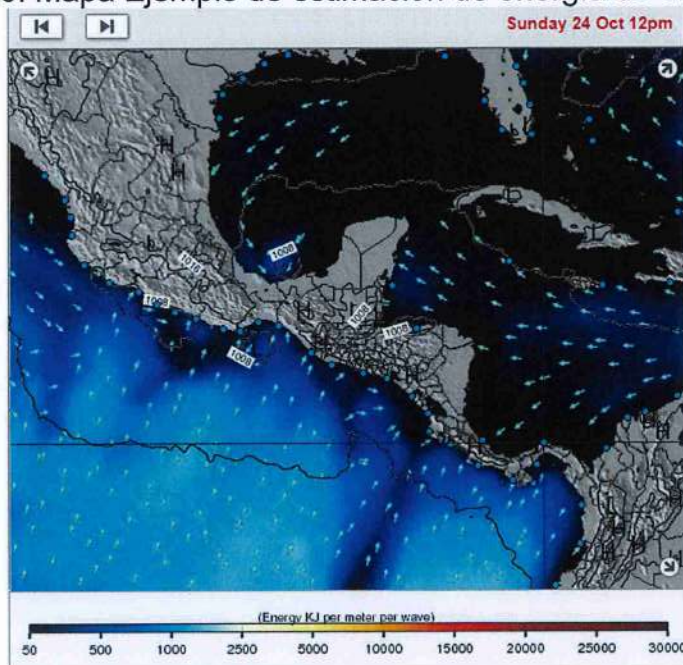


Ilustración 19. Mapa Ejemplo de estimación de oleaje la zona.



Fuente: Forecast, Surf, Bocas del toro/Isla Colon

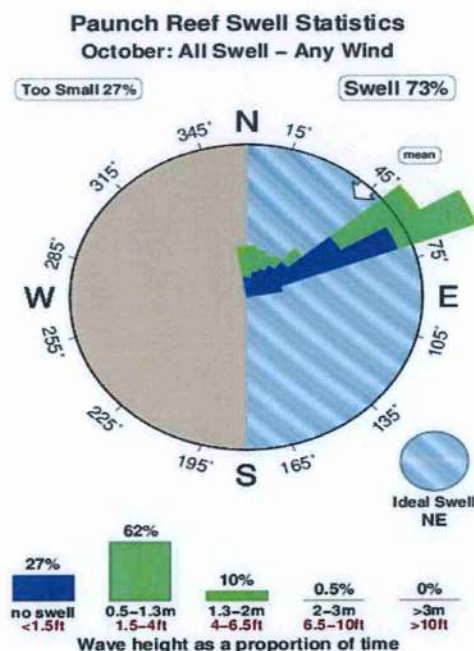
Ilustración 20. Mapa Ejemplo de estimación de energía de oleaje la zona.



Fuente: Forecast, Surf, Bocas del toro/Isla Colon

Las olas predominantes en dirección sureste, su altura predominante en esta playa alcanza una altura de 1.30 con un promedio de 62% de las veces y de 0.45 con un promedio de 27%.

Ilustración 21. Dirección y Altura de Olas.



Fuente: Forecast, Surf, Bocas del toro/Isla Colon

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. ELEMENTOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS

#### 7.1.1. TOPOGRAFÍA SUBMARINA EN LA ZONA COSTERA

La construcción propuesta no se verá afectada por la zona profunda de la playa ya que el oleaje es suave y lento, por lo que la batimetría se muestra sin escalones ni baches. Este Aspecto es favorable para que cuando las olas batan en la zona y superen la altura de pleamar establecida bata suave en la zona de tablestacas para disipar su acción erosiva y rompa con fuerza. La topografía submarina se muestra en las cartas náuticas de las Ilustración 26, Ilustración 27, Ilustración 28 e Ilustración 29.

#### 7.1.2. EFECTOS DE LA CORRIENTE MARINAS DE LA REGIÓN.



## Ilustración 22. Corrientes marinas del Mar Caribe.



Fuente: Mar Caribe, Corrientes Marinas, Wikipedia

La entrada al Mar Caribe de la corriente ecuatorial del Atlántico es por los Estrechos de Anegada y de los Vientos. La entrada más meridional que penetra por Trinidad circula a lo largo de la costa de Sur América hasta Costa Rica y Panamá (Centro América) donde se forma el torbellino panameño que tiene un patrón de circulación en sentido contrario a las agujas del reloj, allí se generan condiciones especiales de salinidad, temperatura y nutrientes en el agua de mar

### 7.1.3. TIPO DE FONDO.

Se caracteriza la zona por poseer fondos blandos o arenosos, que están formados por pequeñas partículas sueltas de diferentes tamaños (arenas, gravas muy uniformes), que han sido arrastradas por el viento, la dinámica del mar o la erosión de materiales litorales.

Al ser sustratos muy inestables, cuentan con una menor variedad de fauna y flora que los fondos duros. Las especies que habitan en estas aguas prefieren enterrarse entre la arena, que fijarse en la superficie.



## 7.1.4. COMPORTAMIENTO DEL OLEAJE EN LA ZONA

- Altura y dirección de las Olas.

Ilustración 23. Alturas de las Olas

	viernes 15	sábado 16	domingo 17	lunes 18	martes 19	miércoles 20	jueves 21	viernes 22	sábado 23	domingo 24	lunes 25	martes 26
	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a	mañan a
	tarde	tarde	tarde	tarde	tarde	tarde	tarde	tarde	tarde	tarde	tarde	tarde
	noche	noche	noche	noche	noche	noche	noche	noche	noche	noche	noche	noche
Oleaje 1 (m) & dirección	ENE 0.4	ENE 0.4	ENE 0.3	ENE 0.2	ENE 0.3	ENE 0.4	ENE 0.4	ENE 0.4	ENE 0.4	ENE 0.9	ENE 0.9	ENE 1.1
Periodo(s)	8	8	8	7	6	6	6	6	6	7	8	9
Oleaje 2 (m) & dirección	N 0.1	N 0.1	-	-	ENE 0.2	ENE 0.2	ENE 0.2	ENE 0.2	ENE 0.2	ENE 0.2	ENE 0.2	ENE 0.2
Periodo(s)	13	13	13	13	5	4	4	4	4	4	4	4
Swells (m) & dirección	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Periodo(s)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Olas de Viento (m) & dirección	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Periodo(s)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gráfico Olas (7)	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m	10m 5m 2m 1m 0m

Fuente: Altura de Olas, Surf-Forecast, Playa de Referencia: playa Paunch.

Tabla 4. Altura y dirección de olas

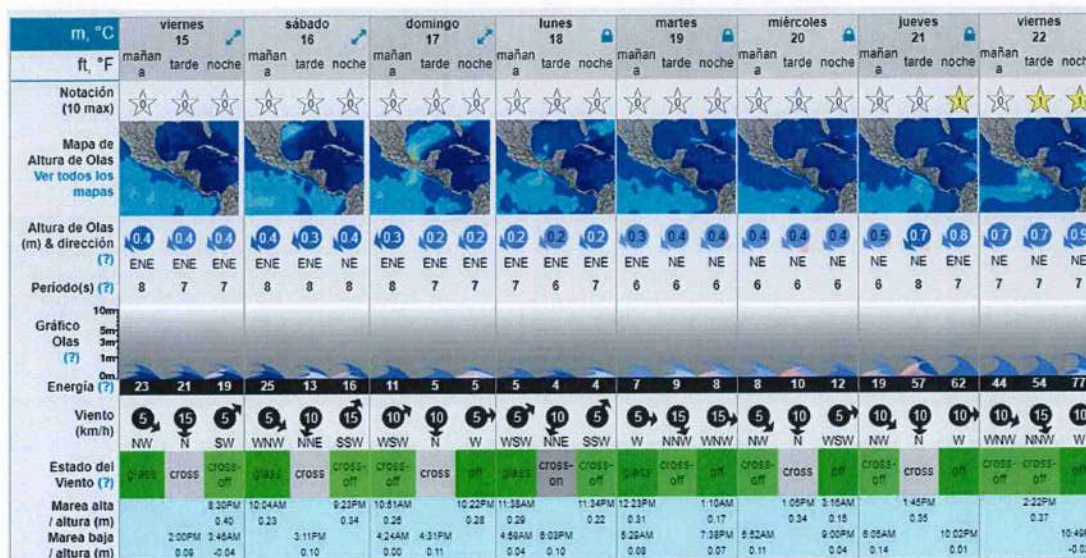
Factor	Altura de las Olas en metros.	Dirección
Altura Máxima	1.4	Sureste
Altura mínima	0.2	Sureste
Altura promedio	0.6	Sureste

Fuente: Elaboración Propia



- Fuerza de las Olas

Ilustración 24. Energía de las Olas



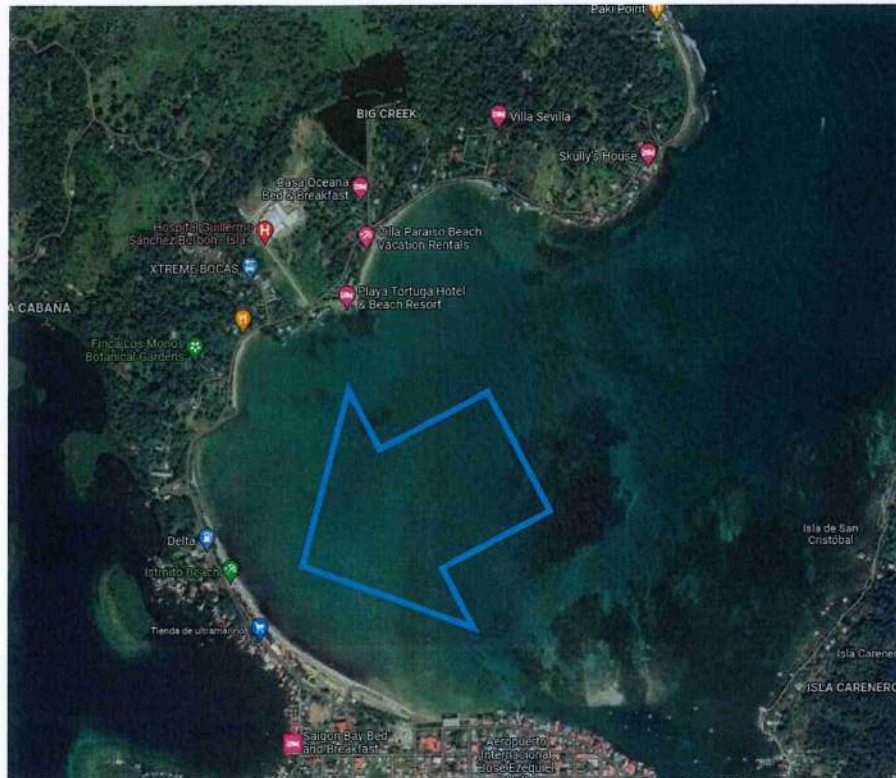
Fuente: Energía de Olas, Surf-Forecast, Playa de Referencia: playa Paunch.

- Difracción y refracción de las Olas

Las olas al acercarse a la playa recrean una dinámica morfológica igual a la del fondo por en las refracciones y difracciones en este punto son poco observables ya que su topografía y morfología son suaves. Se identifica que las líneas isobatas son uniformes y de perfil suave lo que se manifiesta en un arribo de olas sin perturbaciones.

Tal como indica la flecha de la Ilustración 25 la dirección predominante de las olas y no se aprecian patrones de perturbación de oleaje ni corrientes, por lo tanto, en este sector no existe fenómeno de refracción apreciable debido a que la morfología de la zona sumergida es suave y coincide con la topografía emergida.

Ilustración 25. Dirección de olas Isla Colon



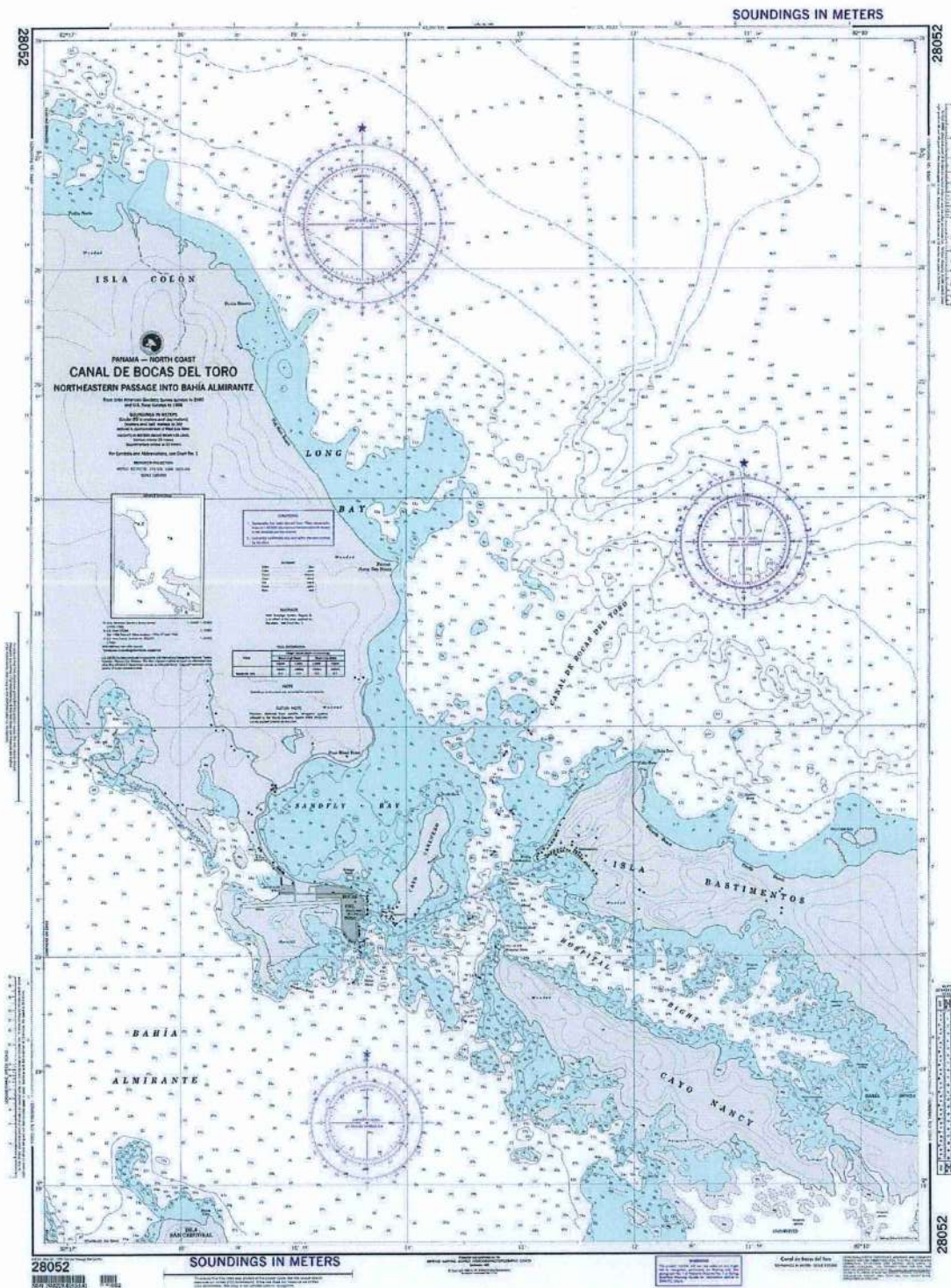
Fuente: Isla Colon, Google Maps

#### 7.1.5. DETERMINACIÓN DE LAS COTAS DE REFERENCIA EN LA ZONA MARINO COSTERO DE ISLA COLÓN

- Cartas de referencia



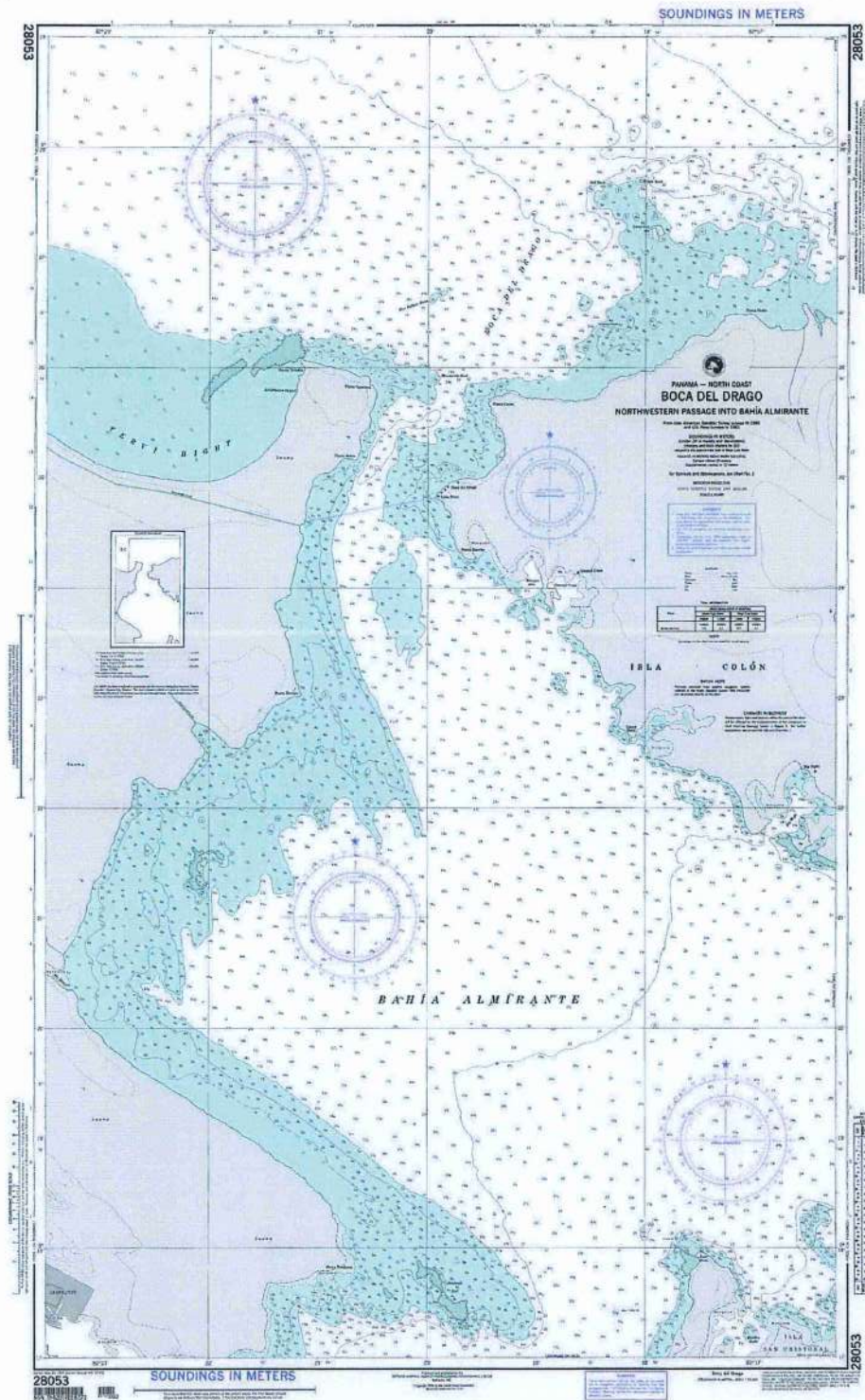
Ilustración 26. Carta Náutica NGA Chart 28052: canal de Bocas del Toro



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA



Ilustración 27. Carta Náutica NGA Chart 28053. Boca del Drago



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA

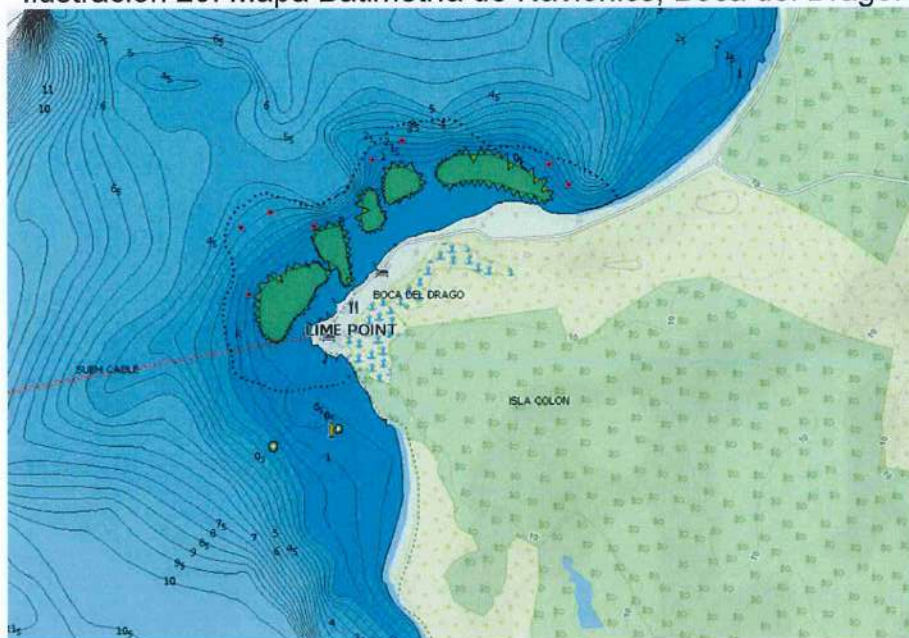


Ilustración 28. Mapa Batimetría de Navionics, La Feria – Playa Paunch



*Fuente: Navionics a Garming Brand.*

Ilustración 29. Mapa Batimetría de Navionics, Boca del Drago.



*Fuente: Navionics a Garming Brand.*



- Establecimiento del nivel medio del Mar

El nivel medio del mar (MSL) se define como el promedio de las alturas que han alcanzado las aguas cada hora, observadas continuamente durante un determinado periodo. La firmeza de cualquiera conclusión en relación con cambios en el nivel depende de la longitud de la serie temporal y de la calidad de los datos. La fuente de los datos para caracterizar el comportamiento de ese nivel en mar Caribe está basada en las observaciones directas y continuas del nivel del mar de la Estación de Cristóbal.

El nivel de referencias de las mareas de Cristóbal (Caribe), es el nivel Medio de Mareas bajas, el cual está, según el servicio geodésico y de costas de los Estados Unidos, 0.6 pies por debajo del nivel medio del Mar en Cristóbal. Basado en las elevaciones medias de mareas para el periodo de 19 años 1916-1934, el nivel Medio de Mareas Bajas de Cristóbal está 0.384 pies por debajo del nivel preciso del Canal (PLD).

- Mareas Históricas

Las amplitudes de las Mareas se ubican entre los valores de -0.18 m para bajamarea y 0.49m para pleamar, lo que se traduce en una variación en las mareas muy baja. Tomando como base los registros de la marea del mareógrafo de Cristóbal.

Tabla 5. Tabla de Mareas Cristóbal Mar Caribe año 2020

Mínima				Máxima			
Mayo				Diciembre			
	Hora	Nivel			Hora	Nivel	
	h m	pies	cm		h m	pies	cm
<b>11 Lun</b>	333	1.2	37	<b>14 Lun</b>	46	0.1	3
	1127	-0.6	-18		330	0.0	0
	1814	0.3	9		1154	1.6	49
	2130	0.2	6		2018	-0.3	-9

Fuente: Canal de Panamá, Tabla de Mareas, Micanaldepanama.com



Ilustración 30. Tabla de Marea Cristóbal, Mar Caribe año 2020 hoja 01/04

**Cristóbal, Mar Caribe año 2020**

Horas y Niveles de Mareas Altas y Bajas

Fuente: <http://tidepool.nos.noaa.gov/pub/outgoing/exchange/Cristobal.d>

Enero					Febrero					Marzo									
Hora	Nivel		Hora	Nivel		Hora	Nivel		Hora	Nivel		Hora	Nivel						
1 Mié	h m pies 711 0.6 18 1137 0.5 15 1633 0.8 24		16 Jue	h m pies 613 0.8 24 1155 0.2 6 1711 0.7 21 2348 -0.3 -9		1 Sáb	h m pies 655 0.8 24 1351 0.1 3 1818 0.3 9 2354 0.0 0		16 Dom	h m pies 701 1.2 37 1420 -0.2 -6 1937 0.3 9		1 Dom	h m pies 554 0.9 27 1320 -0.1 -3 1835 0.2 6 2302 0.0 0		16 Lun	h m pies 627 1.2 37 1353 -0.4 -12 1945 0.3 9			
2 Jue	14 -0.1 -3 729 0.7 21 1255 0.4 12 1734 0.8 18		17 Jue	652 1.0 30 1318 0.1 3 1814 0.5 15		2 Dom	720 0.9 27 1444 0.1 3 1907 0.2 6		17 Lun	30 -0.1 -3 747 1.3 40 1519 -0.3 -9 2038 0.2 6		2 Lun	625 1.0 30 1403 -0.1 -3 1913 0.2 6 2328 0.0 0		17 Mar	14 0.0 0 715 1.2 37 1444 -0.4 -12 2036 0.3 9			
3 Vie	30 -0.1 -3 749 0.8 24 1407 0.3 9 1818 0.5 15		18 Sáb	19 -0.2 -6 733 1.2 37 1433 0.0 0 1919 0.4 12		3 Lun	10 0.0 0 749 1.0 30 1536 0.0 0 1956 0.1 3		18 Mar	107 -0.1 -3 833 1.3 40 1617 -0.3 -9 2138 0.2 6		3 Mar	700 1.0 30 1445 -0.2 -6 1950 0.1 3 2359 0.0 0		18 Mié	59 0.0 0 802 1.1 37 1534 -0.3 -9 2125 0.3 9			
4 Sáb	44 -0.1 -3 812 0.9 27 1516 0.2 6 1907 0.4 12		19 Dom	51 -0.2 -6 815 1.3 40 1542 -0.1 -3 2028 0.2 6		4 Mar	29 -0.1 -3 823 1.1 34 1627 -0.1 -3 2046 0.1 3		19 Mié	144 -0.1 -3 920 1.2 37 1714 -0.3 -9 2242 0.1 3		4 Mié	739 1.1 34 1527 -0.2 -6 2028 0.1 3		19 Jue	143 0.0 0 849 1.0 30 1623 -0.2 -6 2216 0.3 9			
5 Dom	56 0.0 0 838 1.0 30 1621 0.1 3 2004 0.2 6		20 Lun	122 -0.1 -3 859 1.4 43 1649 -0.2 -6 2141 0.1 3		5 Mié	52 -0.1 -3 900 1.2 37 1718 -0.1 -3 2141 0.0 0		20 Jue	219 0.0 0 1007 1.1 34 1812 -0.2 -6 2353 0.1 3		5 Jue	37 -0.1 -3 821 1.1 34 1610 -0.2 -6 2112 0.1 3		20 Vie	228 0.1 3 935 0.9 27 1711 -0.2 -6 2308 0.3 9			
6 Lun	107 0.0 0 907 1.0 34 1724 0.0 0 2110 0.1 3		21 Mar	152 -0.1 -3 945 1.4 43 1753 -0.2 -6 2303 0.1 3		6 Jue	120 -0.1 -3 942 1.2 37 1807 -0.2 -6 2245 0.0 0		21 Vie	251 0.0 0 1054 1.1 34 1908 -0.2 -6		6 Vie	123 -0.1 -3 908 1.1 34 1653 -0.2 -6 2204 0.1 3		21 Sáb	318 0.1 3 1023 0.8 24 1756 -0.1 -3			
7 Mar	115 0.0 0 940 1.2 37 1822 -0.1 -3 2233 0.0 0		22 Mié	219 0.0 0 1031 1.3 40 1854 -0.3 -9		7 Vie	157 -0.1 -3 1027 1.3 40 1853 -0.2 -6		22 Sáb	117 0.1 3 323 0.0 0 1141 0.9 27 1959 -0.2 -6		7 Sáb	219 -0.1 -3 955 1.1 34 1736 -0.2 -6 2304 0.2 6		22 Dom	2 0.3 9 420 0.2 6 1113 0.7 21 1838 0.0 0			
8 Mié	119 -0.1 -3 1017 1.3 40 1914 -0.2 -6		23 Jue	1118 1.3 40 1952 -0.3 -9		8 Sáb	0 0.0 0 245 -0.1 -3 1116 1.2 37 1935 -0.2 -6		23 Dom	1230 0.8 24 2042 -0.1 -3		8 Dom	329 0.0 0 1049 1.0 30 1818 -0.2 -6		23 Lun	54 0.3 9 543 0.2 6 1211 0.5 15 1914 0.1 3			
9 Jue	1059 1.3 40 2000 -0.2 -6		24 Vie	1206 1.2 37 2044 -0.3 -9		9 Dom	117 0.1 3 357 0.0 0 1209 1.2 37 2014 -0.3 -9		24 Lun	342 0.3 9 547 0.2 6 1320 0.1 21 2115 -0.1 -3		9 Lun	9 0.3 9 456 0.0 0 1150 0.9 27 1900 -0.2 -6		24 Mar	139 0.4 12 722 0.2 6 1323 0.4 12 1942 0.1 3			
10 Vie	1144 1.3 40 2039 -0.3 -9		25 Sáb	1252 1.1 34 2128 -0.3 -9		10 Lun	222 0.2 6 538 0.1 3 1307 1.0 30 2050 -0.3 -9		25 Mar	406 0.3 9 749 0.2 6 1415 0.6 18 2140 0.0 0		10 Mar	113 0.5 15 638 0.1 3 1258 0.7 21 1943 -0.1 -3		25 Mié	215 0.5 15 854 0.1 3 1446 0.4 12 2004 0.2 6			
11 Sáb	1233 1.3 40 2114 -0.3 -9		26 Dom	1338 1.0 30 2204 -0.2 -6		11 Mar	315 0.4 12 732 0.2 6 1408 0.9 27 2126 -0.3 -9		26 Jue	424 0.4 12 931 0.2 6 1512 0.5 15 2158 0.0 0		11 Mié	212 0.6 18 819 0.0 0 1414 0.6 18 2026 -0.1 -3		26 Jue	245 0.6 18 1002 0.0 0 1606 0.3 9 2021 0.2 6			
12 Dom	1324 1.3 40 2146 -0.3 -9		27 Lun	1423 0.9 27 2231 -0.2 -6		12 Mié	402 0.6 18 919 0.2 6 1514 0.8 24 2202 -0.3 -9		27 Jue	442 0.5 15 1048 0.2 6 1610 0.4 12 2213 0.0 0		12 Jue	307 0.8 24 947 -0.1 -3 1531 0.5 15 2111 -0.1 -3		27 Vie	314 0.7 21 1053 -0.1 -3 1712 0.3 9 2038 0.2 6			
13 Lun	1417 1.2 37 2217 -0.3 -9		28 Mar	559 0.4 12 841 0.3 9 1508 0.8 24 2253 -0.1 -3		13 Jue	447 0.8 24 1051 0.1 3 1622 0.6 18 2238 -0.2 -6		28 Vie	503 0.6 18 1147 0.1 3 1704 0.3 9 2227 0.1 3		13 Vie	359 1.0 30 1101 -0.2 -6 1645 0.4 12 2156 -0.1 -3		28 Sáb	345 0.7 21 1135 -0.1 -3 1800 0.2 6 2058 0.1 3			
14 Mar	508 0.4 12 834 0.3 9 1513 1.0 30 2247 -0.3 -9		29 Mié	604 0.5 15 1025 0.4 12 1553 0.6 18 2310 -0.1 -3		14 Vie	532 1.0 30 1209 -0.1 -3 1729 0.5 15 2315 -0.2 -6		29 Sáb	526 0.7 21 1236 0.0 0 1752 0.3 9 2243 0.1 3		14 Sáb	450 1.1 34 1204 -0.3 -9 1751 0.4 12 2243 -0.1 -3		29 Dom	418 0.8 24 1212 -0.2 -6 1833 0.2 6 2127 0.1 3			
15 Mié	538 0.6 18 1022 0.3 9 1610 0.9 27 2317 -0.3 -9		30 Jue	617 0.6 18 1146 0.3 9 1640 0.5 15 2325 -0.1 -3		15 Sáb	616 1.1 34 1317 -0.2 -6 1834 0.4 12 2352 -0.2 -6					15 Dom	539 1.2 37 1300 -0.4 -12 1850 0.3 9 2329 0.0 0		30 Lun	454 0.9 27 1248 -0.3 -9 1857 0.2 6 2204 0.1 3			
			31 Vie	634 0.7 21 1253 0.2 6 1729 0.4 12 2339 -0.1 -3											31 Mar	532 1.0 30 1323 -0.3 -9 1920 0.2 6 2248 0.1 3			
recopilado: Canal de Panama					Luna Nueva					Luna Llena					Cuarto Menguante				

Fuente: Canal de Panamá, Tabla de Mareas, Micanaldepanama.com



Luna Nueva  Cuarto Creciente  Luna Llena  Cuarto Menguante

1796



Ilustración 32. Tabla de Marea Cristóbal, Mar Caribe año 2020 hoja 03/04

Cristóbal, Mar Caribe año 2020

Horas y Niveles de Mareas Altas y Bajas

Fuente: <http://tidepool.nos.noaa.gov/pub/outgoing/exchange/Cristobal.d>

Julio				Agosto				Septiembre			
Hora	Nivel			Hora	Nivel			Hora	Nivel		
1	h m	pies	cm	16	h m	pies	cm	1	h m	pies	cm
Mié	424	-0.1	-3	Jue	504	0.0	0	16	541	0.0	0
	851	0.2	6		905	0.1	3		1134	0.5	15
	1349	-0.2	-6		1309	0.0	0		1633	0.2	6
	2136	1.4	43		2127	1.1	34		2318	0.9	27
2	535	-0.2	-6	17	601	-0.1	-3	2	13	0.9	27
Jue	1015	0.1	3	Vie	1019	0.0	0	Mié	803	0.0	0
	1419	-0.1	-3		1312	-0.1	-3		1429	0.4	12
	2223	1.4	43		2202	1.2	37		1815	0.3	9
3	640	-0.3	-9	18	656	-0.2	-6	3	110	0.8	24
Vie	1153	0.0	0	Sáb	2241	1.2	37	Jue	841	0.1	3
	1447	-0.1	-3						1513	0.5	15
	2312	1.4	43						2000	0.4	12
4	739	-0.4	-12	19	744	-0.2	-6	4	212	0.7	21
Sáb				Dom	2324	1.3	40	Vie	911	0.1	3
5	2	1.4	43	20	825	-0.2	-6		1546	0.6	18
Dom	834	-0.4	-12						2133	0.3	9
6	53	1.3	40	21	9	1.2	37	5	316	0.6	18
Lun	922	-0.4	-12	Mar	859	-0.3	-9	sáb	935	0.2	6
7	144	1.2	37						1614	0.7	21
Mar	1005	-0.4	-12	22	58	1.2	37		2244	0.2	6
8	233	1.1	34	Mié	928	-0.3	-9	6	418	0.5	15
Mié	1041	-0.4	-12						954	0.2	6
	1805	0.4	12	23	150	1.1	34	Dom	1640	0.8	24
	2026	0.3	9	Jue	955	-0.3	-9		2338	0.2	6
9	319	1.0	30		1649	0.4	12	7	514	0.5	15
Jue	1826	0.5	15		1952	0.3	9	Lun	1012	0.2	6
	2206	0.4	12	24	244	1.0	30		1706	0.9	27
10	404	0.8	24	Vie	1022	-0.3	-9	8	24	0.1	3
Vie	1139	-0.3	-9		1712	0.6	18	Mar	601	0.4	12
	1849	0.6	18		2149	0.3	9		1031	0.2	6
	2333	0.4	12	25	342	0.8	24		1735	1.0	30
11	448	0.7	21	Sáb	1050	-0.3	-9	9	105	0.0	0
Sáb	1200	-0.2	-6		1744	0.8	24	10	642	0.4	12
	1912	0.7	21	26	2325	0.2	6	Mié	1052	0.2	6
12	50	0.3	9						1807	1.1	34
Dom	533	0.6	18	27	47	0.1	3	11	224	0.0	0
	1219	-0.1	-3	Lun	546	0.5	15	Vie	749	0.3	9
	1935	0.8	24		1149	-0.2	-6		1148	0.2	6
13	200	0.2	6		1901	1.2	37		1919	1.2	37
Lun	620	0.4	12	28	200	0.0	0	12	304	0.0	0
	1235	-0.1	-3	Mar	650	0.4	12	Sáb	822	0.3	9
	1959	0.9	27		1222	-0.2	-6		1224	0.1	3
14	304	0.2	6		1944	1.3	40		1959	1.2	37
Mar	709	0.3	9	29	307	-0.1	-3	13	343	0.0	0
	1249	-0.1	-3	Mié	756	0.3	9	Dom	859	0.3	9
	2026	1.0	30		1255	-0.1	-3		1308	0.1	3
15	405	0.1	3		2028	1.4	43		2041	1.2	37
Mié	804	0.2	6	30	410	-0.2	-6	14	423	0.0	0
	1300	0.0	0	Jue	904	0.2	6	Lun	944	0.3	9
	2055	1.1	34		1330	-0.1	-3		1401	0.1	3
16					2115	1.4	43		2128	1.2	37
17				31	512	-0.2	-6	15	502	0.0	0
18				Vie	1016	0.1	3	Mar	1036	0.4	12
19					1404	0.0	0		1509	0.2	6
20					2203	1.4	43		2219	1.1	34
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											

recopilado: Canal de Panamá  
Ayex Muriel Borge

Luna Nueva

Cuarto Creciente

Luna Llena

Cuarto Menguante

Fuente: Canal de Panamá, Tabla de Mareas, Micanaldepanama.com



Ilustración 33. Tabla de Marea Cristóbal, Mar Caribe año 2020 hoja 04/04

**Cristóbal, Mar Caribe año 2020**

Horas y Niveles de Mareas Altas y Bajas

Fuente: <http://tidepool.nos.noaa.gov/pub/outgoing/exchange/Cristobal.d>

Octobre					Novembre					Diciembre				
	h	m	pies	Nivel		h	m	pies	Nivel		h	m	pies	Nivel
1 Jue	633	0.2	6		16 Vie	457	0.1	34		1 Dom	1308	1.0	30	
	1306	0.7	21		17 Sáb	1154	1.1	34		2 Lun	2154	0.0	0	
	1928	0.3	9		18 Dom	1858	0.1	34		3 Mar	1421	1.1	34	
2 Vie	118	0.6	18		19 Lun	28	0.5	15		4 Mié	1500	1.2	37	
	702	0.3	9		20 Mar	539	0.2	6		5 Jue	1540	1.2	37	
	1345	0.7	21		21 Mié	1249	1.2	37		6 Vie	1621	1.2	37	
	2054	0.2	6		22 Jue	2021	0.0	0		7 Sáb	1747	1.1	34	
3 Sáb	253	0.5	15		23 Vie	204	0.5	15		8 Dom	1736	0.5	15	
	726	0.4	12		24 Sáb	628	0.2	6		9 Lun	1833	1.0	30	
	1419	0.8	24		25 Dom	1345	1.3	40		10 Mar	1923	0.9	27	
	2157	0.2	6		26 Lun	2130	-0.2	-6		11 Mié	2019	0.7	21	
4 Dom	422	0.5	15		27 Mar	333	0.4	12		12 Jue	241	0.0	0	
	745	0.4	12		28 Mié	724	0.3	9		13 Vie	312	0.0	0	
	1451	0.9	27		29 Jue	1440	1.4	43		14 Sáb	1125	1.4	43	
	2245	0.1	3		30 Dom	2228	-0.3	-9		15 Dom	1920	-0.1	-3	
5 Lun	534	0.5	15		31 Lun	446	0.5	15		16 Lun	39	0.3	9	
	804	0.4	12			826	0.3	9		17 Mar	425	0.1	3	
	1524	1.0	30			1535	1.4	43		18 Mié	1218	1.5	46	
	2324	0.0	0			2321	-0.3	-9		19 Jue	2009	0.2	6	
6 Mar	622	0.5	15			545	0.5	15		20 Dom	2026	-0.2	-6	
	829	0.4	12			929	0.3	9						
	1557	1.0	30			1628	1.4	43						
	2399	0.0	0											
7 Mié	651	0.4	12			9	-0.4	-12						
	902	0.3	9			636	0.5	15						
	1633	1.1	34			1031	1.3	43						
						1720	1.4	43						
8 Jue	33	-0.1	-3			55	-0.3	-9						
	709	0.4	12			722	0.6	18						
	943	0.3	9			1132	0.3	9						
	1710	1.2	37			1810	1.3	40						
9 Vie	106	-0.1	-3			138	-0.3	-9						
	725	0.4	12			807	0.6	18						
	1028	0.3	9			1231	0.3	9						
	1750	1.2	37			1659	1.2	37						
10 Sáb	138	-0.1	-3			219	-0.2	-6						
	744	0.4	12			850	0.7	21						
	1118	0.3	9			1332	0.4	12						
	1831	1.2	37			1946	1.1	34						
11 Dom	209	-0.1	-3			257	-0.1	-3						
	810	0.5	15			932	0.7	21						
	1213	0.3	9			1438	0.4	12						
	1914	1.2	37			2034	0.9	27						
12 Lun	240	-0.1	-3			330	0.0	0						
	842	0.5	15			1013	0.8	24						
	1315	0.3	9			1552	0.4	12						
	2000	1.1	34			2125	0.7	21						
13 Mar	312	0.0	0			358	0.1	3						
	923	0.6	18			1051	0.8	24						
	1427	0.3	9			1718	0.3	9						
	2051	1.0	30			2226	0.6	18						
14 Mié	345	0.0	0			419	0.2	6						
	1009	0.8	24			1128	0.9	27						
	1551	0.3	9			1849	0.3	9						
	2149	0.8	24			2354	0.4	12						
15 Jue	419	0.1	3			428	0.3	9						
	1100	0.9	27			1202	0.9	27						
	1724	0.2	6			2009	0.2	6						
	2301	0.7	21											
						1235	1.0	30						
						2109	0.1	3						

recopilado: Canal de Panamá  
Araza Murillo Burgos

● Luna Nueva      ◐ Cuarto Creciente      ○ Luna Llena      ◑ Cuarto Menguante

Fuente: Canal de Panamá, Tabla de Mareas, Micanaldepanama.com



## 8. METEOROLOGÍA DEL SITIO DE ESTUDIO

### 8.1. TEMPERATURA

En Panamá, los valores de temperaturas registrados responden a la posición geográfica del Istmo, cuyas bajas latitudes lo ubican en las regiones con clima tropical, donde la temperatura disminuye 0.56 °C por cada 100 m de altitud. En este sentido se destaca el efecto producido por las elevaciones topográficas de la cordillera Central, que pueden reflejar temperaturas medias anuales menores de 18 °C; condición que contrasta con la casi nula variación horizontal significativa de la temperatura en las zonas de poca elevación (aprox. 27 °C), como son las llanuras centrales y las cercanías a las costas, en donde predomina la uniformidad térmica con la distancia. (ANAM, 2010). En el caso de Isla Colón las elevaciones se mantienen entre 1 y 76 m.s.n.m. acorde al mapa Topográfico del Tommy Guardia (1: 50,000).

Los valores de las temperaturas históricas mensuales máximas, promedios y mínimas se presentan en la Tabla 6. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** La temperatura de la estación meteorológica del aeropuerto de Isla Colón proviene de un termómetro, protegido de la radiación solar directa, ubicado al sureste de la pista de aterrizaje. La temperatura de la estación meteorológica del Main Platform (Smithsonian) proviene de una plataforma a aproximadamente 3 m.s.n.m. donde se registran lecturas digitales cada 15 minutos del equipo “Campbell Scientific CS215”.



Tabla 6. Temperatura (°C) Máxima, Promedio y Mínima.

Temperatura Histórica (°C)						
Meses	Estaciones Meteorológicas					
	AEROPUERTO DE BOCAS Hidrometeorología de ETESA (1972-2014)			Main Platform Smithsonian, Bocas del Toro (2002-2020)		
	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio	Mínima
Enero	34.6	25.6	17.6	26.1	25.3	24.4
Febrero	34.2	25.8	18	26.2	25.5	24.5
Marzo	32.8	26.2	17.6	27.3	25.8	24.8
Abril	34.4	26.7	17.4	27.3	26.5	25.7
Mayo	36	27.3	17.6	27.8	27	26.4
Junio	33.2	27.3	17.6	28.2	27.2	26.5
Julio	33.4	26.7	17	27.5	26.6	26.1
Agosto	36.2	27	15	27.2	26.8	26.2
Septiembre	37	27.3	17.6	27.6	27.2	26.8
Octubre	34.4	27.2	18	27.6	27.1	26.4
Noviembre	33	26.5	19.6	27.1	26.2	25.2
Diciembre	33.6	25.9	17	26.9	25.6	23.7
Promedio	34.4	26.6	17.5	27.2	26.4	25.6

Fuente: Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, Main Platform: Steven Paton, Physical Monitoring Program, Smithsonian Tropical Research Institute, Pers. Com. Tabla de PROYECO S.A. 2021.

Con los datos de la estación meteorológica del aeropuerto de Bocas del Toro se ha calculado que el promedio de la temperatura mensual en isla colón es de 26.6 °C. Las temperaturas ligeramente más cálidas se encuentran entre los meses de abril a septiembre donde se obtuvieron lecturas entre los 27.3 °C y 26.7 °C. Para los meses de octubre a marzo oscila entre los 27.2 °C y 25.6 °C, notándose que las menores temperaturas se registran en el mes de enero (25.6 °C).

La estación meteorológica del Main Platform (Smithsonian) ha registrado que el promedio de la temperatura mensual en Isla Colón es de 26.4 °C. Las temperaturas ligeramente más cálidas se encuentran entre los meses de abril a octubre donde se



obtuvieron lecturas entre los 27.2 °C y 26.5°C. Para los meses de noviembre a marzo oscila entre los 26.2 °C y 25.8 °C, notándose que las menores temperaturas se registran en el mes de enero (25.3 °C).

## 8.2. PRECIPITACIÓN

La precipitación medida es la tasa de acumulación de lluvia, por unidad de área. Una acumulación de 1mm corresponde al volumen de 1 litro por metro cuadrado de superficie.

Los registros de ambas estaciones meteorológicas indican que el periodo de mayor precipitación se da entre noviembre y diciembre. Como se indicó anteriormente el Clima Tropical Oceánico no posee estación seca y en todos los meses se precipitan más de 100 mm de lluvia, a continuación, en la Tabla 7 se detallan los promedios mensuales históricos y las precipitaciones máximas.

Tabla 7. Precipitación Histórica en mm

<b>Estaciones Meteorológicas</b>					
<b>Meses</b>	<b>Aeropuerto de Bocas(1972-2014) (Hidrometeorología de ETESA)</b>		<b>Main Platform (2002-2020) (Smithsonian, Bocas del Toro)</b>		
	<b>Máxima</b>	<b>Promedio</b>	<b>Máxima</b>	<b>Promedio</b>	<b>Mínima</b>
<b>Enero</b>	725.4	245.6	289.6	69.6	792.2
<b>Febrero</b>	697	189.5	215.9	45.4	739.3
<b>Marzo</b>	489.8	180.3	224.6	57.5	534.1
<b>Abril</b>	812.8	280.8	280.2	90	485.6
<b>Mayo</b>	759.1	327	375.1	120.4	820.7
<b>Junio</b>	586.7	281.9	300.1	89.3	530.4
<b>Julio</b>	661.9	382.2	465.5	123.5	1140.9
<b>Agosto</b>	755.5	330.4	300.9	84.3	714.4
<b>Septiembre</b>	394.8	194.7	174.1	78.4	306.3
<b>Octubre</b>	380.8	215.1	212.2	127.8	378.6
<b>Noviembre</b>	1032.6	334.4	468.5	185	1209.2
<b>Diciembre</b>	915.6	387.9	435.5	152.2	743.5
<b>Promedio</b>	<b>684.3</b>	<b>279.2</b>	<b>3698.5</b>	<b>2772.6</b>	<b>4830.1</b>

*Fuente: Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, Main Platform: Steven Paton, Physical Monitoring Program, Smithsonian Tropical Research Institute, Pers. Com. PROYECO 2021.*



Aunque menores que los registros de noviembre y diciembre los promedios de precipitación de los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto son sobresalientes en ambas estaciones meteorológicas. Los promedios máximos y mínimos se registraron en la estación Main Platform con 468.5 y 306.3 mm respectivamente. El promedio anual de precipitación registrado es de 3349.8 mm en la estación del aeropuerto de bocas y 2,772.6 mm en la estación de Main Platform.

Como se expuso anteriormente, el cambio climático ha traído consigo un cambio en el régimen de precipitaciones tanto a nivel global, como a nivel nacional, en el caso de la República de Panamá. El aspecto más relevante de este cambio, desde el punto de vista de la vulnerabilidad ante desastres naturales, es el aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos de precipitaciones. A esto hay que añadirle los efectos de eventos climáticos como el Niño y la Niña.

Los eventos de precipitaciones excepcionales o, en ocasiones, fuertes pueden ocasionar un gran aumento repentino del caudal de ríos y quebradas provocando el desbordamiento de éstos. Del mismo modo, pueden generar situaciones donde los sistemas de drenaje natural o de origen antrópico sean insuficientes para evacuar el caudal de agua de escorrentía. En ambas situaciones existe el riesgo de que se produzcan inundaciones que afecten a los bienes públicos y privados y pongan en peligro a los pobladores del área. Además de esto, los eventos de fuertes lluvias también tienen otros peligros asociados, como las afectaciones por tormentas eléctricas o los deslizamientos de tierra a raíz de la desestabilización de los taludes por la saturación en agua del suelo.

### **8.3. VIENTO**

Isla Colon se encuentra en la vertiente del Caribe, se utilizaron los datos de velocidad promedio de la estación de Aeropuerto de Bocas. El análisis del grafico nos indica que desde noviembre a febrero son los meses que históricamente presentan el mayor promedio mensual de velocidad del viento a 10m.

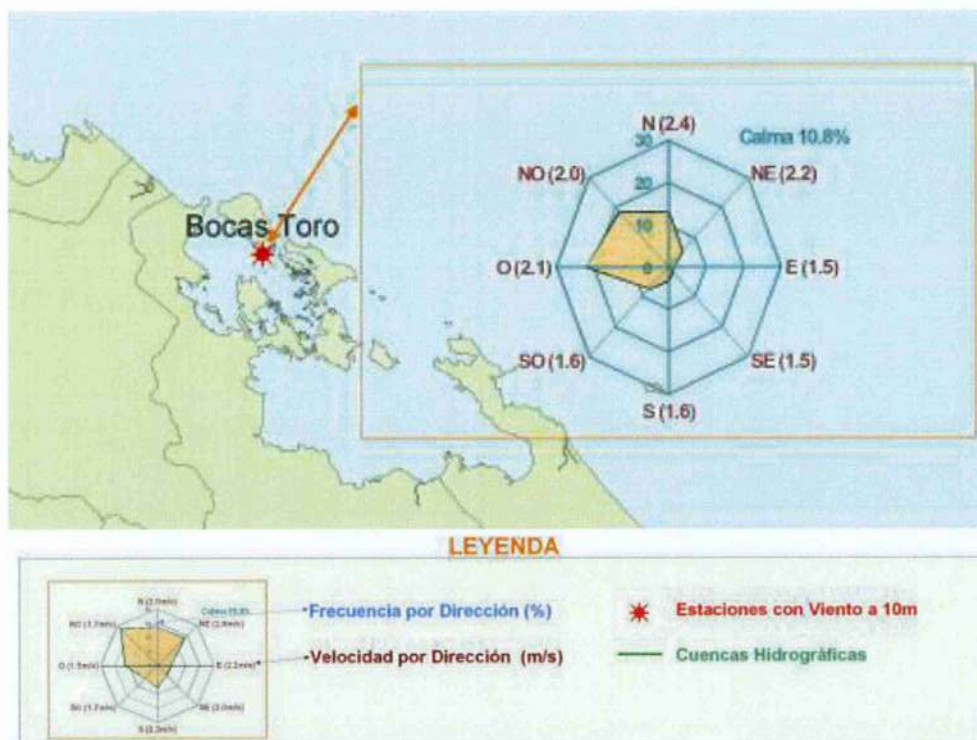


Ilustración 34. Viento Histórico, Estación Aeropuerto de Bocas (93-002)



Fuente: HIDROMET - ETESA, Datos Climatológicos, Sensor: Viento a 10m.

Ilustración 35. Mapa Anual de Viento de Panamá, Estación Aeropuerto de Bocas



Fuente: Mapa Anual de Viento de Panamá, Estaciones a 10m, periodo (1973-2002) frecuencia por dirección (%) y Velocidad (m/s). HIDROMET



Por lo tanto, se concluye que el viento es muy suave, ya que según la escala de Fuerza Beaufort la fuerza del viento es de 2.

Tabla 8. Escala de Fuerza Beaufort

Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	< 1	Calma	Despejado	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	4 a 6	Flojito (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vitrea, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (Brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento

Fuente: Escala de Beaufort, Wikipedia

## 8.4. TORMENTAS

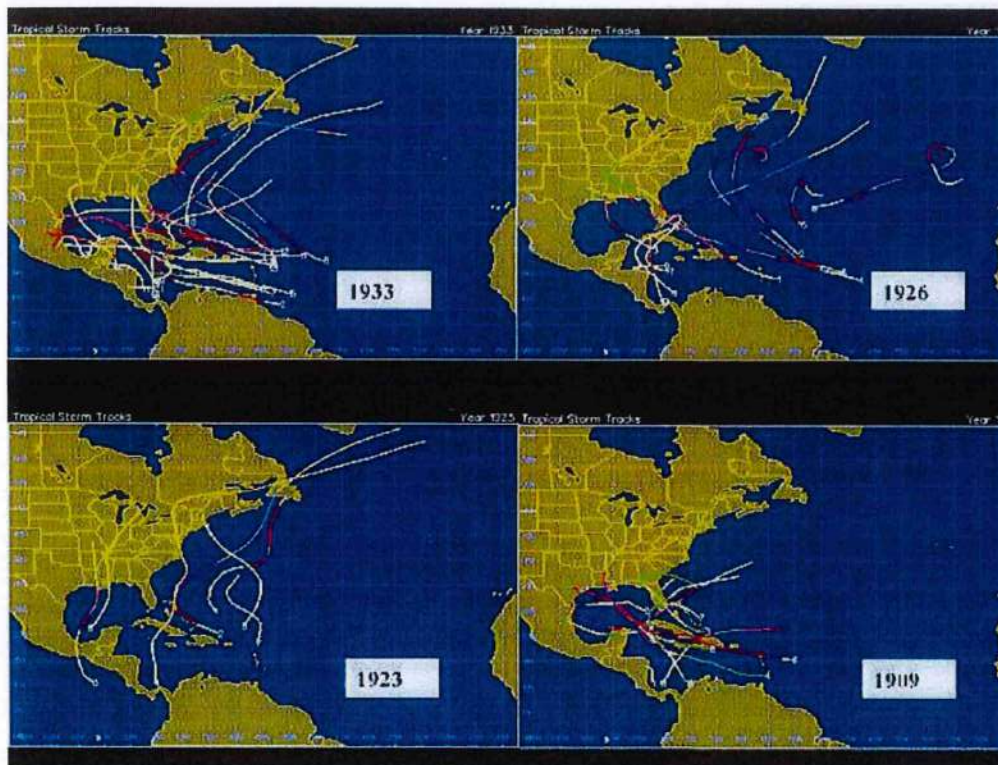
En estas regiones son más comunes los sistemas de baja presión, que posteriormente alcanzan el grado de tormenta tropical o huracán.

Sin embargo, las perturbaciones tropicales iniciales originan vientos del norte hacia las regiones accidentales panameñas (Chiriquí y Veraguas), si la formación es al sur del país, que transporta grandes cantidades de humedad desde el Pacífico y producen temporales en esta vertiente por la interacción con el relieve.



También pueden sentirse efectos indirectos de los huracanes que se desarrollan en posiciones más alejadas del territorio nacional, tal es el caso de aquellos que en algún momento se desplazan sobre el resto del mar caribe.

Ilustración 36. Recorrido de Tormentas y huracanes Históricos.



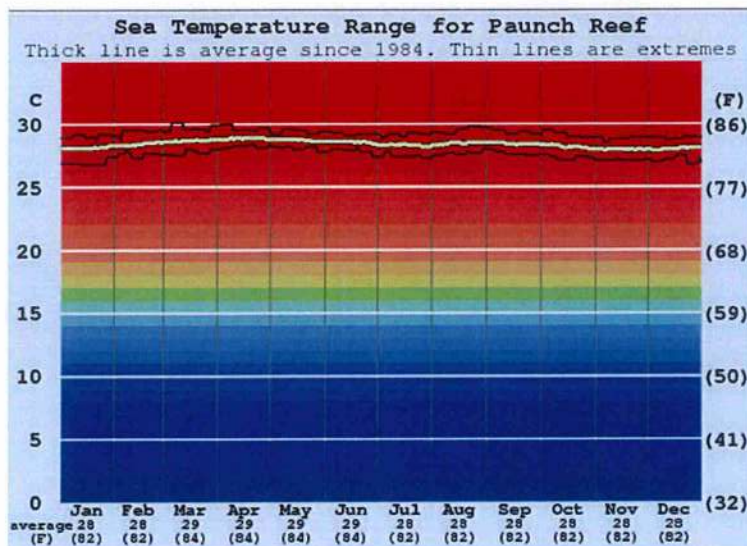
Fuente: [weather.unisys.com/hurricanedata](http://weather.unisys.com/hurricanedata)

## 8.5. TEMPERATURA MEDIA DEL MAR.

Se demostró, a través de la utilización del sistema Giovani de la NASA, que la temperatura superficial del mar en el Caribe presenta un alto grado de variación intra-anual. Por ejemplo, las temperaturas son generalmente bajas al final y comienzo del año y el pico es alrededor de septiembre. Las temperaturas medias varían generalmente entre 26 y 29 grados durante el día y 25.5 y 28.5 durante la noche. Las temperaturas máximas, en cambio, han alcanzado por encima de 35.5 grados en 2004.



Ilustración 37. Temperatura promedio



Fuente: [es.surf-forecast.com/breaks/Paunch-Reef/seatemp](http://es.surf-forecast.com/breaks/Paunch-Reef/seatemp)

## 9. CONSTRUCCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

### 9.1. ASPECTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS

El Proyecto se desarrollará en el corregimiento de Bocas del Toro que se localiza en el distrito y la provincia de Bocas del Toro, al noroeste de la República de Panamá. El corregimiento de Bocas del Toro tiene una población de 7, 366 habitantes de las cuales 3, 916 son hombre y 3, 450 son mujeres según el censo del 2010.

Bocas del Toro posee una riqueza étnico cultural, que se refleja a través de las tradiciones, costumbres, gastronomía, música, bailes y demás manifestaciones afro antillanas; combinado con la cultura indígena, que aún permanece intacta y conlleva a las raíces del continente americano. Se práctica el ecoturismo, debido a su exuberante flora y fauna, incluyendo los bosques y senderos inexplorados; el turismo se ha convertido en una fuente de ingresos creciente. La isla brinda servicios turísticos, hotelería, restaurantes, tours y variadas actividades, en su mayoría deportes en las cristalinas aguas del mar, como el buceo, surf, y snorkel entre otros.



## 9.2. ASPECTOS FÍSICOS Y AMBIENTALES

- Relieve y tipo de suelo

En general Isla Colón tiene un suelo arable, pero con muy severas limitaciones en la selección de plantas, es un suelo marginal para la agricultura, ya que tiene muchas limitaciones.

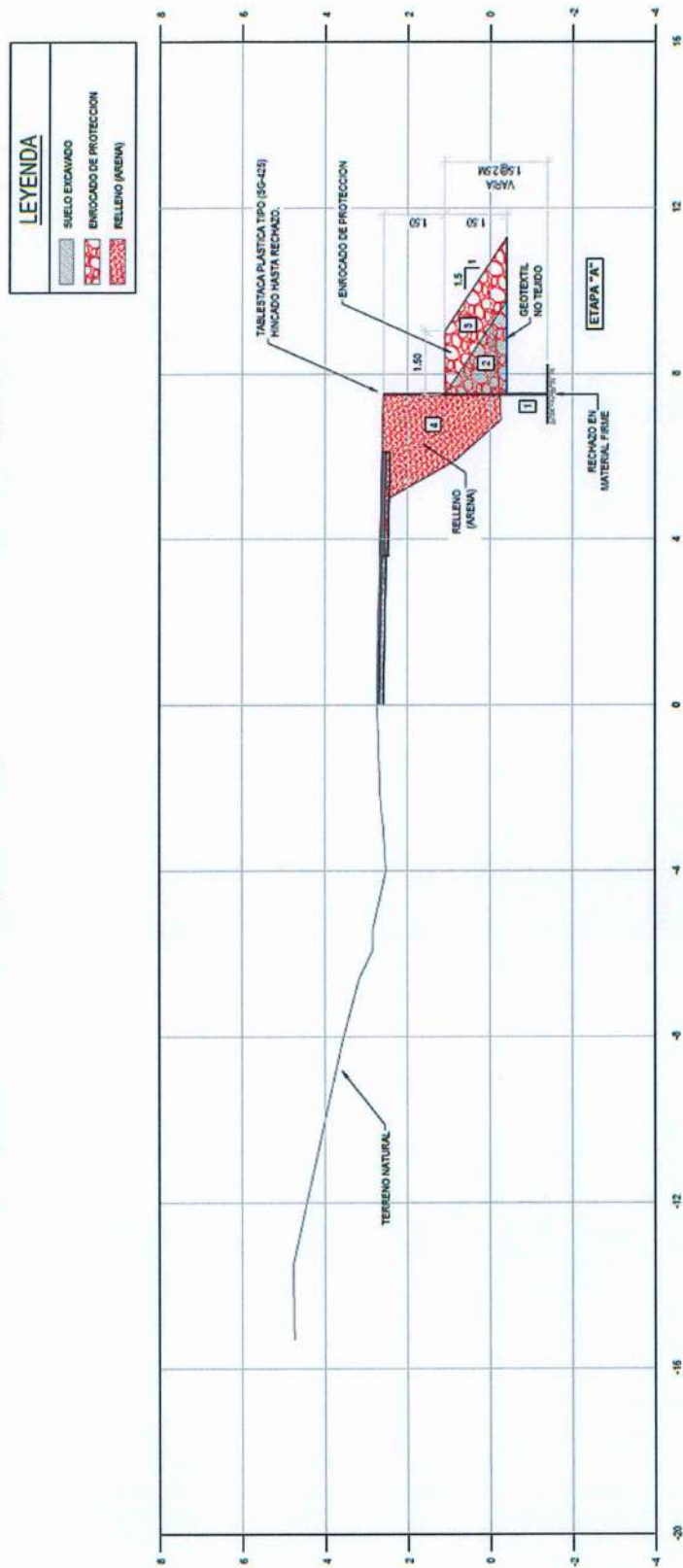
El área entre Boca del Drago y Boquet Bay tiene suelos clase III los cuales son arables, pero con severas limitaciones en la selección de plantas. Son suelos con pendientes de hasta 5%, moderadamente profundos, de mediana a baja fertilidad. A pesar de las restricciones de aptitud en la isla se pueden encontrar cultivos de subsistencia además de la actividad pecuaria (ganado y cabras).

## 9.3. OBRA PROPUESTA

Se propone una solución de tipo tablestaca que en total medirán 1,988.23 metros lineales de construcción, en las líneas de sub-área de playa a un costado de la vía La Feria a Playa Paunch, vía Big Greek a Playa Pauch, y la nueva vía Playa Pauch a Boca de Drago, la ubicación de cada tramo de tablestacado se muestra en la Tabla 3 y en la Ilustración 17. Esta obra será construida con tablestacas y cimientos rocosos con densidad mayor a  $2.65 \text{ gr/cm}^3$  ( $26 \text{ kN/m}^3$ ) y un relleno de arena con densidad mayor a  $1.73 \text{ gr/cm}^3$  ( $17 \text{ kN/m}^3$ ). La tablestaca serán de tipo Placa de PVC y Momento admisible de  $17.96 \text{ KN/m}$ , módulo de sección de  $770 \text{ cm}^3/\text{m}$  y momento de inercia de  $7785 \text{ cm}^4/\text{m}$ .



Ilustración 38. Detalles Típicos Etapa A de Tablestacas Propuestas



SECCION TIPICA: TABLETACA

**ETAPA A: PARA HINCADO QUE PERMITA DESPLANTE**

1. HINCAR TABLESTACA HASTA RECHAZO
2. EXCAVAR SUELO EN LA PARTE DELANTERA DEL TABLESTACA HASTA 1,50m DE PROFUNDIDAD
3. CONFORMAR ENCOCADO
4. CONFORMAR RELLENO DE ARENA EN LA PARTE TRASERA DEL TABLESTACA

EN LOS CASOS QUE EL CONTROL DE EROSIÓN SEA MENOR A 1,50M, DEBE PREVALECEER EL ENROCCADO SOBRE EL TABLESTACA, COMO SIGUE:

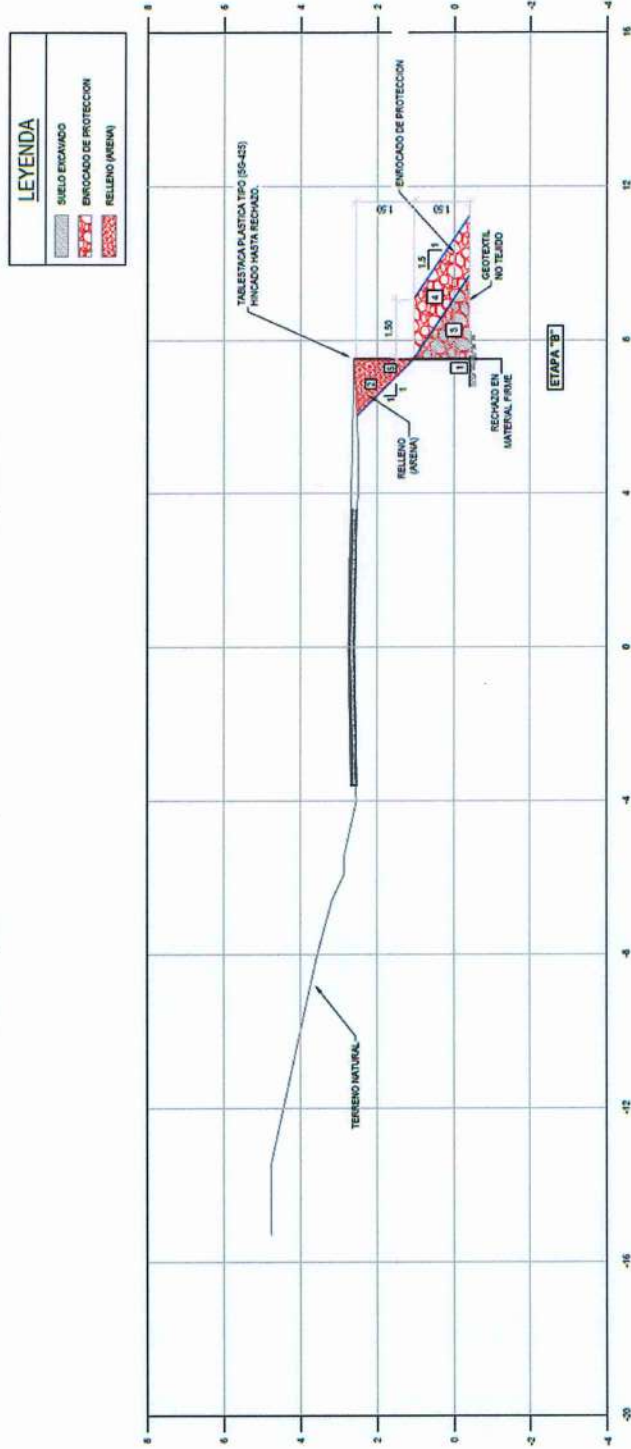
1. EXCAVAR SUELO EN PARTE DELANTERA HASTA 1.50m DE PROFUNDIDAD
2. CONFORMAR ENROCAO
3. COLOCAR RELLENO DE ARENA EN LA PARTE TRASERA DEL TABLETADO

Fuente: Elaboración Propia





## Ilustración 39. Detalles Típicos Etapa B Tablestacas Propuestas



### SECCION TIPICA: TABLESTACA

#### NOTAS:

- 1. LAS ELEVACIONES INDICADAS SON DE REFERENCIA.
- 2. VER PLANOS DE PLANTA PERIF. Y SECCIONES TRANSVERSALES PARA LA SOLUCIÓN ESPECÍFICA.
- 3. ESPECIFICACIONES Y FORMAS DE TABLESTACA DE PVC:
  - MOMENTO PERMISIBLE M 16.56 KN-m
  - MÓDULO DE SECCIÓN 2.785 cm<sup>3</sup>m
  - MOMENTO DE INERCIA 1.7784 cm<sup>4</sup>m
  - PESO POR UNIDAD DE LONGITUD 2.650 N/m
  - PROFUNDIDAD DE SECCIÓN 202mm
  - ANCHO DE SECCIÓN 610mm

### ETAPA B: PARA HINCADO QUE MATERIAL FIRME NO PERMITA EL DESPLANTE

1. HINCAR TABLESTACA HASTA RECHAZO
2. EXCAVAR SUELO EN PARTE TRASERA DEL TABLESTACA, PENDIENTE DE CORTE 1V/1H
3. EXCAVAR SUELO EN PARTE DELANTERA HASTA 1.50m DE PROFUNDIDAD
4. CONFORMAR ENFOCADO
5. COLOCAR RELLENO DE ARENA EN LA PARTE TRASERA DEL TABLESTACA

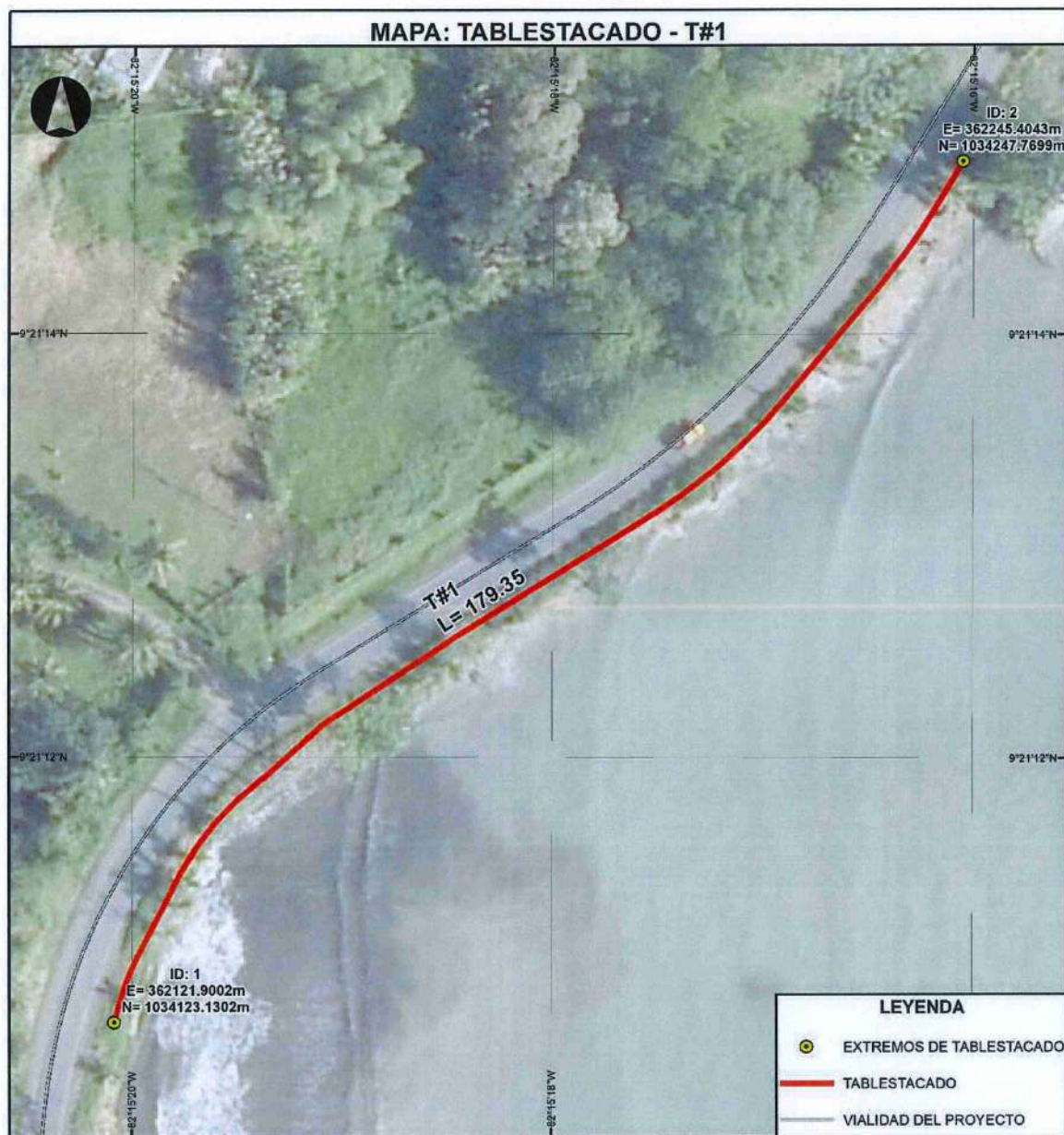
EN LOS CASOS QUE EL CONTROL DE EROSIÓN SEA MENOR A 1.50m, DEBE PREVALEZCA EL ENFOCADO SOBRE EL TABLESTACA, COMO SIGUE:

1. EXCAVAR SUELO EN PARTE DELANTERA HASTA 1.50m DE PROFUNDIDAD
2. CONFORMAR ENFOCADO
3. COLOCAR RELLENO DE ARENA EN LA PARTE TRASERA DEL TABLESTACA

Fuente: Elaboración Propia



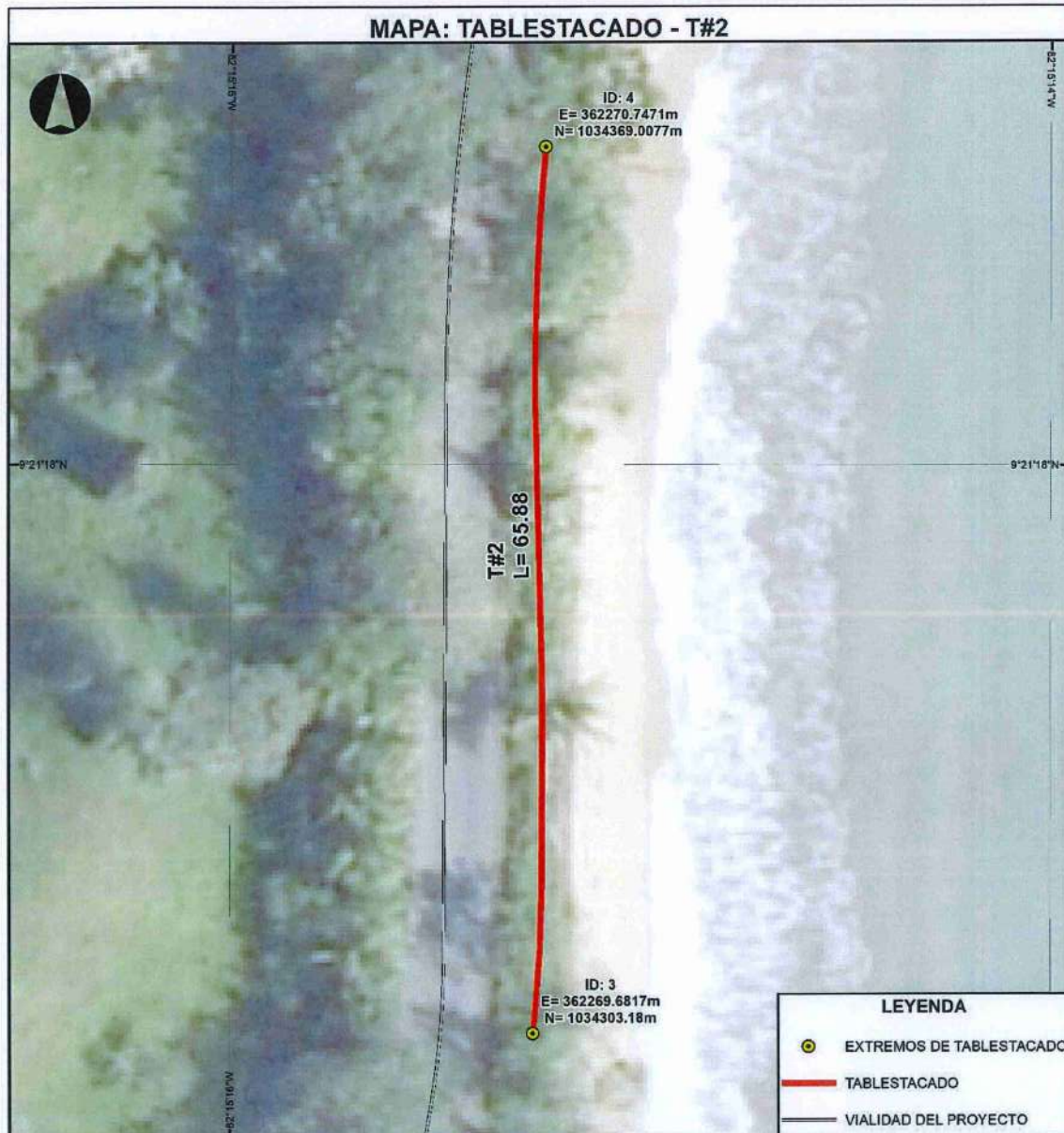
Ilustración 40. Ubicación tablestacado Tramo 01



Fuente: Elaboración Propia



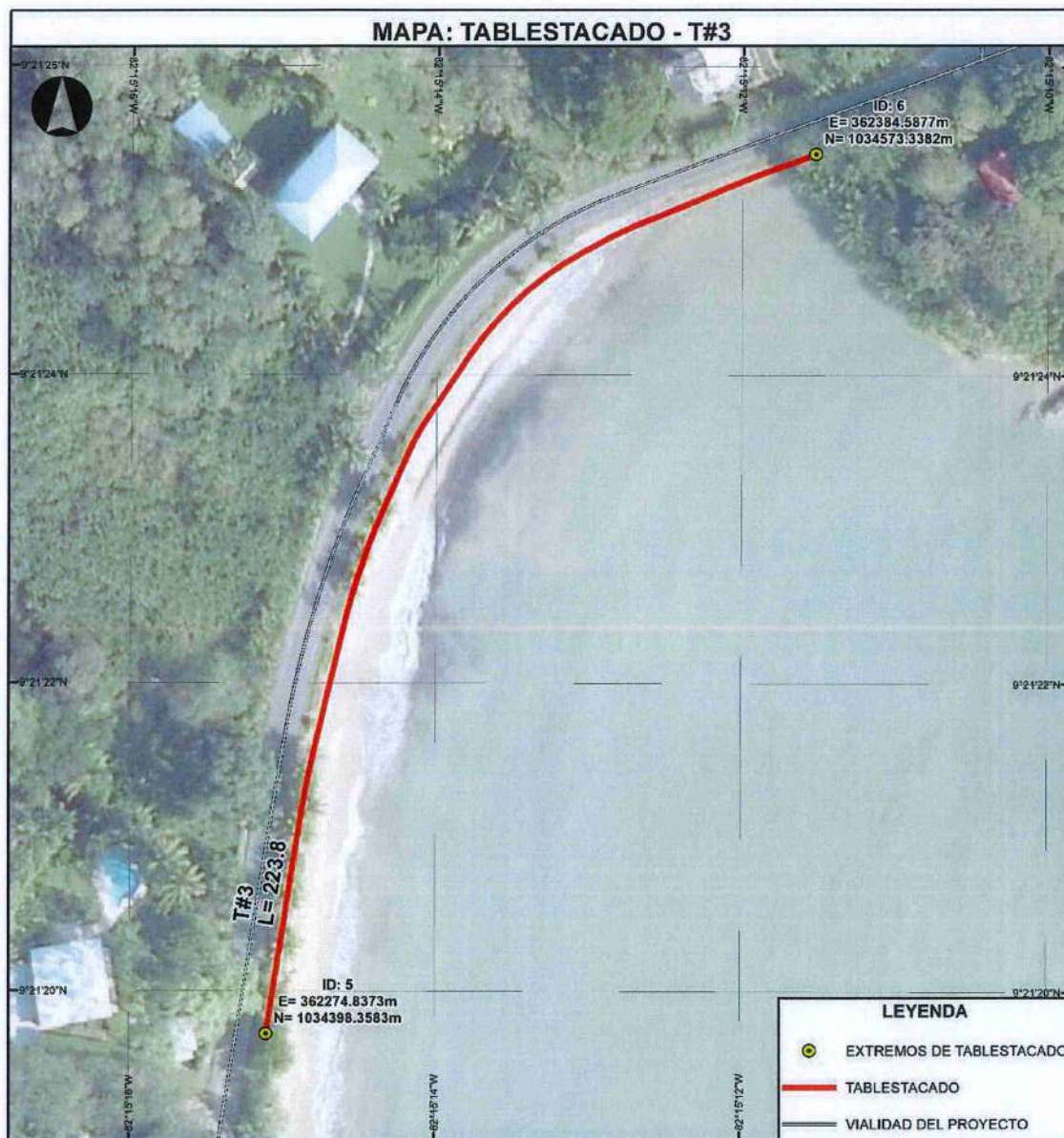
Ilustración 41. Ubicación tablestacado Tramo 02



Fuente: Elaboración Propia



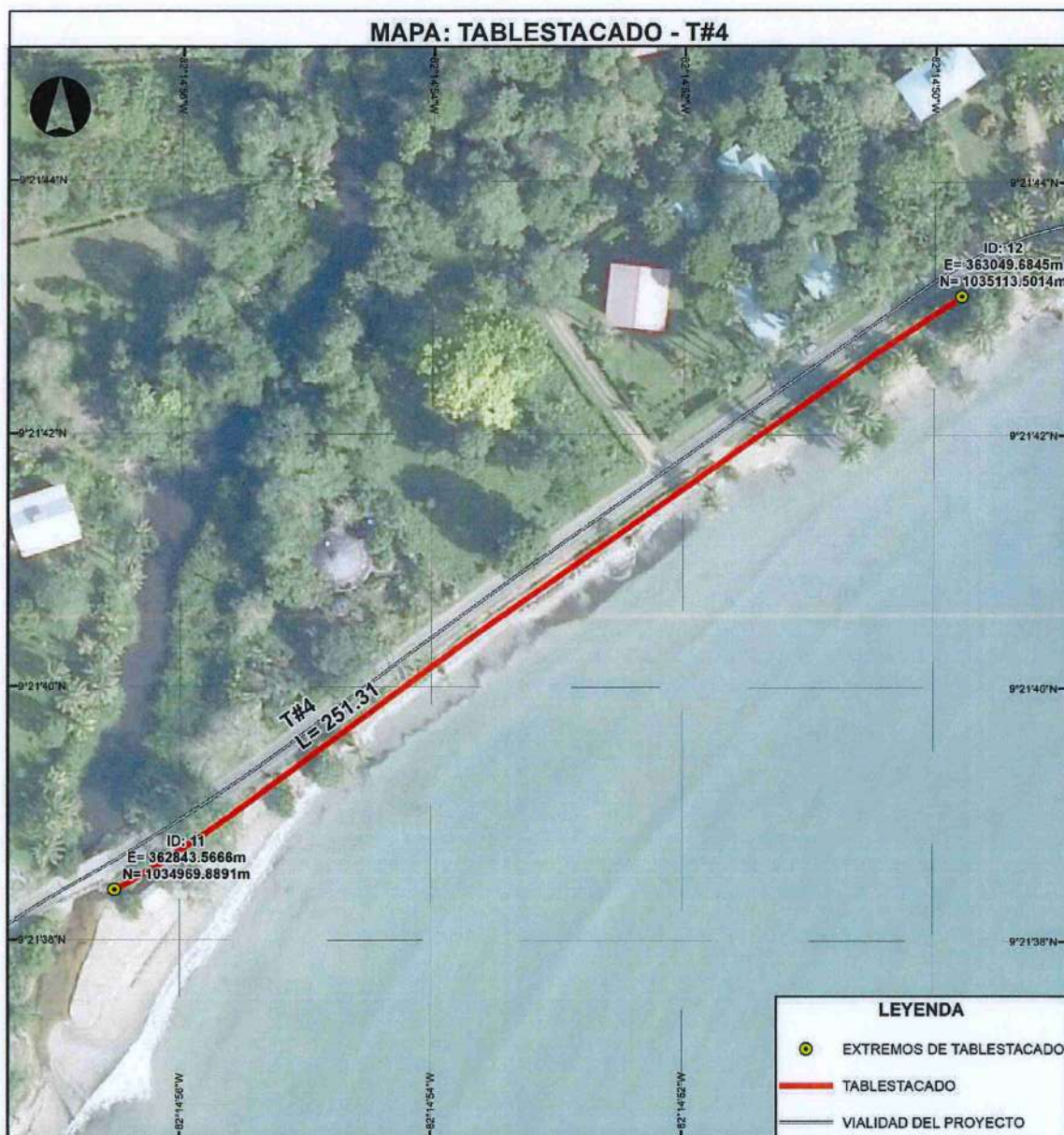
## Ilustración 42. Ubicación tablestacado Tramo 03



Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 43. Ubicación tablestacado Tramo 04



Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 44. Ubicación tablestacado Tramo 05



Fuente: Elaboración Propia



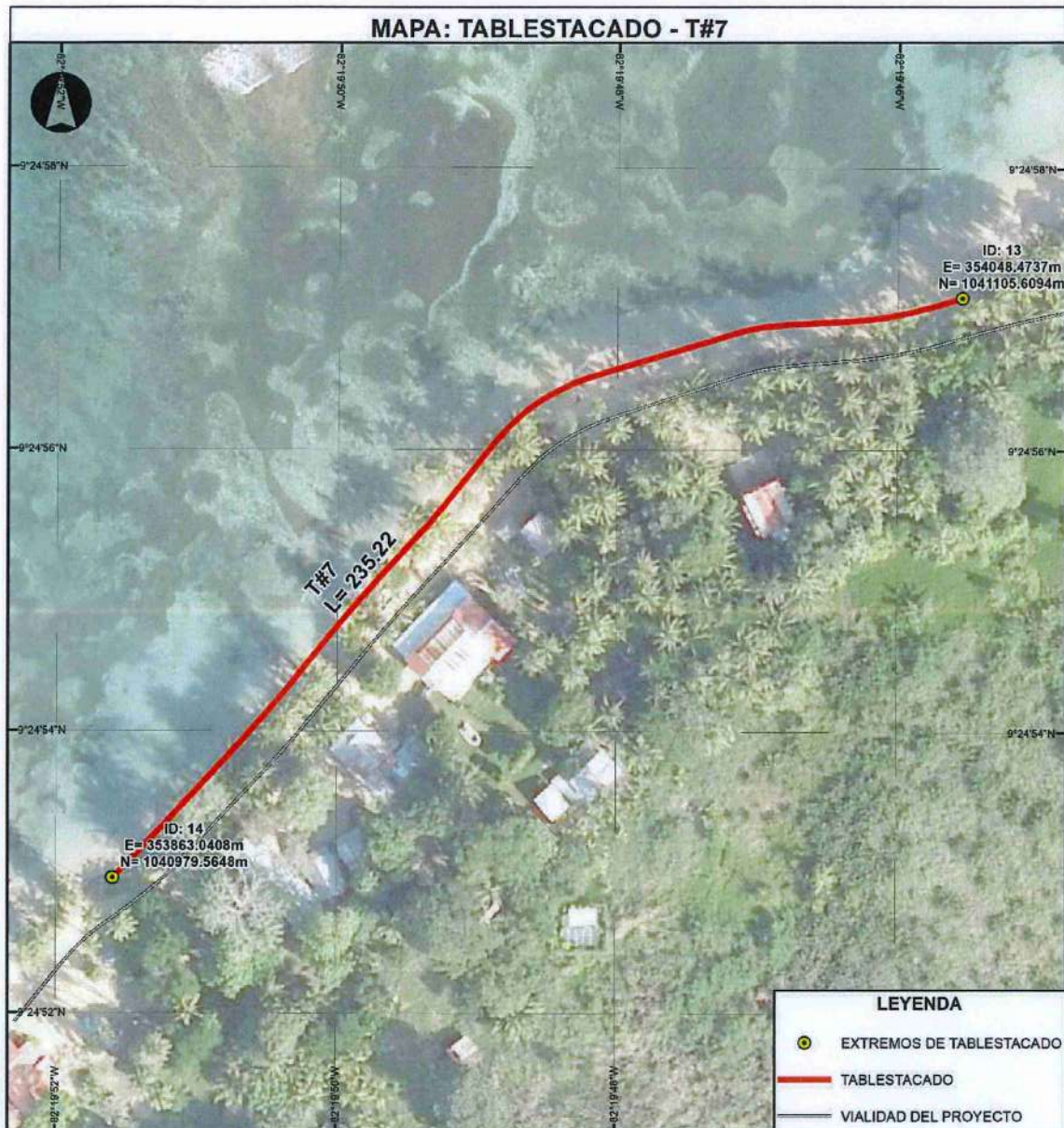
Ilustración 45. Ubicación tablestacado Tramo 06



Fuente: Elaboración Propia



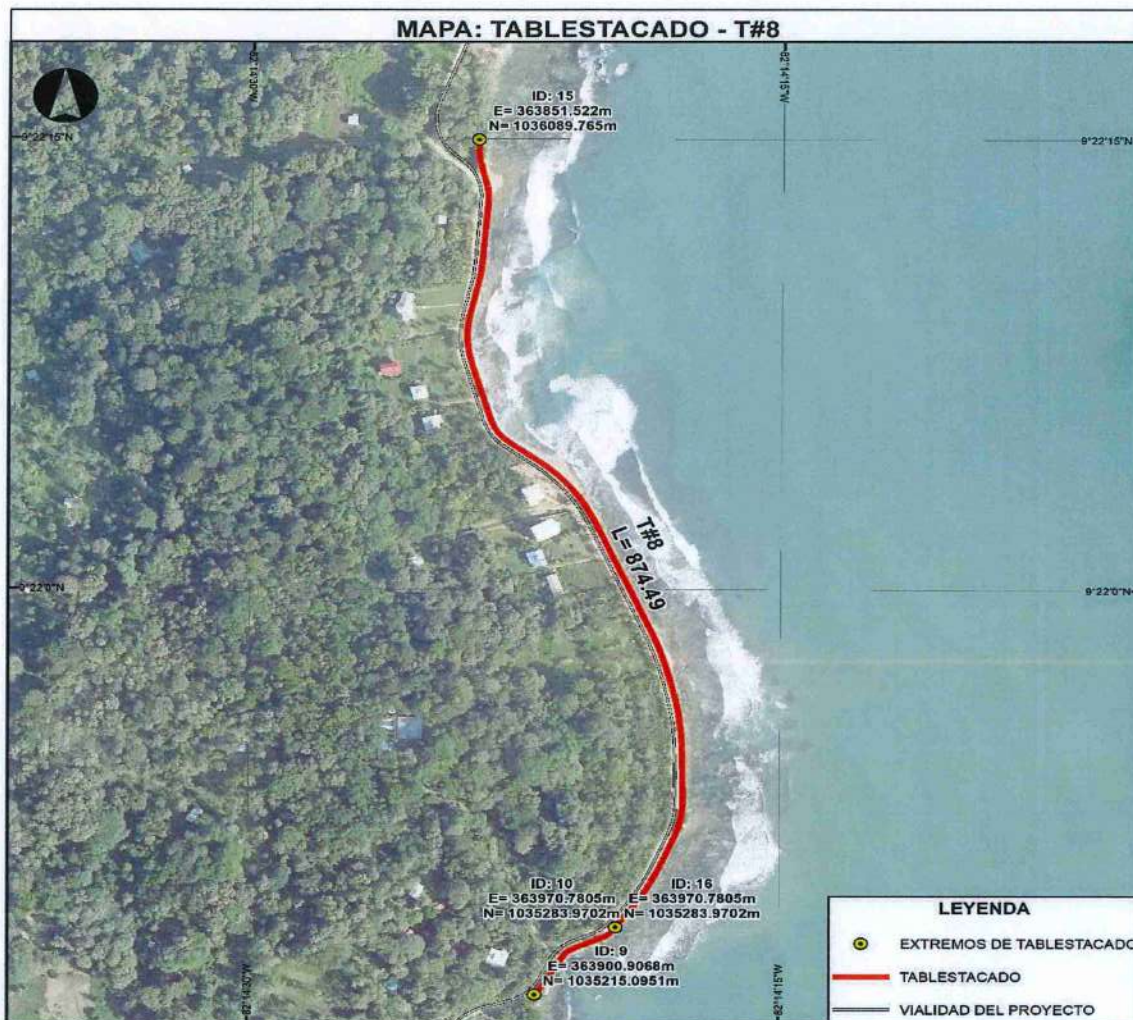
Ilustración 46. Ubicación tablestacado Tramo 07



Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 47. Ubicación tablestacado Tramo 08



Fuente: Elaboración Propia

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Curso de entrenamiento "Observación y análisis de Datos del nivel del Mar".
- [es.surf-forecast.com](http://es.surf-forecast.com)
- [www.windfinder.com](http://www.windfinder.com)
- [disc.gsfc.nasa.gov](http://disc.gsfc.nasa.gov)
- [www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov)
- [www.navionics.com](http://www.navionics.com)