

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARriba, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

089

DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

CAPÍTULO 6

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASÍ, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

090

6. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FISICO

A continuación presentamos la descripción total del ambiente físico en el área proyectada para el desarrollo del Proyecto Lotificación Hidden Beach.

6.1 Formaciones Geológicas Regionales

✓ Metodología

Para cumplir con los objetivos trazados se planteó la siguiente metodología:

A. Fase de Gabinete I

- Recopilación de material bibliográfico local y regional.
- Recopilación de imágenes de sensores remotos.
- Recopilación de mapas topográficos a escala 1:50,000: Sector Madroño Corregimiento de Orias Arriba, Distrito de Pedasí, Provincia de Los Santos.
- Mapa geológico a escala 1:250,000 realizado por el **MICI-DGRM**, (Región de Los Santos. Referencia para Verificación de Información.

B. Fase de Campo

- Reconocimiento geológico y geomorfológico de la **Cuenca del N°126**
- Descripción geológica mediante el “Método de Puntos” (rocas, grado de Meteorización, contactos, estructuras-fallas, fracturas, pliegues-, estructuras sedimentarias), uso de mapas topográficos, Sistema de Posicionamiento Global (**GPS**), brújula de geólogo, toma de fotografías con Cámara digital, toma de muestras.

C. Fase de Gabinete II

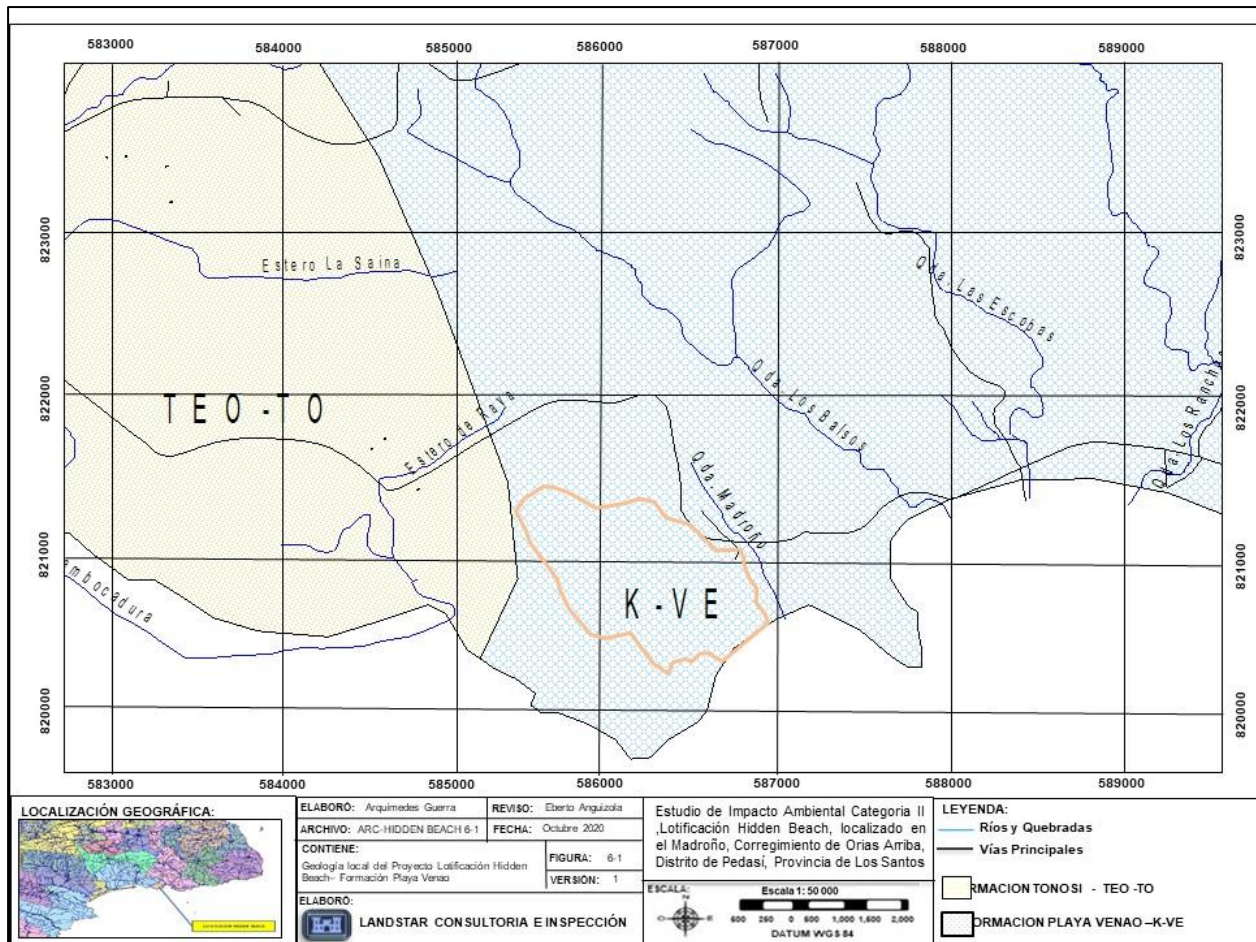
- Interpretación, análisis y evaluación de toda la información.
- Preparación del informe final.
- Elaboración del mapa geológico del área a escala **1:50,000**

El Proyecto **LOTIFICACION HIDDEN BEACH**, se localizan sobre las tierras -bajas del Sector de Madroño, Corregimiento de Orias Arriba, Distrito de Pedasí, Provincia de Los Santos. Para la descripción de la geología del área, se usaron referencias de los siguientes autores: E. Joukowsky (1906), R. A. Terry (1956), D. Del Giudice, G. Recchi (1969), W. O. Woodring, R. H. Stewart, G. Dengo. La Formación del **Grupo Playa Venao** se ubican en el Cretácico Terciario (**Oligoceno-Mioceno**), y se encuentran

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASÍ, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

091

afloramientos en la Península de Azuero en donde se encuentran, en el área del Distrito de Pedasí, extensos afloramientos de caliza con espesores de aproximadamente **30-35 m**. Esta caracterización representa la geología local del área de influencia del Proyecto, con la formación **K-VE**.

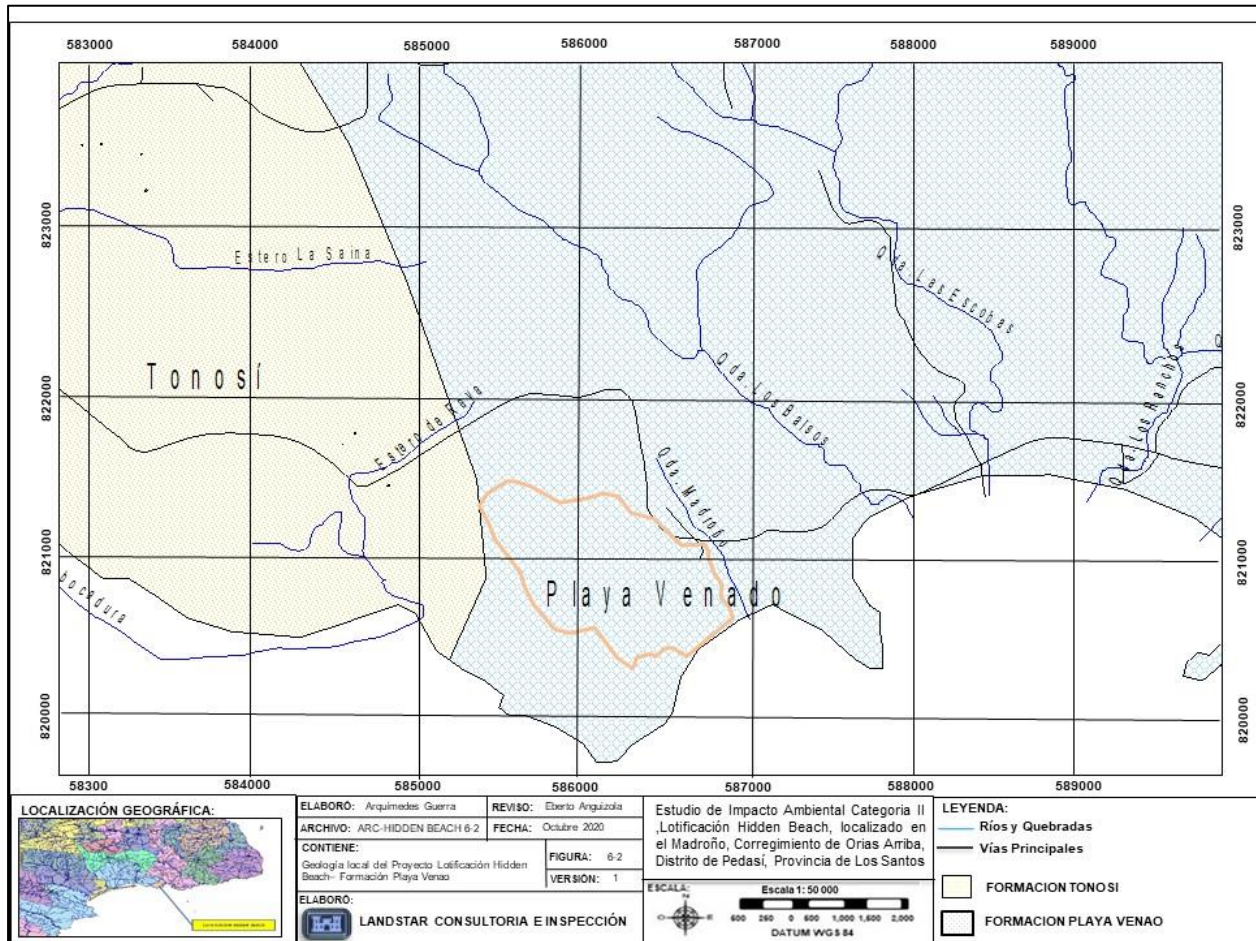


Mapa N°6-1: Unidades Geológicas Regionales Escala 1:50 000.LANDASTAR 2020

6.1.2 Unidades Geológicas Locales

Esta caracterización representa la geología local del área de influencia del Proyecto, con la formación **K-VE**. La Formación del Grupo Playa Venao se encuentra en esta área de la Península de Azuero, hay extensos afloramientos de caliza con espesores de aproximadamente **30--25 m**.

Las rocas de Cretácico Superior del Grupo Playa Venado las mismas se componen de volcanitas básicas y rocas ultrabásicas compactas y masivas, lo cual le atribuye valores muy bajos de permeabilidad primaria.



Mapa N°6-2: Unidades Geológicas Locales Escala 1:50 000.LANDASTAR 2020

6.2 Geomorfología: No Aplica para Estudios de Impacto Ambiental Categoría II

6.3 Caracterización de uso de Suelo

Para la realización del presente levantamiento (Proyecto Lotificación Hidden Beach), se hizo una evaluación de la información pedológica y cartográfica, se clasificaron taxonómicamente los perfiles modales a nivel de serie para proceder luego a su identificación y comprobación en el campo. En adición a la evaluación de capacidad de los suelos en el área que se realizó este estudio.

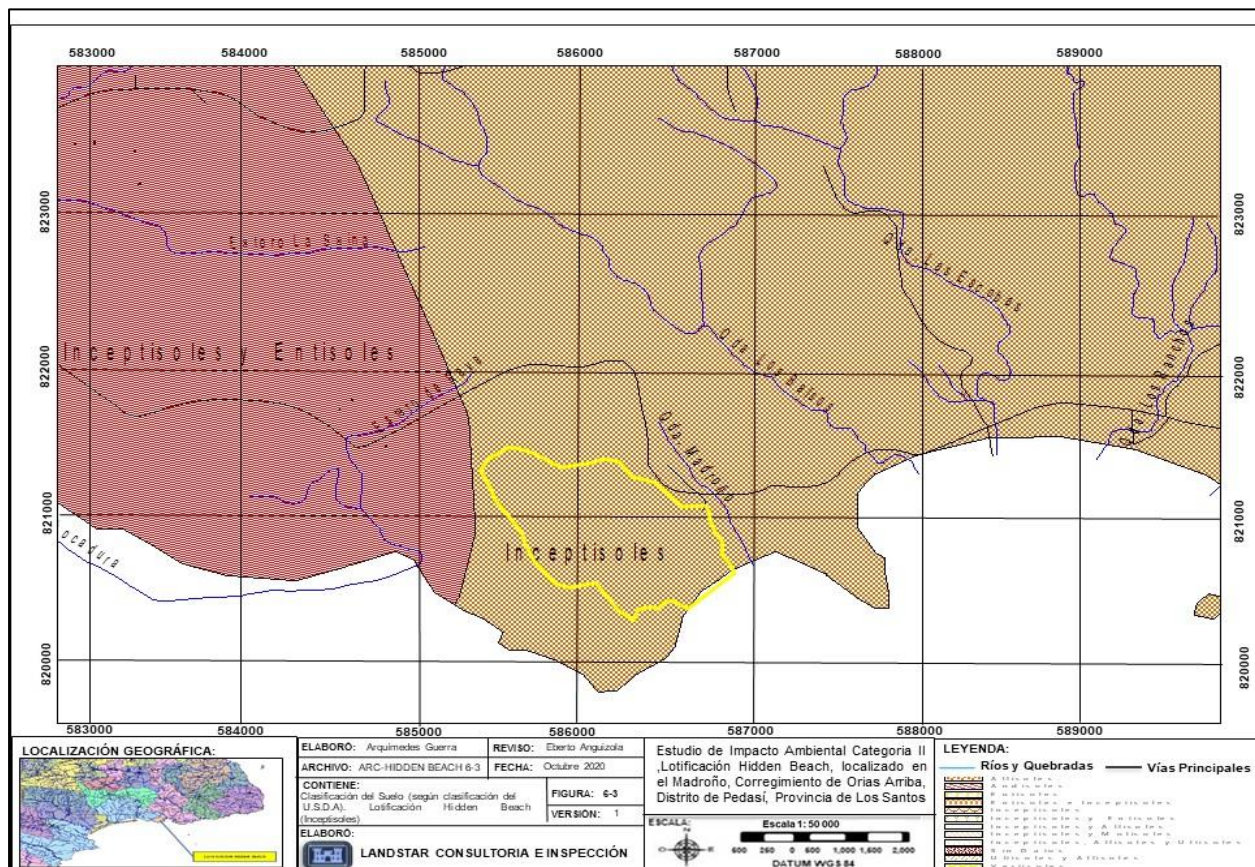
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

093

Taxonómicamente, se clasifican en el Orden Inceptisoles, (según clasificación del U.S.D.A) Los Suelos Inceptisoles tienen una saturación de base mayor de 35° y los horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de translocación de películas de arcilla (clay skins). Dentro de este orden se ha diferenciado un solo suborden: Udalf.



Foto N°6-1 Suelos encontrados en el área del Proyecto



Mapa N°6-3: Clasificación de los Suelos en el Área de Influencia del Proyecto. Escala 1:50 000.LANDASTAR 2020

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARriba, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

094

6.3.1 Descripción del uso del suelo

El sitio del proyecto no cuenta con uso de suelo definido, sin embargo, los primeros dueños empleaban los terrenos para uso ganadero de subsistencia; posteriormente con la compra de los actuales dueños, se elaboraron Estudios de Impacto Ambiental, para el desarrollo de un proyecto Lotificación Hidden Beach. Se Solicito al MIVIOT la Zonificación **Residencial de Mediana Densidad y Comercial C-2.**

6.3.2 Deslinde de la Propiedad

Límites del Proyecto

- ✓ **Norte:** Carretera Nacional Belisario Porras (Pedasí-Los Asientos -Caña-Tonosi)
- ✓ **Sur:** Océano Pacifico – Finca Folio 30192868 Propiedad William Scott Miller Young -Finca folio 30287511 Propiedad de Avalon de Azuero Inc. Finca Folio 30177340 Propiedad William Scott Miller
- ✓ **Este:** Servidumbre Quebrada Madroño
- ✓ **Oeste:** Finca Folio 30192860 Propiedad de William Scott Miller Young, Finca Folio 30192844 Propiedad de William Scott Miller Young, Finca Folio 20180 Propiedad de Avalon de Azuero Inc Propiedad William Scott Miller Young -Finca folio 30287511

6.3.3 Capacidad de uso y Aptitud

Pendiente.....	SI
Erosión sufrida	SI
Profundidad efectiva.....	NO
Textura.....	SI
Pedregosidad.....	NO
Fertilidad.....	SI
Salinidad/Toxicidad.....	SI
Drenaje.....	SI
Inundabilidad o Anegamiento	NO
Zona de vida	SI
Periodo seco	SI
Viento.....	SI

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

095

En adición a la evaluación de capacidad de los suelos en el área donde se realizó el levantamiento para este Estudio de Impacto Ambiental Categoría II, el mismo presenta moderadas a altas tasas de infiltración y alto potencial de escorrentía, erosión y socavación de los taludes en las propiedades colindantes con el mismo.

EI PROGRAMA DE CATASTRO DE TIERRAS Y AGUAS DE PANAMA (CATAPAN),

Se realizó la clasificación de los suelos en la República de Panamá, incluyendo el área objeto de este estudio. En esta clasificación se agruparon los suelos en Clases Agrológicas o de Capacidad de Uso de acuerdo con las normas del Manual 210 de la Metodología del Departamento De Agricultura de los Estados Unidos (USDA). **En base a la utilización de esta clasificación donde se realizó es estudio, se encuentran suelos de Clase VII**

✓ Agrología y Tipo de Suelos

Clase I

Los suelos de esta clase tienen pocas limitaciones que restringen su uso, son apropiados para una amplia variedad de plantas y pueden ser usados en una forma segura para cultivos, pastos y bosques. Son tierras casi planas, con escaso peligro de erosión. Los suelos son profundos, con buen drenaje externo e interno y fácil de trabajar. Retienen bien el agua, poseen un buen contenido de nutrientes o responden bien a los fertilizantes. El clima local debe ser favorable para sembrar muchos de los cultivos comunes. Cuando el clima es árido, se pueden colocar en Clase I las tierras bajo riego que presentan escasas limitaciones para su uso.

Clase II

Las tierras de la Clase II tienen algunas limitaciones que reducen la escogencia de cultivos o requieren prácticas moderadas de conservación. Bajo cultivo requieren un cuidadoso manejo del suelo, incluyendo prácticas de conservación para evitar su deterioro. Las limitaciones son pocas y las prácticas son fáciles de aplicar. Pueden utilizarse para cultivos, pastos y explotación forestal. Las limitaciones de los suelos de

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARriba, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

096

la Clase II pueden incluir por separado o en combinación, los efectos de: (1) pendientes suaves, (2) susceptibilidad moderada a la erosión, (3) profundidad del suelo inferior a la ideal, (4) estructura y trabajabilidad del suelo algo desfavorable, (5) presencia de salinidad o alcalinidad fácilmente corregible, (6) daños ocasionales por inundación, (7) exceso de humedad que persiste como una limitación moderada, aun cuando se corrige por medio de drenaje, y (8) ligeras limitaciones climáticas.

Clase III

Las tierras de la Clase III tienen severas limitaciones que reducen la escogencia de cultivos y y/o requieren prácticas especiales de conservación. Pueden ser usadas para cultivos, pastos y bosques.

Las limitaciones de la Clase III restringen el período de siembra, las operaciones, de labranza y cosecha, la selección de cultivos o combinaciones de estas realidades. Dichas limitaciones pueden resultar de los efectos de uno o más de los siguientes factores: (1) pendientes moderadamente fuertes, (2) alta susceptibilidad a la erosión, (3) inundaciones frecuentes acompañadas de daños a los cultivos, (4) permeabilidad muy lenta del subsuelo, (5) después de drenados mantienen cierto exceso de humedad, (6) poca profundidad del suelo, (7) baja capacidad de retención del agua, (8) baja fertilidad corregible con moderada dificultad, (9) moderada salinidad o alcalinidad, y (10) limitaciones climáticas moderadas.

Clase IV

Las tierras de la Clase IV tienen muy severas limitaciones que restringen la escogencia de los cultivos o que obligan a un manejo muy cuidadoso. Pueden ser usadas para cultivos en forma limitada, pastos y bosques. Las tierras de esta clase pueden ser apropiadas solamente para dos o tres cultivos. A largo plazo la cosecha producida puede ser baja en relación con los gastos efectuados. El uso para cultivos es limitado como resultado de los efectos de una o más características permanentes, tales como: (1) pendientes fuertes, (2) severa susceptibilidad a la erosión, (3) efectos severos de erosión anterior, (4) suelos poco profundos, (5) baja capacidad de retención de

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

097

humedad, (6) frecuentes inundaciones acompañadas por daños severos a los cultivos (7) excesiva humedad con riesgos continuos de sobresaturación aún después de drenados, (8) severa salinidad o alcalinidad, (9) baja fertilidad muy difícil de corregir, o clima moderadamente adverso.

Muchas tierras sobre pendientes fuertes, incluidas en la Clase IV son apropiadas para cultivos ocasionales y especiales. Algunas tierras planas, con suelos pobremente drenados se ubican en Clase IV porque son poco apropiadas para cultivos por el tiempo que tardan en secarse.

Clase V

Las tierras de Clase V tienen poco o ningún peligro de erosión, pero tienen otras limitaciones difíciles de corregir, que las hacen apropiadas solamente para la siembra de pastos y explotación de pastizales naturales y bosques. Los suelos de la Clase V tienen limitaciones que restringen las especies de plantas que pueden ser sembradas e impiden las operaciones de labranza que comúnmente requieren los cultivos. Son tierras planas, pero pueden ser excesivamente húmedas, frecuentemente inundadas por ríos, pedregosas, afectadas por limitaciones climáticas o combinaciones de las limitaciones indicadas. Ejemplos de tierras de Clase V son: (1) tierras bajas sujetas a inundaciones frecuentes que impiden la producción normal de cultivos, (2) tierras planas con condiciones climáticas que impiden la producción de cultivos, (3) tierras planas pedregosas o rocosas y (4) áreas bajas encharcadas, donde el drenaje requerido por los cultivos no es posible, pero donde los suelos son aptos para pastos o árboles. Debido a esta limitación, las siembras de los cultivos comunes no son factibles, pero los pastos pueden ser mejorados y pueden esperarse beneficios con un manejo apropiado.

Clase VI

Las tierras de Clase VI tienen severas limitaciones que las hacen inapropiadas para cultivos. Son aptas para pastos, explotación de bosques y pastizales naturales. Las condiciones de las tierras de Clase VI son tales que es conveniente aplicar prácticas de

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

098

manejo y mejoramiento de los pastos naturales y sembrados. Las tierras de esta clase tienen limitaciones permanentes que no pueden ser corregidas, tales como: (1) pendientes fuertes, (2) peligro de erosión severa, (3) efectos de erosiones pasadas, (4) pedregosidad, (5) suelos muy superficiales, (6) humedad excesiva o inundaciones, (7) capacidad de retención de humedad baja, (8) salinidad o alcalinidad y (9) clima severo.

Algunas tierras de Clase VI pueden utilizarse para cultivos si se efectúa un manejo intensivo fuera de lo común. También pueden ser aptas para cultivos en condiciones especiales, tales como frutales con césped y café bajo sombra. Dependiendo de las características del suelo y del clima pueden ser apropiados o no para uso forestal.

Clase VII ***Clasificación para este Estudio Lotificación Hidden Beach**

Las tierras de Clase VII tienen muy severas limitaciones que las hacen aptas solamente para la explotación de pastizales naturales y bosques. Las limitaciones de la Clase VII son tan severas que no resulta práctico aplicar mejoramientos de pastizales o sembrar pastos mejorados. Las limitaciones son más severas que las de la Clase VI debido a una o más condiciones no corregibles, tales como: (1) pendientes muy fuertes, (2) erosión, (3) suelos poco profundos, (4) pedregosidad, (5) suelo excesivamente húmedo, (6) salinidad o alcalinidad y (7) clima desfavorable.

La vocación forestal de esta clase depende de las condiciones climáticas que permitan el desarrollo de árboles maderables. Algunas áreas de la Clase VII pueden requerir labores de reforestación para proteger al suelo y para prevenir daños a las áreas vecinas.

Clase VIII

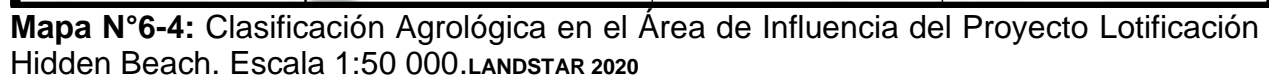
Las tierras de Clase VIII tienen limitaciones que impiden su uso para la producción comercial de plantas con fines agropecuarios y forestales, y restringen su uso para recreación, vida silvestre, para suplir agua y para propósitos estéticos.

Las limitaciones pueden ser consecuencia de uno o más de los siguientes factores: (1) erosión o peligro de ella, (2) clima severo, (3) suelo muy húmedo, (4) pedregosidad, (5)

baja capacidad de retención de humedad y (6) salinidad o alcalinidad. Se incluyen en la Clase VIII los afloramientos de roca, playas de arena, desechos de minas, tierras de cárcavas y tierras áridas desprovistas de vegetación. Puede ser necesario proteger a estas tierras para conservar suelos más valiosos de áreas cercanas, controlar el agua, preservar la flora y fauna, o por razones estéticas. Ciertas tierras agrupadas en las Clases V, VI, VII y VIII pueden hacerse aptas para cultivos por medio de movimientos de tierra u otros sistemas de recuperación muy costosos. A continuación presentamos el cuadro N°6-1.

Tipos de Usos	Clase
Con ligeras o ningunas restricciones	I
Con moderadas restricciones	II
Con severas restricciones	III
Apropiadas para cultivos en forma ocasional o limitada	IV
Apropiadas para la explotación de vegetación permanente sin peligro de erosión	V
Apropiadas para la explotación de vegetación permanente con peligro de erosión	VI
Apropiadas para la explotación de vegetación permanente con peligro de erosión y severas restricciones	VII
Inadecuadas para la explotación de cultivos y vegetación permanente	VIII

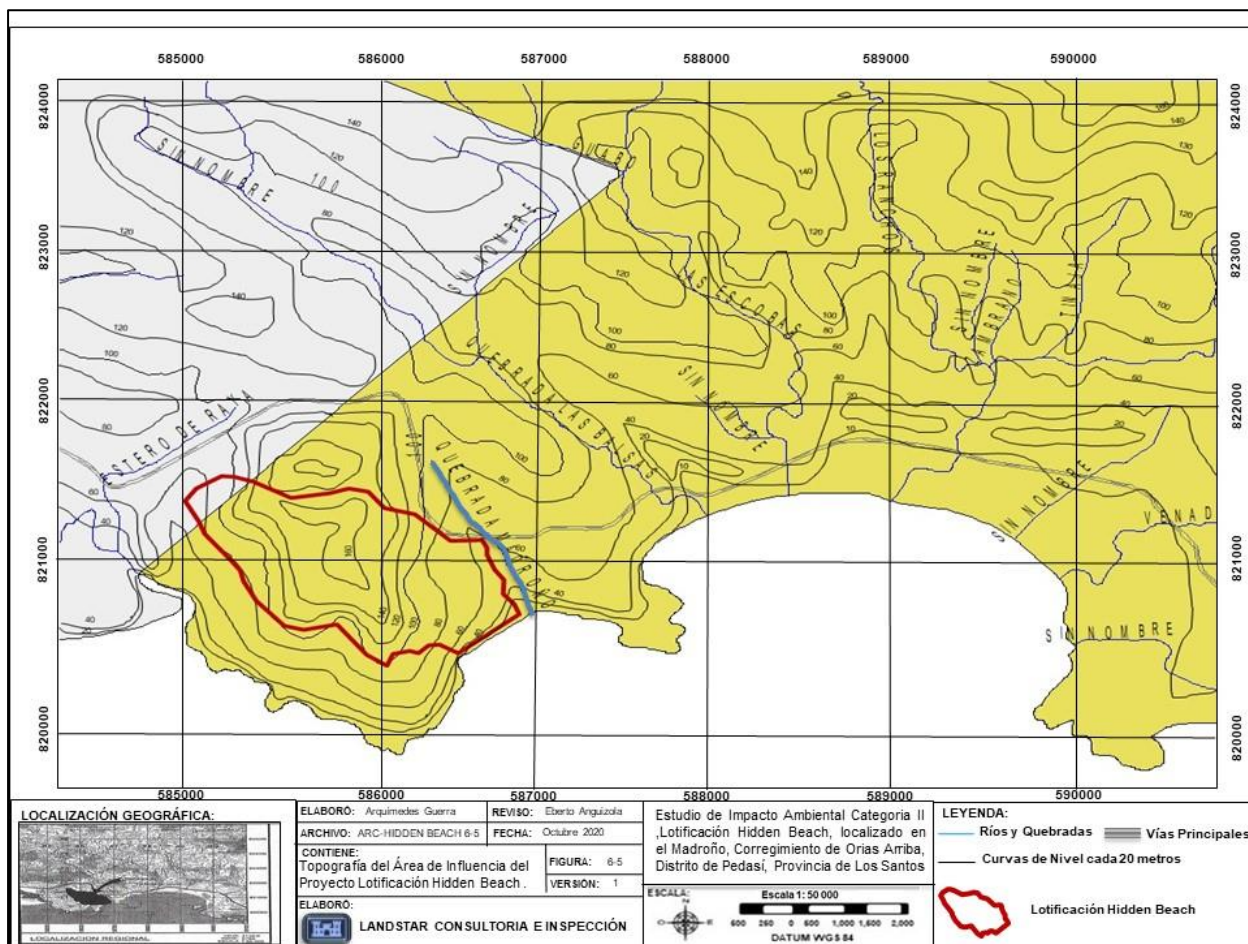
Cuadro N°6-1: Clasificación de Tipo de Suelos Según su Uso. Clasificación del Proyecto Lotificación Hidden Beach.



La topografía del área de influencia presenta unas pendientes que oscilan entre los **30%-35%** en la parte Este, y de **50% a 60%** en el área Norte del polígono. Sin embargo, los valores en el lado Sur solamente oscilan entre hasta un **15% - 20%**, lo que facilitara el movimiento de tierra en cuanto a corte y relleno . Las Cotas dentro del proyecto oscilan entre (Punto más Alto)**160.00** metros sobre el Nivel del Mar – (Punto más Bajo de la propiedad) **5.00** metros sobre el Nivel del Mar.

6.4.1 Mapa Topográfico o plano, Según Área a Desarrollar Escala 1:50 000

A continuación presentamos el Mapa Topográfico a escala 1: 50 000, elaborado con data (Shape) del Instituto Nacional Tommy Guardia - ANATI) 2020



Mapa N°6-5: Topográfico Escala 1:50 000. Elaborado por Landstar Consultoría & Inspección 2020.



Foto N°6-1 : Topografía del área donde se realizará el Proyecto Lotificación Hidden Beach

6.5. Clima

Panamá está ubicada en la zona intertropical próxima al Ecuador. Es una franja angosta orientada de Este a Oeste y bañada sus costas por los océanos Atlántico y Pacífico. Uno de los aspectos básicos en la definición del clima es la orografía del lugar, ya que el relieve no sólo afecta el régimen térmico, produciendo disminución de la temperatura del aire con la altura, sino que afecta la circulación atmosférica de la región y modifica el régimen pluviométrico general.

El rasgo climatológico central de la región de Panamá es la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Este rasgo tiene su influencia en la **Cuenca N°126 y la Subcuenca de la Quebrada Madroño**, cuando alcanza el mayor desplazamiento septentrional, entre **8° - 10° N** de Julio a septiembre donde las quebradas y ríos reciben más lluvia con la mayor descarga fluvial en octubre---noviembre. Cuando esta Zona se encuentra en su posición Sur (Sur de Colombia hasta Perú), impera la estación seca (diciembre hasta abril), en el área descrita en este estudio. En su traslado hacia el Norte, la ZCI llega a Panamá a finales de abril o principio de mayo. A su posición Norte (sobre México) corresponde el receso de julio y agosto. A los meses de septiembre a noviembre le corresponde la época más lluviosa del año mencionada anteriormente y es cuando la ZCI se traslada hacia el Sur del sistema.

En los años hidrológicos mayormente, esta zona (ZCI) se desplaza meridionalmente, activando los vientos alisios del **NE** proveniente del pacifico los cuales soplan a través del istmo de Panamá, siendo predominantes desde diciembre hasta mayo. Durante esta estación la descarga fluvial se reduce a la mitad. Sin embargo, la presencia de fuertes vientos predomina durante estos meses

6.5.0.1 Clasificación Climática

El reconocimiento de las condiciones climáticas en el área del proyecto Lotificación Hidden Beach, localizado en el sector de Madroño, en el Corregimiento de Orias Arriba-Distrito de Pedasí es primordial para la interpretación general de las condiciones ambientales del área y su influencia durante el desarrollo de este.

Para la clasificación climática en esta región de Los Santos, utilizamos dos criterios de Clasificación, debido al Cambio Climático que estamos enfrentando en esta década. Los Criterios utilizados fueron los de **KOPPEN y MACKAY**.

6.5.0. 1.a. Clasificación Climática según Köppen. De acuerdo con el sistema de Clasificación de Köppen, el clima predominante para el sector de Madroño, Corregimiento de Orias Arriba-Distrito de Pedasí en el es Tropical de Sabana, el cual se describe a continuación:

Clima Tropical de Sabana (Aw), se caracteriza por una estación seca que se extiende desde diciembre-mayo y una estación lluviosa de Junio a Noviembre y precipitaciones anuales menores a **2,500 mm**. La temperatura media del mes más fresco a **18 °C** con poca variación de temperatura a lo largo del año, siendo la diferencia entre la temperatura media del mes de más cálido y el mes de más fresco inferior a los **5° C**.

6.5.0.1.b Clasificación climática según A. McKay (2000)

El geógrafo historiador Dr. Alberto McKay (q.e.p.d), después de una serie de extensas investigaciones de todas las tipologías climáticas propuestas para Panamá desde **1920**, logró identificar que existían serias inconsistencias en los diferentes tipos de climas asignados al país, y logró una adaptación corregida con las condiciones ambientales reales de Panamá.

El resultado de estas investigaciones fue una nueva clasificación de los climas de Panamá, en el año 2000, quedando compuesta por siete tipos de clima, a saber:

- ✓ Clima Tropical de Montaña baja
- ✓ Clima Subecuatorial con estación seca
- ✓ Clima Tropical Oceánico
- ✓ Clima Tropical Oceánico con estación seca corta
- ✓ Clima Tropical con estación seca prolongada
- ✓ Clima Oceánico de Montaña Baja
- ✓ Clima Tropicales de Montaña Media y Alta

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

Según la clasificación de McKay (2000), el área de Influencia del proyecto Lotificación Hidden Beach, se ubica en la categoría de “**Clima Tropical oceánico con estación seca prolongada**”, como se puede observar en el Anexo Mapas. Este tipo de clima es cálido, con temperaturas medias de **27°C** a **28°C**. Los totales pluviométricos anuales, siempre inferiores a **2,500 mm**, son los más bajos de todo el país.

6.5.0.1.c. Cambio Climático

La importancia del cambio climático tanto para el mundo como para la región estudiada en la Provincia de Los Santos varía según los diferentes escenarios, en parte debido a las diferencias en las pautas de precipitación previstas (y especialmente su intensidad), y en parte debido a las diferencias en la evaporación proyectada.

Presentación de Escenarios Climáticos en este estudio, con el fin de comprobar la variación de las temperaturas y precipitaciones en el área de influencia del proyecto LOTIFICACION HIDDEN BEACH.

En las evaluaciones para realizar este Estudio de Impacto Ambiental en el área del Proyecto, se han empleado tres tipos distintos de escenarios climáticos: escenarios incrementales, escenarios analógicos, y escenarios del clima basados en modelos. Los escenarios incrementales son simples ajustes del clima de referencia con arreglo a cambios futuros previstos que pueda ofrecer una asistencia valiosa para ensayar la sensibilidad del sistema al clima. La representación analógica de un clima que ha cambiado a partir de registros anteriores o de otras regiones. Usaremos este último como herramienta científica para modelar y representar gráficamente el cambio climático dentro del área de influencia del proyecto. Se ha utilizado este concepto de cambio climático para los parámetros de **Temperatura y Precipitación solamente.**

6.5.1 Temperaturas

Para este estudio se ha utilizado un criterio científico para determinar cualquier anomalía climática en la Subcuenca de la Quebrada Madroño. La temperatura es un factor importante para este análisis.

Se han utilizado las siguientes estaciones para el cálculo de temperaturas: La estación Valle Rico, ubicada dentro de la cuenca **N°126 (Valle Rico 126-010)**, con coordenadas geográficas **Lat. 7° 37'23" y Long 80° 21'11"**, con una elevación de **173 msnm**, y la estación **(Tonosi2 124-004)** (Cuenca Vecina), con coordenadas geográficas **Lat. 7° 24'00" y Long 80° 27'00"** con una elevación de **12 m nmm**. Estas estaciones registran parámetros climatológicos tales como temperatura y Precipitación, etc.

En el área del estudio hay muy poca variación de la temperatura media mensual a lo largo del año. La media anual es **26.1 grados** centígrados y la diferencia promedio de temperatura entre el mes más caliente y el más frío está en el orden de los dos grados. La variación durante el día es más pronunciada.

En la **Gráfica N°6-1** se presenta la posible variación de la temperatura en un periodo recurrente de **47 años**.

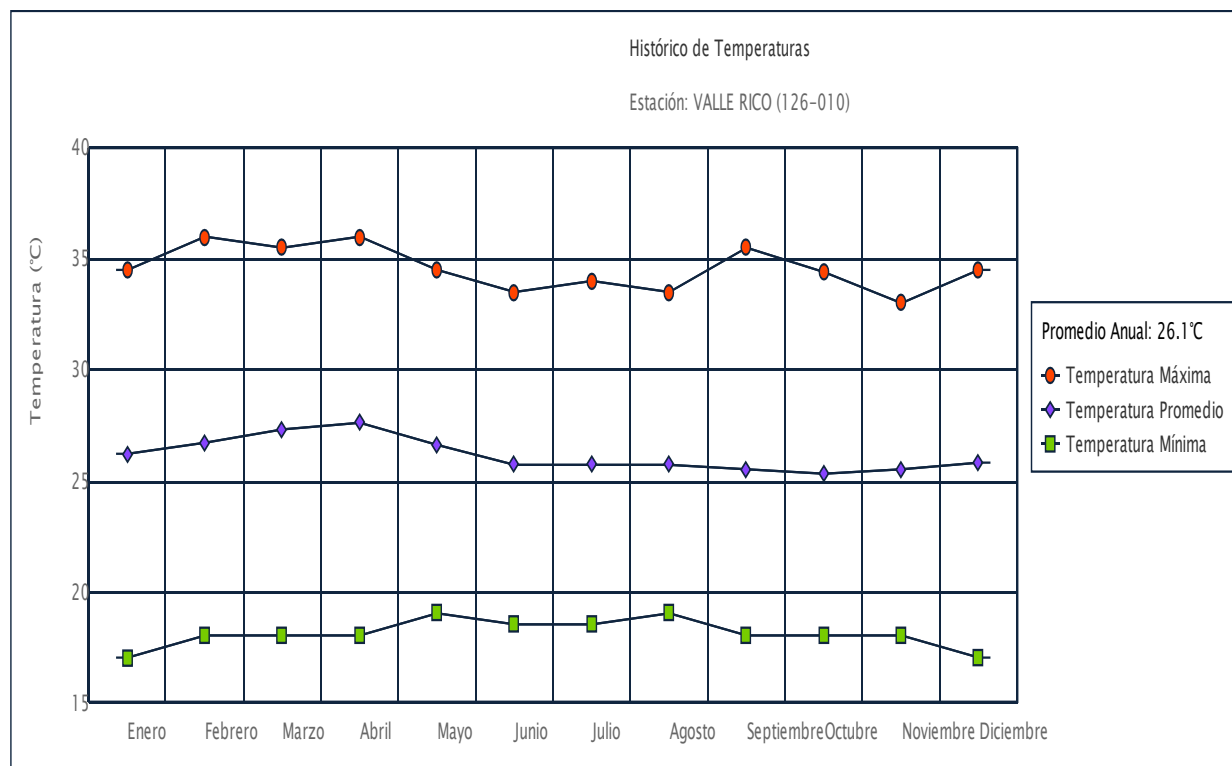


Gráfico N°6-1: Temperaturas Máximas, Mínimas y Promedio de la Estación 126-010- (1972-2019). Información ETESA-2020

El promedio anual de esta estación es de **27.9 C°**.

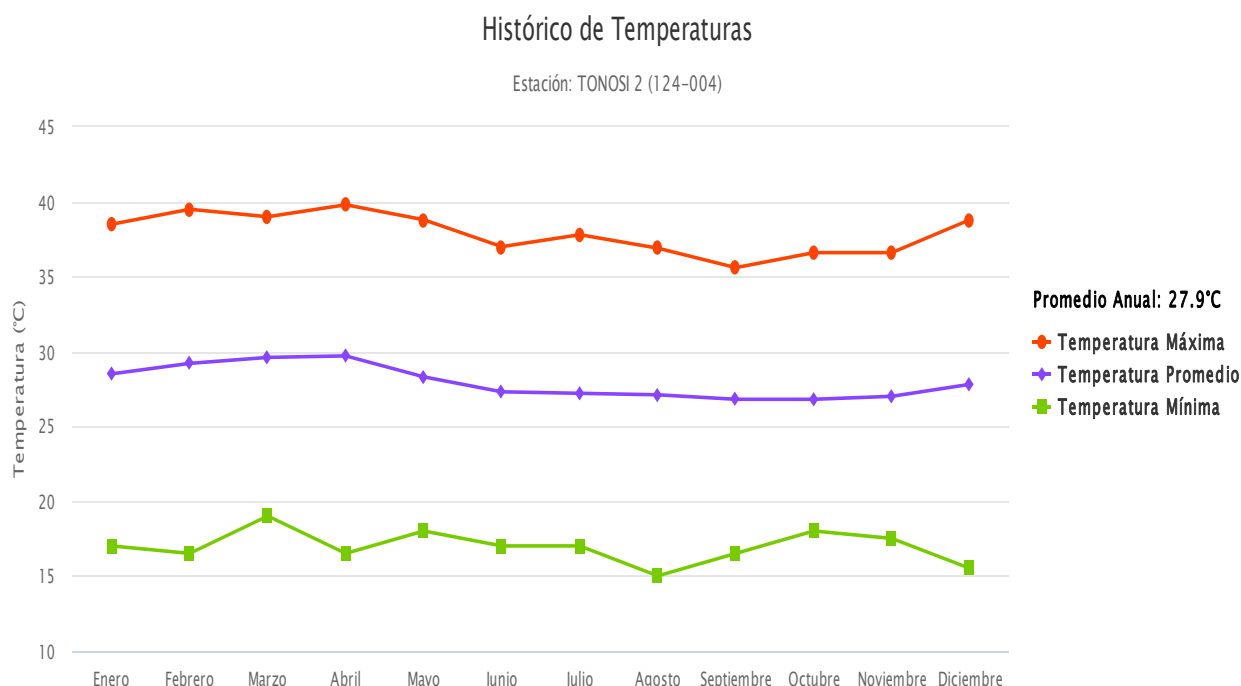


Gráfico N°6-2: Temperaturas Máximas, Mínimas y Promedio de la Estación 124-004- (1972-2019). Información ETESA-2020

A continuación, presentamos simulación de cambio climático de la estación de referencia **TONOSI2 124-004**.

Temperatures Máximas-124-004 A2Had2H3 2013-2019 (dat vs. A2)

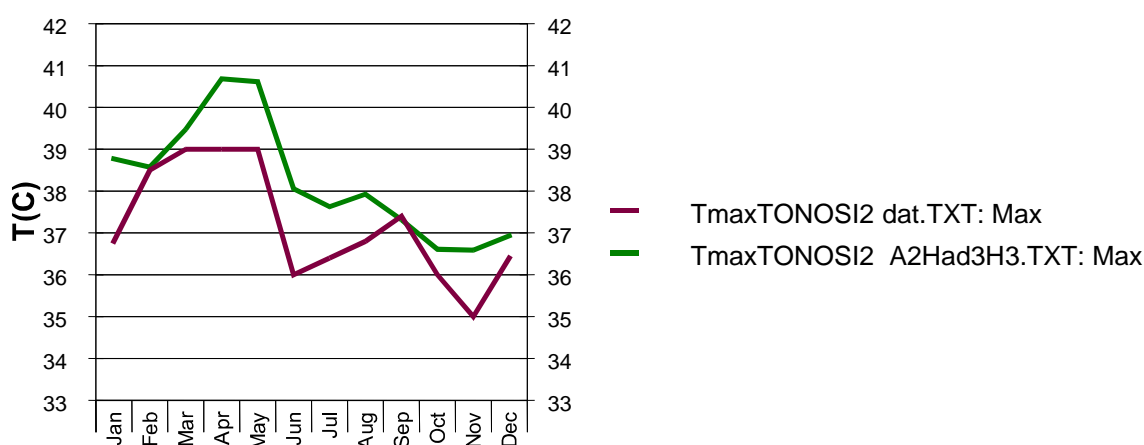


Gráfico N°6-3. Temperaturas Máximas Estación TONOSI2 214-004. Etesa 2020

6.5.2 Evapotranspiración

Para este estudio se ha tomado en cuenta la Evapotranspiración, la cual es un componente principal para realizar el balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Al estudiar el balance hídrico de la **Cuenca N°126**, Subcuenca de la Quebrada Madroño, determinamos la pérdida de agua por evapotranspiración, que es la cantidad de agua que regresa a la atmósfera a través de la evaporación directa de la superficie del suelo más la transpiración de las plantas.

Para estimar el valor de la evapotranspiración potencial se utilizó el método **semiempírico de Penman**. Este método posee una base Físico-Teórica y su uso requiere varios elementos de los que no siempre se dispone en todas las estaciones meteorológicas.

Se utilizaron las estaciones disponibles Cercanas de la Subcuenca de la Quebrada Madroño y en el sitio donde se realizará la construcción del Proyecto Lotificación Hidden Beach.

La fórmula que se utilizó para el cálculo de la ETP es la siguiente¹:

$$ETP = \frac{(Po/P * \Delta/r) \{ 0.75R_A(0.26 + 0.39n/N) - \sigma T_k^4(0.56 - 0.079\sqrt{ed})(0.10 + 0.90n/N) \} + 0.26(ea - ed)(1.00 + 0.54U)}{(Po/P * \Delta/r) + 1}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en mm/día

Po = Presión atmosférica media expresada en milibares al nivel del mar

P = Presión atmosférica media expresada en milibares en función de la altitud de la estación.

¹ Carlos A. Ortiz Solorio, Elementos de Agrometeorología Cuantitativa con aplicaciones en la república mexicana, 1984.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARriba, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

Δ = gradiente de la presión de vapor saturante con respecto a la temperatura, expresada en milibares por grado centígrado.

r = Coeficiente psicrométrico, para el psicrómetro con ventilación forzada = 0.66.

0.75 = Factor de reducción de la radiación total de onda corta, que corresponde a un albedo de 0.25.

R_A = Radiación de onda corta recibida en el límite de la atmósfera expresada en mm de agua evaporable (1 mm = 59 calorías) o tablas de valores de Angot.

n = Duración de la insolación durante el periodo que se estudia, expresada en horas y décimas de hora.

N = Duración de la insolación astronómica.

σT_k^4 = Radiación del cuerpo negro expresada en mm de agua evaporable para la temperatura prevaleciente del aire.

e_a = Presión del vapor saturante, expresada en milibares.

e_d = Presión del vapor durante el periodo que se estudia, expresada en milibares

U = Velocidad media del viento a una altura de 2 metros de la superficie, durante el periodo que se estudia y expresada en m/s.

El valor de $(P_o/P * \Delta/r)$ fue tabulado por Frere y Popov (1980) como una función de la temperatura media y la altura sobre el nivel del mar.

R_A es la tabla de los valores de Angot. El producto de $R_A (0.26 + 0.39n/N)$ es la estimación de R_g , la radiación global. Aquí es necesario aclarar que las constantes 0.26 y 0.39 fueron derivadas para Panamá por ETESA con datos provenientes del antiguo IRHE.

e_a , presión del vapor saturante, se obtiene de la tabla Smithsonian obtenida en 1966, como una función de la temperatura.

ed, presión del vapor durante el periodo estudiado, es un dato que se obtiene directamente de la estación o se estima a partir de:

$$ed = Hr \times ea$$

Donde:

Hr = humedad relativa, expresada en forma decimal, no en porcentaje, y

U = velocidad del viento, que es un dato directo de la estación.

Es importante hacer notar que el coeficiente de **U**, **0.54U**, puede modificarse en función de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima medias, como sigue:

Temperatura mínima Coeficiente Mensual media	Diferencia entre la temperatura máxima y de U Mínima mensual media	
-	$TM - Tm \leq 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$	0.54
> 5°C	$12^{\circ}\text{C} \leq TM - Tm \leq 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$	0.61
> 5°C	$13^{\circ}\text{C} \leq TM - Tm \leq 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$	0.68
> 5°C	$14^{\circ}\text{C} \leq TM - Tm \leq 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$	0.75
> 5°C	$15^{\circ}\text{C} \leq TM - Tm \leq 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$	0.82
> 5°C	$16^{\circ}\text{C} \leq TM - Tm$	0.89

Para el cálculo de Evapotranspiración se tomaron los datos de las estaciones siguientes: **(La Miel 126-012)**, con coordenadas geográficas Lat. **7° 33'00''** y Long **80° 20'00''**, con una elevación de **220 msnm**, y la estación **(Cañas 126-015)**, con coordenadas geográficas Lat. **7° 26'55''** y Long **80° 15'46''** con una elevación de **8.0 m nmm**.

Latitud 7° 33' N Longitud 80° 20' E Elevación 220.0m.s.n.m		Alt. Anemómetro 10 m Presión atms 100.17 Kpa											
ESTACION LA MIEL 126-012													
PARAMETRO	ENERO 1	FEBRE 2	MARZO 3	ABRIL 4	MAYO 5	JUNIO 6	JULIO 7	AGOST 8	SEPTI 9	OCTUB 10	NOVIE 11	DICIE 12	TOTAL
T media (°C)	26.66	27.26	28.04	28.81	28.46	27.73	27.43	27.49	27.21	27.06	26.95	26.71	
H relativa min (%)	65	60	60	60	71	78	78	77	81	78	78	70	
H relativa max (%)	76	71	68	74	85	86	91	86	88	87	87	84	
U2 (0,5) (km/día)	96.27	119.00	120.17	110.36	76.58	59.69	55.37	57.34	62.05	66.65	59.25	72.41	
n (horas)	7.99	7.52	8.01	6.68	3.79	3.51	4.20	4.70	3.41	4.23	4.50	5.61	
Calor latente vaporizacion, l	2.44	2.44	2.43	2.43	2.43	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	
Constante psicometrica, g	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
Presión vapor saturación,ea (Kpa)	3.49	3.62	3.79	3.96	3.88	3.72	3.66	3.67	3.61	3.58	3.55	3.50	
Pendiente curva presión vapor, d	0.21	0.21	0.22	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
Declinación solar, s	-0.37	-0.24	-0.04	0.17	0.33	0.41	0.37	0.24	0.04	-0.16	-0.33	-0.41	
Angulo horas de sol, ws	1.52	1.54	1.57	1.59	1.62	1.63	1.63	1.61	1.58	1.55	1.52	1.51	
Horas potenciales de luz (N)	11.57	11.73	11.96	12.18	12.37	12.47	12.43	12.26	12.05	11.82	11.63	11.53	
Relación n/N	0.69	0.64	0.67	0.55	0.31	0.28	0.34	0.38	0.28	0.36	0.39	0.49	
Distancia relativa sol-tierra (dr)	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03	
Radiacion extra terrestre (Ra)	32.68	34.97	37.17	37.77	37.07	36.33	36.52	37.25	37.20	35.65	33.27	31.93	
Radiacion neta onda corta (Rns)	14.97	15.37	16.74	15.24	11.51	10.93	11.78	12.67	11.22	11.77	11.36	12.13	
Presion vapor Temp. Pto. Rocio, ed	2.46	2.37	2.42	2.65	3.03	3.05	3.09	2.99	3.05	2.95	2.93	2.70	
Radiacion neta onda larga (Rb)	-3.43	-3.36	-3.45	-2.70	-1.47	-1.35	-1.52	-1.74	-1.35	-1.67	-1.78	-2.34	
Radiacion neta (Rn)	11.55	12.01	13.29	12.54	10.05	9.58	10.27	10.93	9.87	10.11	9.57	9.79	
Flujo de calor del suelo (G)	-0.01	0.08	0.11	0.11	-0.05	-0.10	-0.04	0.01	-0.04	-0.02	-0.02	-0.03	
Velocidad viento (U2) m/s	0.83	1.03	1.04	0.96	0.66	0.52	0.48	0.50	0.54	0.58	0.51	0.63	
Constante psicometrica modificada g*	0.086	0.091	0.091	0.089	0.082	0.079	0.078	0.079	0.080	0.080	0.079	0.082	
Deficit presion de vapor, (ea-ed)	1.03	1.25	1.36	1.31	0.85	0.67	0.57	0.68	0.56	0.63	0.62	0.81	
Eto (mm/día)	3.93	4.28	4.75	4.47	3.40	3.15	3.28	3.51	3.16	3.25	3.08	3.24	
Eto (mm/mes)	121.92	119.96	147.18	134.03	105.55	94.43	101.81	108.83	94.85	100.88	92.31	100.45	1322.20

Cuadro N°6-2: Evapotranspiración Potencial Calculada para Subcuenca de la Quebrada Madroño. Estación La Miel 126-012-- Correlacionada con data de la estación 126-015.

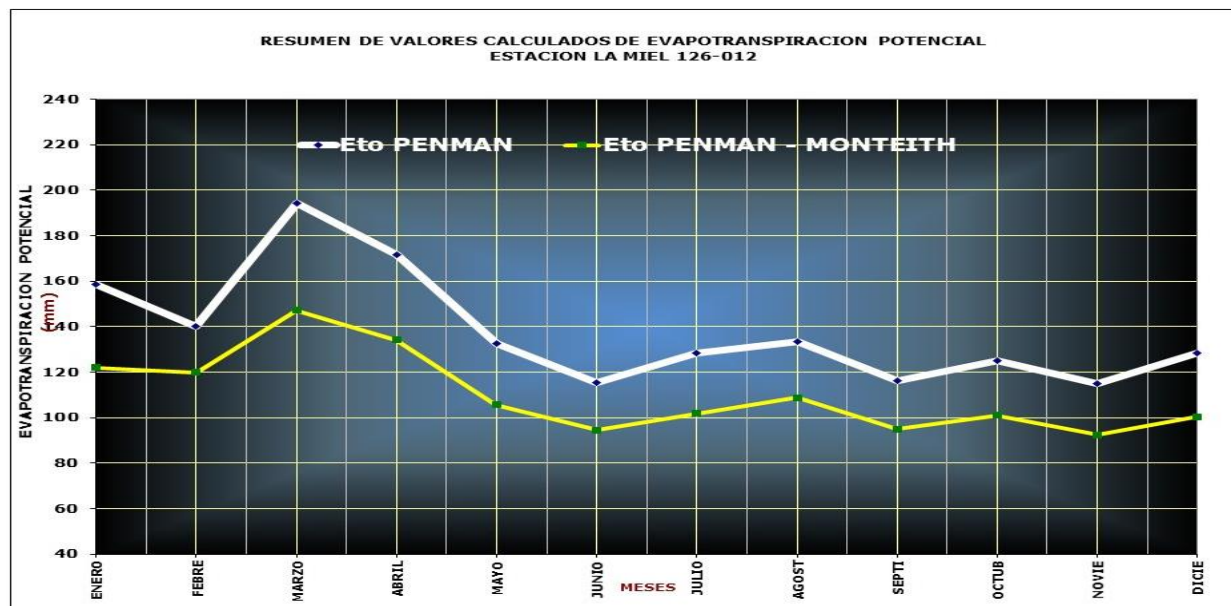


Gráfico N°6-4: Evapotranspiración Potencial Calculada para Microcuenca de la Quebrada Madroño. Se utilizo el Eto PENMAN-MONTEITH -LA MIEL 126-012

6.5.3 Humedad Relativa

La humedad relativa se encuentra muy relacionada con la precipitación, siendo en términos generales directamente proporcional; es decir, a mayor precipitación corresponde una mayor humedad relativa y viceversa. La humedad relativa promedio mensual en la estación **TONOSI 2** es de **64% al 87 %**, siendo el mes de octubre el de mayor humedad relativa con un valor de **87%**. Los valores más bajos ocurren en el periodo seco entre los meses de febrero, marzo y abril. El valor de la humedad relativa en los meses antes mencionados es de **66 ,64% y 70%** respectivamente.

6.5.4 Insolación y Horas de Brillo Solar

La duración del brillo solar, o heliofanía, en horas, representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer. El total de horas de brillo solar de un lugar es uno de los factores que determina su clima.

El mes de **febrero** acusa un aumento apreciable en el porcentaje de brillo solar posible en todo el sector Pacífico-Centro del Istmo de Panamá, coincidente con las condiciones existentes durante el período seco en la región. En **mayo**, mes de transición hacia la época lluviosa, disminuyen los valores de brillo solar al aumentar la nubosidad en todo el territorio nacional.

La distribución de las isohelias indica que las menores magnitudes se presentan en áreas montañosas, y los valores altos hacia la región meridional, con máximas hacia zonas costeras. **Octubre**, mes representativo del periodo lluvioso, presenta una disminución generalizada del porcentaje y duración del brillo solar en el país. La presencia de la Zona de Convergencia Intertropical, acompañada de los desarrollos nubosos y precipitaciones intensas que la caracterizan, favorece la reducción de este parámetro.

Al Igual que otros sitios de la **Cuenca N°126**, Subcuenca de la Quebrada Madroño, se registra los mismos parámetros de radiación solar, para el período comprendido entre los años **2013-2019**, la radiación solar se intensifica en la estación seca, específicamente en los cuatro primeros meses del año, registrando **12,424.98** Langleys en el mes de marzo. En el resto del año los valores son variables, pero son menores a los registrados en la estación seca.

La intensidad más baja de la radiación solar se registra en el mes de noviembre, con **7,677 Langleys**. Estos valores varían con la presencia o no de vegetación arbórea y su densidad, así como con la presencia de nubosidades

A continuación, presentamos la cantidad de horas de brillo solar correlacionada para el área donde se realizó este estudio hidrológico e hidráulico.

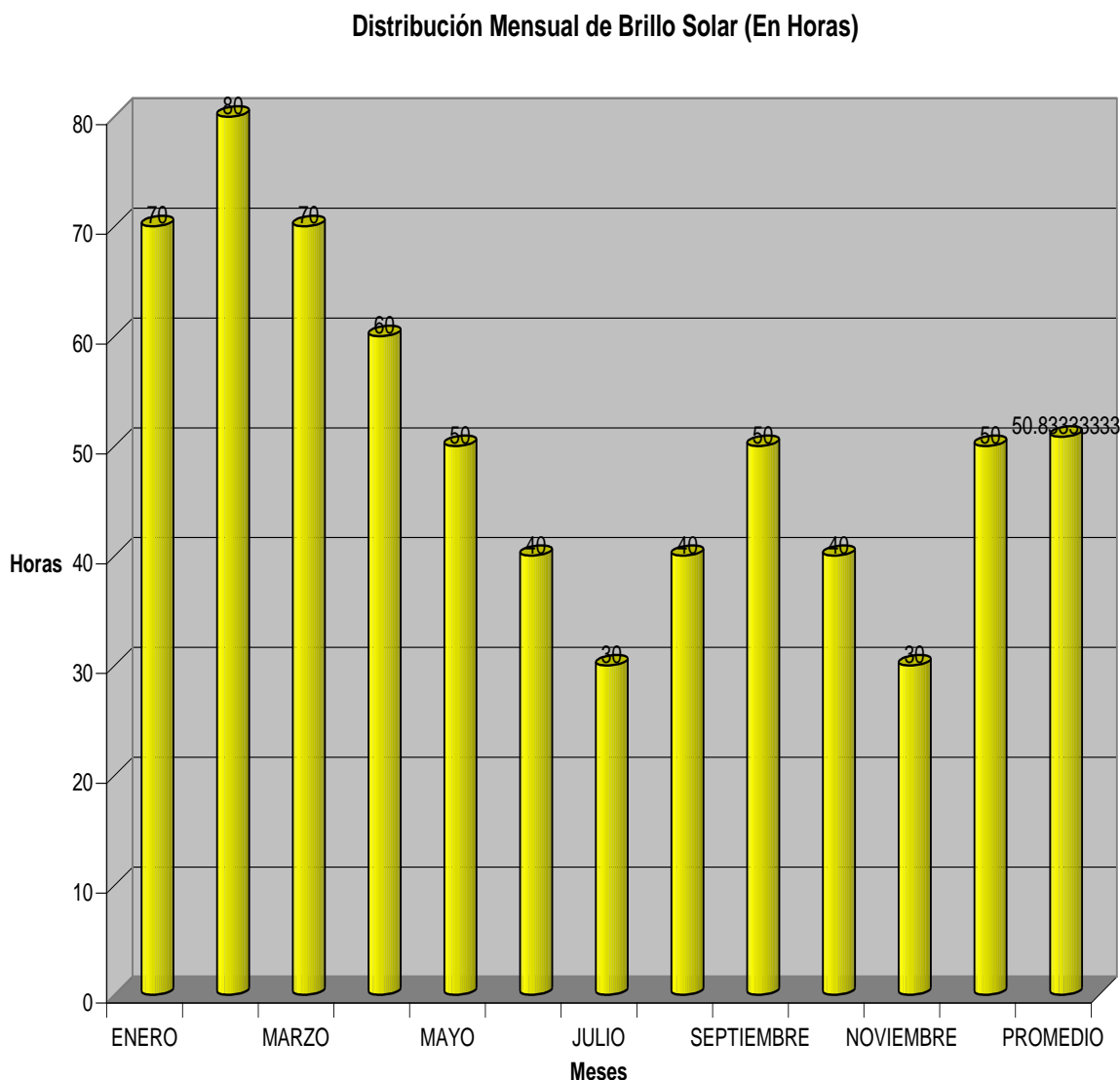


Gráfico N°6-5: Porcentaje de Brillo Solar. Subcuenca Quebrada Madroño (2013-2019). Valores calculados de la estación TONOSI2 124-004. Información ETESA Calculada 2019

6.5.6 Velocidad y Dirección del Viento

El Istmo de Panamá está influenciado por los vientos del noreste del Atlántico. La calma Ecuatorial pasa, en su más alejada posición, hacia el Sur en los primeros cuatro meses del año, para desplazarse después a su máxima posición hacia el Norte, donde se mantiene el resto del año.

De enero a abril, ocasionalmente incluyendo mayo y diciembre, la calma Ecuatorial se desplaza hacia el Sur, trayendo consigo sequedad y los vientos del Norte hacia el Istmo de Panamá.

Estos vientos usualmente desaparecen en el mes de abril, y vuelve a quedar muy influenciado por la calma Ecuatorial y lluvias que traen consigo los vientos del Sur, que usualmente persisten hasta mediados de diciembre. Una progresiva migración de la calma Ecuatorial ocurre en la temporada lluviosa, restableciéndose el sistema de vientos alisios del Norte en Panamá los primeros días de diciembre.

Los vientos predominantes en la Subcuenca de la Quebrada Madroño son el **Sur – Noreste-Este**, presentándose mayores velocidades durante la temporada seca, en que predominan los vientos del Noreste. En abril, la ocurrencia de los vientos es tanto norte como sur, lo que indica la transición de la temporada seca a la lluviosa.

En el **Cuadro N°6-3** se presenta la velocidad promedio de los vientos, tomados en la estación Meteorológica de **TONOSI 2** en el **Cuadro N°6-4**, las velocidades medias mensuales del viento, según su dirección.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pro m
Prom	2.7	3.1	2.9	2.5	1.9	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.9	2.1
Máx.	3.4	4.0	3.8	3.3	2.1	1.9	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.7	2.6
Mín.	2.0	2.2	2.4	2.0	1.8	1.6	1.2	1.4	1.5	1.6	1.4	1.7	1.7

Cuadro N°6-3: Velocidad media, máxima y mínima mensual de los vientos en la estación TONOSI2 124-004 medidos a 10 m de altura (en m/s) (2013-2019). Fuente ETESA- . Data Calculada-2020

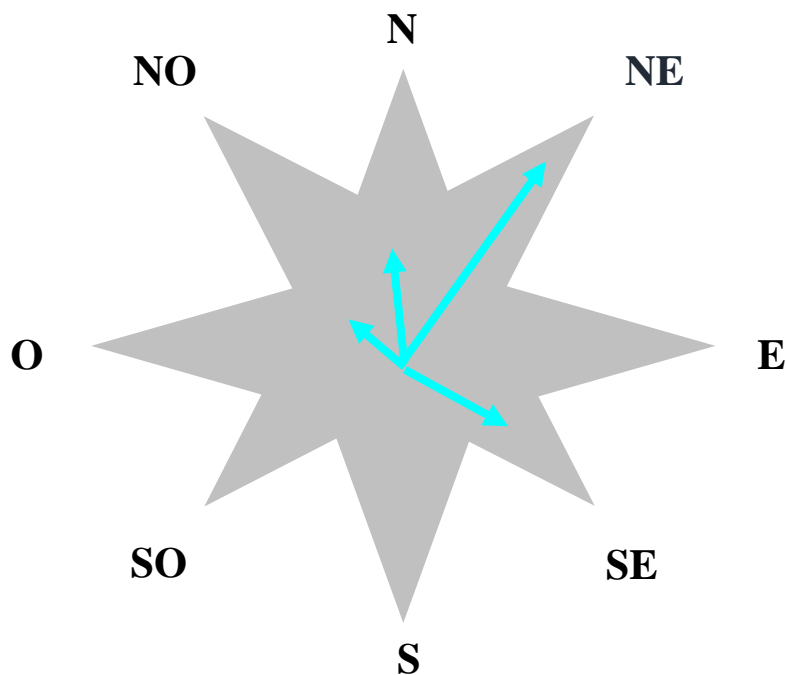
DIR.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
N	4.4	4.6	4.2	3.0	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	2.4	2.4
NE	3.1	3.4	2.9	2.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.9	1.9
E	1.4	1.7	1.5	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3
SE	2.1	2.0	2.1	2.0	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.6	1.6
S	2.6	2.8	2.8	2.7	2.3	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	2.2	2.2	2.2
SW	2.4	2.4	2.5	2.2	2.2	2.1	2.0	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
W	2.0	1.8	1.8	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.7
NW	2.1	2.1	2.2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.4	1.6	1.6

Cuadro N°6-4: Velocidad Media del Viento Según su Dirección (Estación TONOSI2 m/s) (2013-2019). Fuente ETESA-. Data Calculada-2020

En el **Cuadro N°6-4** se desprende que los vientos de mayor velocidad provienen del norte y ocurren entre enero y abril. Los vientos transiciones entre norte y sur presentan las velocidades menores.

A continuación, presentamos la rosa de los vientos para las Temporada Seca y Húmeda.

**Rosa de Los Vientos Subcuenca Quebrada Madroño -Referencia de la TONOSI2
Dirección de los Vientos (Temporada Seca) —**



**Imagen N°6-1: Rosa de Los Vientos-Subcuenca del Quebrada Madroño. Estación Seca.
Dirección de los Vientos (Temporada Húmeda) —2013-2019**

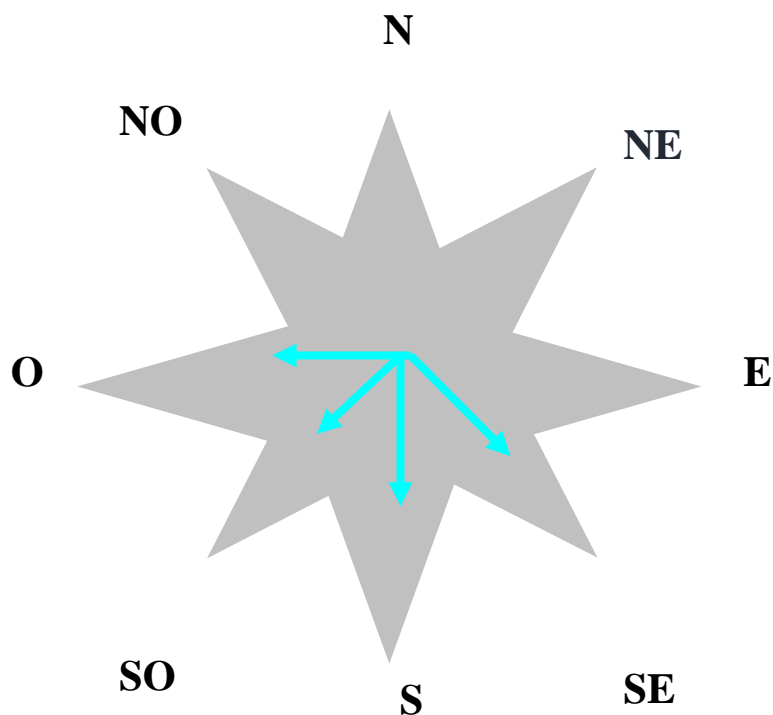


Imagen N°6-2: Rosa de Los Vientos-Estación TONOSI2 124-004. Temporada Húmeda

6.5.6 Precipitación

La migración estacional de las masas de aire tropical del Pacífico y subtropical del Atlántico que acompañan al sol en su curso anual constituye el control dominante sobre los patrones de precipitación en Panamá. Estas migraciones, en combinación con la orografía local, establecen áreas con totales anuales diferentes y da origen a regímenes de precipitación bien definidos.

En el área donde se ubica la **Cuenca N°126 y la Subcuenca de la Quebrada Madroño**, hay una estación lluviosa extendida y única que empieza a fines del mes de abril o principios de mayo y persiste hasta mediados o fines de noviembre. Al igual que en otros sitios de la **cuenca N°126**, el patrón de lluvia no varía.

Los periodos de máximas precipitaciones en la Subcuenca de la Quebrada Madroño coinciden con el paso de la zona de convergencia intertropical (ITCZ) en dirección al Norte (junio) y en sentido meridional (octubre) en su desplazamiento siguiendo la trayectoria de la declinación anual del sol.

Entre diciembre y finales de abril se establece en esta región la estación seca con ausencia casi total de lluvia. Algunas veces, en este período ocurren temporales y lluvias copiosas, ocasionadas por incursiones de frentes fríos intensos que logran alcanzar nuestras latitudes y que son empujadas por avances vigorosos de masas enormes de aire polar, procedentes de las regiones árticas heladas.

Para los cálculos de Precipitación en el sitio donde se tiene contemplado desarrollar el Proyecto Lotificación Hidden Beach, se elaboró una metodología, en donde los datos de precipitación se verificaron, corrigieron y los faltantes, se estimaron antes de ser utilizados en la elaboración del modelo hidrológico dentro del área de este estudio.

A continuación, presentamos los promedios históricos de Precipitación en el área de influencia Hidrológica.

Histórico de Lluvias

Estación: CANAS (126-015)

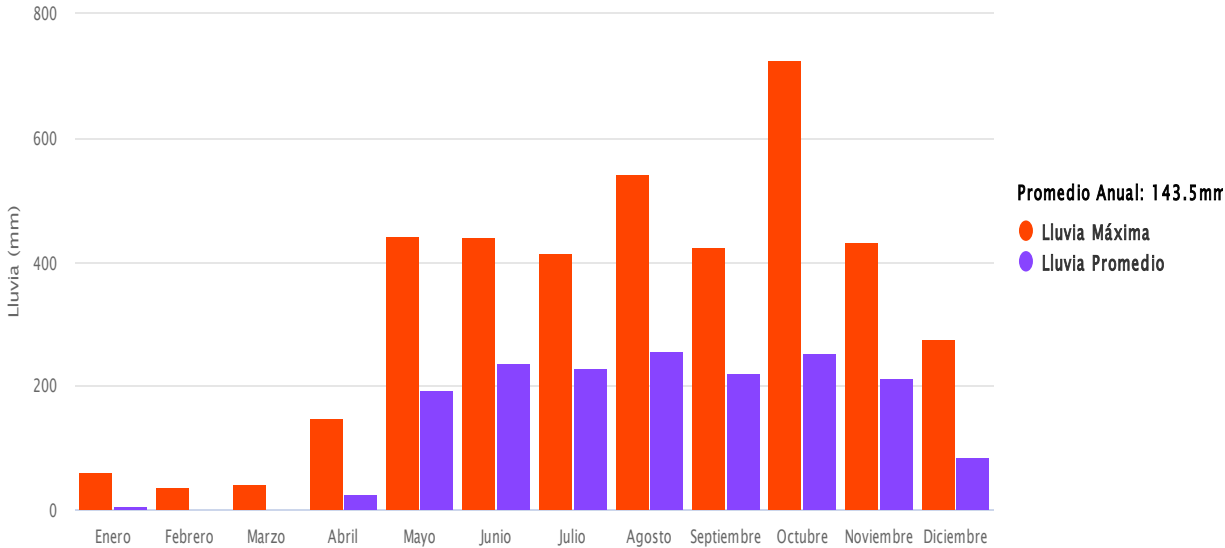


Gráfico N°6-6: Precipitación Máxima y Promedio de la estación 126-015 (1974-2019). Elevación 8.0 m nmm.

126-015 RIO CAÑAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
MAXIMA	60.3	35.7	40	148.5	443.1	440.4	414.5	540.4	422.5	726.8	432.9	274.3	3979.4
PROMEDIO	4.8	3.2	2.8	25.4	192.8	237.1	229.2	255.2	220.4	254.1	212.2	84.4	1721.6

Cuadro N°6-5: Precipitación Máxima y Promedio de la estación 126-015 (1974-2019). Elevación 8.0 msnm.

Histórico de Lluvias

Estación: LA MIEL (126-012)

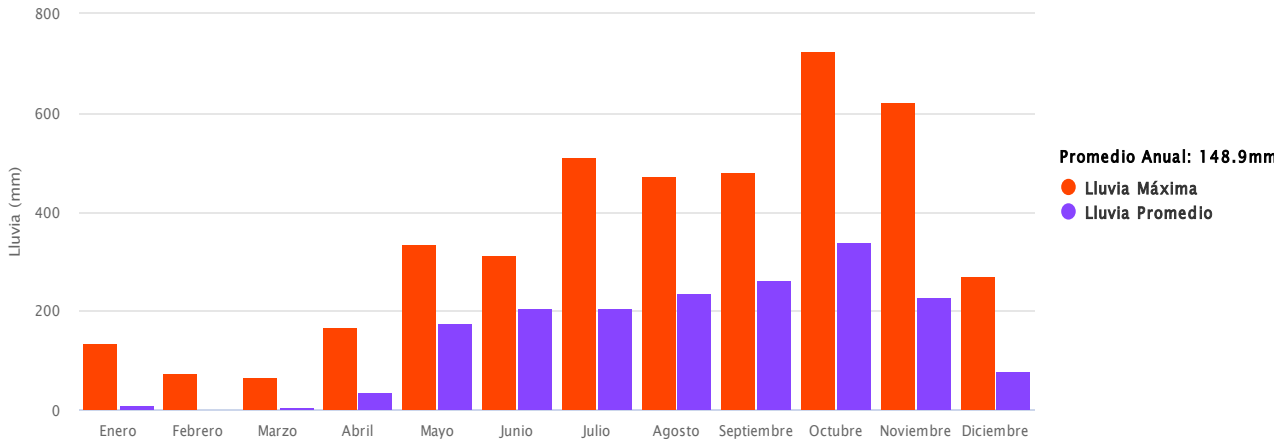


Gráfico N°6-7: Precipitación Máxima y Promedio de la estación La Miel 126-012 (1972-2019). Elevación 220 m msnm.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

119

126-012 LA MIEL	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
MAXIMA	133.4	75.4	6.7	168.5	334.1	313.2	511.2	473.6	482.4	724.6	621.3	268.7	4113.1
PROMEDIO	8.4	3.7	5.5	36.8	177	206.8	207.2	237.5	262	337.8	228.3	75.9	1786.9

Cuadro N°6-6: Precipitación Máxima y Promedio de la estación La Miel 126-012 (1972-2019). Elevación 220 m msnm

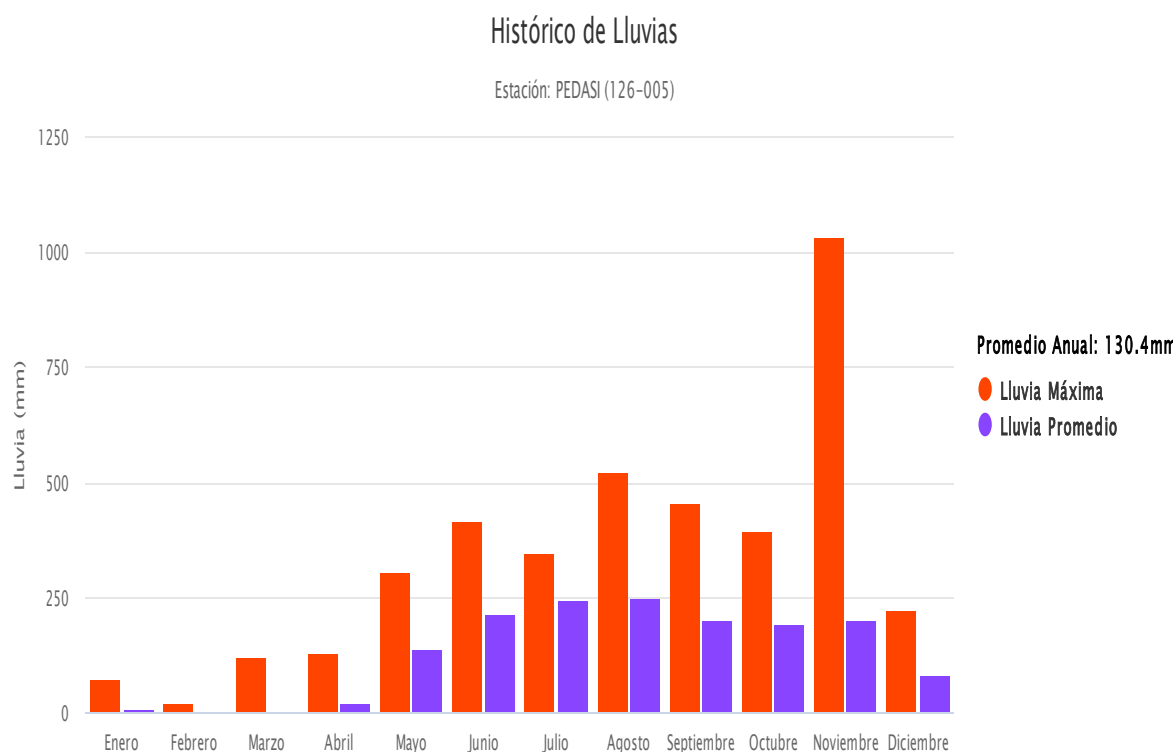


Gráfico N°6-8: Precipitación Máxima y Promedio de la estación PEDASI 126-005 periodo (1967-2019). Elevación 47 msnm

126-005 PEDASI	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
MAXIMA	73.3	21.1	121.9	1295	303.5	418.5	349.3	522.9	454.3	394.4	1035.7	223.3	5213.2
PROMEDIO	9.4	0.9	4.3	23	139.6	213.4	246	249.5	203.2	193.3	200.9	80.9	1564.4

Cuadro N°6-7: Precipitación Máxima y Promedio de la estación PEDASI 126-005 periodo (1967-2019). Elevación 47 msnm

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

120

6.6. Hidrología

✓ Descripción Hidrológica de la cuenca:

La cuenca No 126 está formada por los ríos Guararé, Perales, Mensabé, Salado, Purio, Muñoz, Mariabé, Pedasí, Oria ,Cañas y Quebrada Madroño entre otras. Esta cuenca se localiza en la provincia de Los Santos, entre los ríos Tonosí y la Villa. Sus coordenadas geográficas son: **7° 20' y 8° 00'** de latitud norte y **80° 00' y 80° 30'** de longitud Oeste.

El área de drenaje total de la cuenca es de **2,170 km²** hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal, que es el río Guararé, es de **45.0 km**. La elevación media de la cuenca es de **75.0 msnm**, y el punto más alto se encuentra en el cerro Canajagua, ubicado al Oeste de la cuenca, con una elevación máxima de **830 msnm**.

La cuenca registra una precipitación media anual de **1,623 mm**. La precipitación oscila entre **1,000 y 2,400 mm/año**, se observa una disminución gradual desde el interior de la cuenca hacia el litoral. El **93 %** de la lluvia ocurre entre los meses de mayo a noviembre y el **7 %** restante se registra entre los meses de diciembre a abril.

La información existente de los balances hidrológicos de diferentes estaciones de aforo en la provincia muestra que el déficit hídrico durante la estación seca oscila entre los **340 y 500 mm**. Lo cual indica que para la época seca algunos ríos y quebradas quedan completamente secos

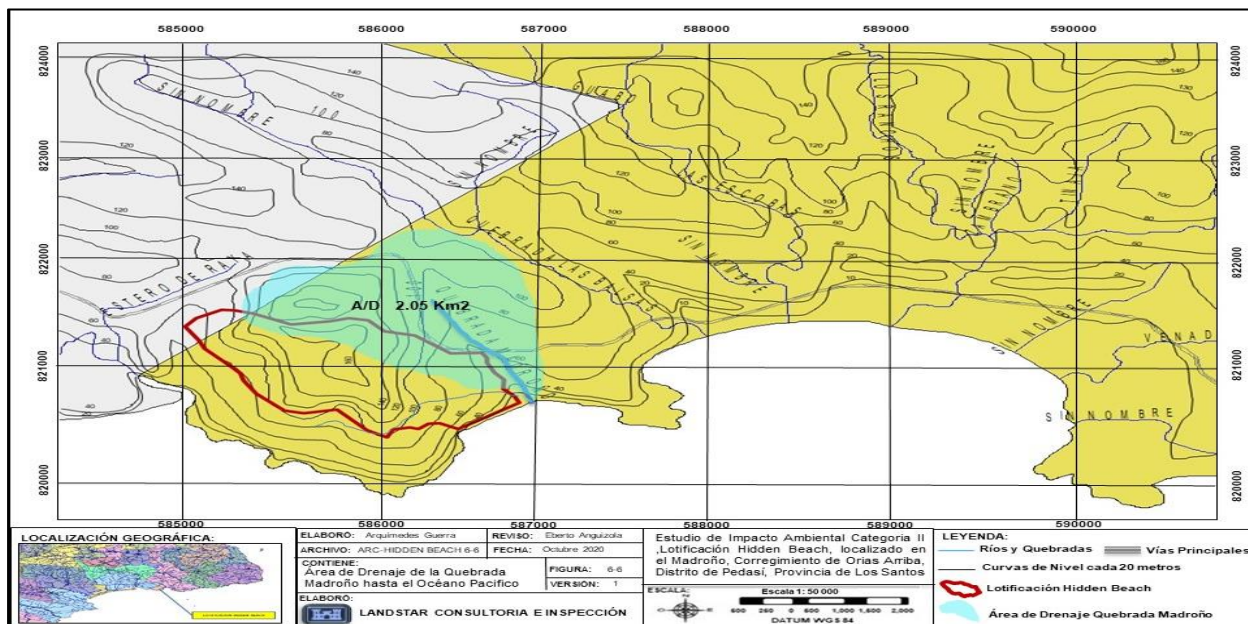
Subcuenca de la Quebrada Madroño

Esta Subcuenca está conformada por una red hidrográfica bien definida. Tenemos en la parte alta y media tiene una serie de quebradas sin nombres tributarias . Además posee una serie de canales pluviales la cual la alimentan en temporada lluviosa. La Quebrada madroño tiene un Área de Drenaje de **2.05 Km²** , la cual desemboca en el Océano Pacífico

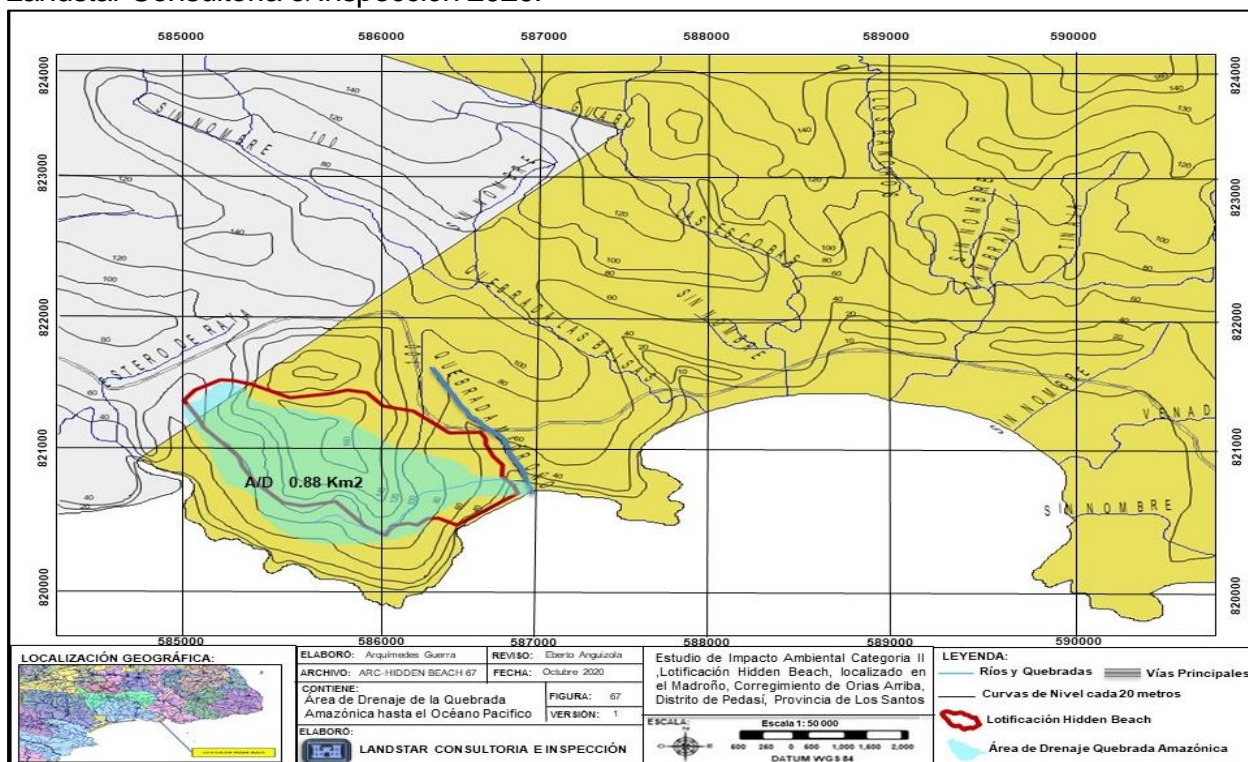
Proyecto Lotificación Hidden Beach

Dentro del Polígono del Proyecto tres un canal pluvial y una Quebrada de nombre la Amazónica. Esta quebrada nace fuera del polígono y se mantiene activa durante la temporada lluviosa. Los meses de Febrero a junio esta quebrada queda sin agua ,

debido a la falta de precipitaciones. El Área de Drenaje de esta Quebrada Amazónica es de **0.88 Km²**, la cual desemboca en el Océano Pacífico.



Mapa N°6-6: Área de Drenaje de la Quebrada Madroño. **Escala 1:50 000.** Elaborado por Landstar Consultoría & Inspección 2020.



Mapa N°6-7: Área de Drenaje de la Quebrada Amazónica. **Escala 1:50 000.** Elaborado por Landstar Consultoría & Inspección 2020.

6.6.1 Calidad de Aguas Superficiales

Los parámetros de calidad fisicoquímica y Microbiológica analizados, Han sido relacionados a tres criterios básicos: i) afectación de la vida acuática ii) afectación de los potenciales reservorios. iii) grado de contaminación derivado de actividades de uso productivo de suelos.

Para el desarrollo de este punto se han establecido patrones estrictos de control de calidad para la toma y preservación de las muestras, considerando el procedimiento 1060 de **STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER**, específicamente el método manual de toma de muestras, en que consiste en utilizar un brazo muestreador, con el recipiente en dirección hacia la corriente y boca abajo, teniendo cuidado en no introducir materiales flotantes; se llena el recipiente de muestra, levantado hacia arriba, permitiendo la salida del aire, luego se cerró el recipiente de forma que quedara garantizada su inviolabilidad. Antes de tomar las muestras definitivas se enjuaga el recipiente con agua de la misma masa, teniendo los cuidados antes descritos.

En el procedimiento 1060 del Standard, se indica igualmente los tipos de envases a utilizar, el volumen de muestra requerido y la forma de preservación, que a continuación detallamos:

Ensayos	Volumen de la Muestra	Tipo de Envases	Preservación
DBO5	1 Litro	Plástico	Refrigeración con hielo triturado y en hilera
DQO -- A y G	1 Litro	Vidrio	H2SO4 pH < 2 refrigeración con hielo triturado y en hilera
Fósforo Total	1 Litro	Vidrio, enguadado con HNO3 1+1	H2SO4 pH<2 refrigeración con hielo triturado y en hilera
Turbiedad, Sólidos Suspendidos, Detergentes y conductividad	1 Litro		H2SO4 pH<2 refrigeración con hielo triturado y en hilera
Coliformes Totales	100 ml	Plástico estéril	Refrigeración con hielo triturado y en hilera

Cuadro N°6-8: Volumen de Muestras, Tipo de Envase y Preservación Información Suministrada por LANDSTAR GROUP, S.A.y Laboratorio Ambiental Certificado.

Los resultados obtenidos demuestran que las aguas analizadas, en términos generales, exceden los límites aceptables para bebida para los parámetros de turbiedad y contenido de coliformes fecales.

Todos los análisis se efectuaron de acuerdo al **STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20TH edition, 1998, APHA-AWWA-WEF.**

A continuación, se presenta un cuadro con los procedimientos específicos empleados para cada análisis efectuado:

ANALISIS	PROCEDIMIENTO DEL STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER
pH	4500-H+B
Turbiedad	2130 B
Oxígeno disuelto	4500-O G
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	5210
Temperatura	2550
Conductividad	2510
Hidrocarburos	5520 F
Coliformes Totales	9222
Aceites y Grasas	5520 B
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	5220
Sólidos Suspendidos	2540 D
Fósforo Total	4500-P D
Detergentes	5540

Cuadro N°6-9: Procedimiento de Análisis Información Suministrada por LANDSTAR GROUP S.A. 2020

✓ **Metodología**

Se realizó una gira para la toma de muestras en los puntos previamente definidos, colindantes con el proyecto **LOTIFICACION HIDDEN BEACH** a fin de determinar las características fisicoquímicas de las aguas. Se realizaron dos tomas de agua en puntos diferentes. Uno en la Quebrada Madroño y el otro en la Quebrada Amazónica.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

124

✓ **Toma de muestras**

El análisis **físicoquímico** comprendió pH, color, turbiedad, alcalinidad, conductividad, dureza total, sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos en suspensión; cationes: Ca, Mg, Na, K, Cu, Mn, Zn, Fe y Mo; aniones: carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, fosfatos, nitratos, N-amoniaco y detergentes; demanda química de oxígeno -COD-, demanda bioquímica de oxígeno -DBO- y pesticidas.

Las normas seguidas fueron:

- Para la determinación de sólidos, se tomó un litro de agua sin tratar.
- Para la determinación de nitritos, nitratos y fosfatos, se tomó un litro de agua que fue tratada con ácido sulfúrico (15 g/l).
- Para la determinación de metales, se tomó un litro de agua que fue tratada con ácido nítrico.
- Para la determinación de COD y BOD, se tomó un litro de agua mantenida en refrigeración a 4°C.
- Para la determinación de pesticidas, se tomó un galón de agua en recipiente de vidrio pretratado.

Durante el momento de toma de muestras se registraron para cada sitio la altura, temperatura, velocidad de la corriente y alcalinidad, a la vez que se anotó la hora de toma de muestras. Las muestras fueron enviadas para su procesamiento a los Laboratorios de Análisis Ambientales (Certificada)

Toma de La Muestra



Foto N°6-2: Sito de toma de
Muestra Quebrada Madroño.

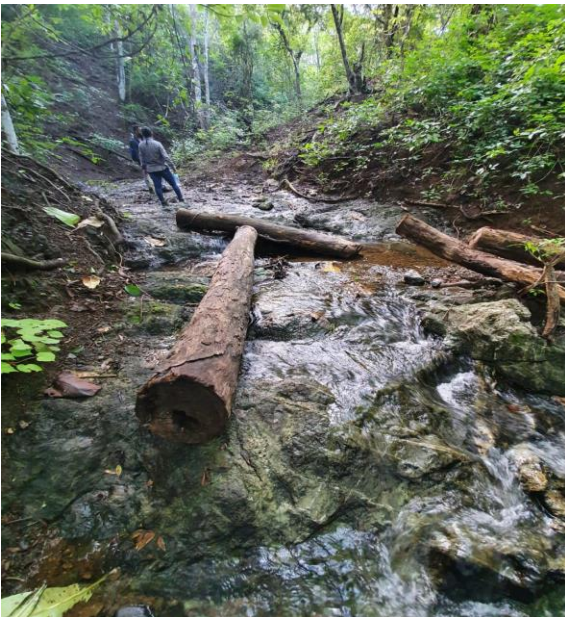


Foto N°6-3: Sito de toma de
Muestra Quebrada amazónica

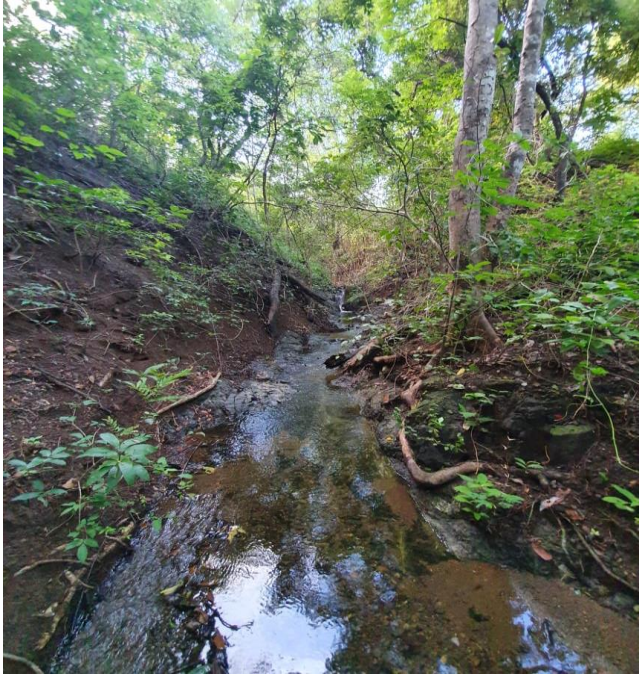


Foto N°6-4: Sito de toma de
Muestra Quebrada Madroño
Cadena de Custodia

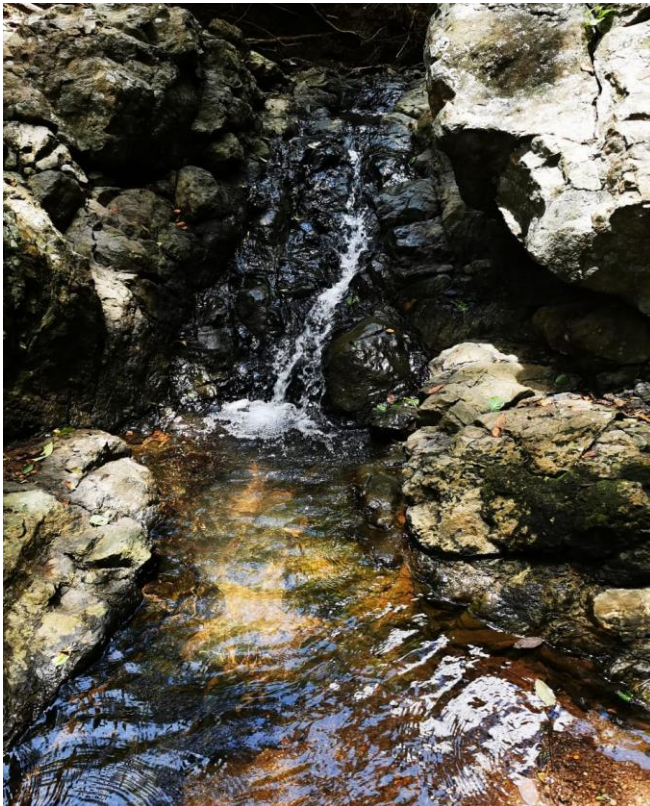


Foto N°6-5: Sito de toma de
Muestra Quebrada Madroño
Toma del pH

✓ **Resultados de Calidad de agua de la Quebrada Madroño y Quebrada amazónica**

pH: Es un parámetro que mide la concentración del ión Hidrógeno en medio acuoso, parámetro de gran importancia para las aguas naturales. Los iones Hidrógeno presente en el agua están muy ligado a la cantidad de molécula de agua que se disocian, lo que depende del tipo y cantidad de sustancias acidas y/o alcalinas presentes. Es un factor importante de los ecosistemas acuáticos, que se relaciona principalmente con la actividad biológica, la solubilidad de componentes inorgánicos y orgánicos, así como la actividad química de los innumerables procesos químicos en las aguas naturales.

Quebrada Madroño.....8,2

Quebrada Amazonica.....8,2

Brindan una adecuada protección a la vida acuática, y aptitud para usos recreativo.

Turbiedad: Es una medida de las propiedades de transmisión de la luz de una muestra de agua dada. Es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas naturales en relación con la materia coloidal en suspensión. La materia coloidal dispersa absorbe luz, impidiendo su transmisión. Evidentemente está vinculada a los sólidos suspendidos, inorgánicos y orgánicos. Pero no es posible establecer correlaciones sólidas, sobre todo en aguas naturales no tratadas, ya que las matrices pueden influir en el resultado, por efecto de la presencia de algas, plancton y organismos microscópicos.

Esta variable se ve afectada por: la época del año, así tenemos que, en invierno, existe una gran movilidad de partículas en suspensión (**Inorgánicas mayormente**), favorecidas por las condiciones topográficas del sitio de muestreo (presencia de cascadas, represas naturales etc.

Este estudio se realizó en la época lluviosa

Quebrada Madroño.....NTU 8,7

Quebrada Amazónica.....NTU 8,6

Oxígeno Disuelto:

Es un parámetro crítico para la vida acuática, necesario para la respiración de los microorganismos aeróbicos, así como para otras formas de vida. Sin embargo, el O₂ es ligeramente soluble en agua. La cantidad real de oxígeno y otros gases que puedan estar presentes en la solución es condicionada por aspectos como: solubilidad del gas, presión parcial del gas en la atmósfera, temperatura y pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión, etc.)

Quebrada Madroño.....5.8 mg/L

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅): Es el parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aplicable tanto a aguas superficiales como residuales. El valor se relaciona con la medición de O₂ disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.

Para este estudio Lotificación Hidden Beach se han considerado que para aguas naturales el parámetro aceptable debe ser inferior a 100 mg/L, dependiendo las condiciones del sitio de muestreo y los procesos biológicos específicos. < 1,0

Conductividad: la conductividad eléctrica es un parámetro que depende de la cantidad y tipo de sales disueltas (cationes y aniones) presentes en un medio acoso dado. Es por ello que se utilizan los valores de conductividad como índice aproximado de la concentración de solutos en estados disuelto. Es un excelente indicado del grado de variabilidad de calidad y/o de contaminación de un medio dado, en el tiempo o bajo los efectos de tratamientos ambientales específicos.

Para las Quebradas Madroño y Amazónica se consideran aguas naturales en buen estado cuyo valor fue de 243,0 uS/cm

Hidrocarburos: de acuerdo a la metodología utilizada, este parámetro es una determinación o etapa posterior al análisis de aceites y grasas, lo que se persigue es diferenciar las grasas que tiene grupos químicos activos, de los típicos hidrocarburos de mayor peso molecular, tales como los de mayor C₈ y las Ceras.

En las muestras evaluadas en la Quebrada madroño no se encuentra presente este componente.En las muestras evaluadas en la Quebrada Amazónica no se encuentra presente este componente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARriba, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

129

Coliformes Totales: Para este estudio se ha considerado aguas naturales donde su valor debe ser inferior a 1×10^5 UFC/100 ml, dependiendo de la actividad biológica. En las muestras evaluadas el valor es inferior al límite.

En la muestra evaluada en la Quebrada madroño el valor es de **9400**

Aceites y grasas: su presencia en aguas naturales y residuales es estrictamente por razones antropogénicas, siempre y cuando no se esté próximo a sitio de explotación de petróleo y sus derivados.

En fuentes naturales no deben estar presentes, es decir su valor debe ser inferior a 1 mg/L. En las muestras evaluadas no se encuentra este componente.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Se emplea para medir el contenido de materia orgánica y otras sustancias oxidables. Se utiliza un agente químico oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente del oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El dicromato de potasio proporciona excelentes resultados como medio oxidante. Suele ser mayor que la **DBO5**, por el mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química que por vía biológica.

Para este estudio se ha considerado que para aguas naturales los resultados deben ser inferiores a 100 mg/L, dependiendo de la naturaleza del sitio del análisis. Las muestras analizadas están dentro de estos límites.

Sólidos Suspendidos (SS): Corresponden a la fracción no filtrable del agua, que es retenida en un filtro de fibra de vidrio con tamaño nominal de aproximadamente de **13 um**, incluye tanto como partículas orgánicas como inorgánicas.

Los sólidos suspendidos y la turbiedad están asociada con la materia orgánica en suspensión y con la presencia de materia inorgánica finamente suspendida (tipo arcilla). Cuando existe alto nivel de materia orgánica, los SS pueden estar relacionados con la **DBO5** pues este último es una indicación de materia orgánica presente.

Los resultados en este componente son inferiores a 100 mg/L.

Fósforo Total: es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. El fósforo, junto al nitrógeno y al carbono son los principales nutrientes del agua, esenciales para el crecimiento de la vida acuática.

En las muestras evaluadas para la Quebrada Madroño los niveles de fósforo en las aguas naturales son inferiores a 4 mg/L.

6.6.1. a Caudales (Máximo, Mínimo y Promedio Anual)

Para el análisis de los caudales para la Quebrada Madroño (Colindante con el Proyecto Lotificación Hidden Beach) y Amazónica dentro del Polígono del Proyecto Lotificación Hidden Beach, se utilizó la **Estación 124-01-03** con un área de Drenaje de **671 Kilómetros Cuadrados**, ubicada en la cuenca vecina cercana al sitio de análisis, la cual se localizada sobre el río Tonosi, y la misma cuenta con datos desde 1999 - 2019. A continuación, presentamos la información y ubicación de la estación utilizada en este estudio para el traslado de los caudales.

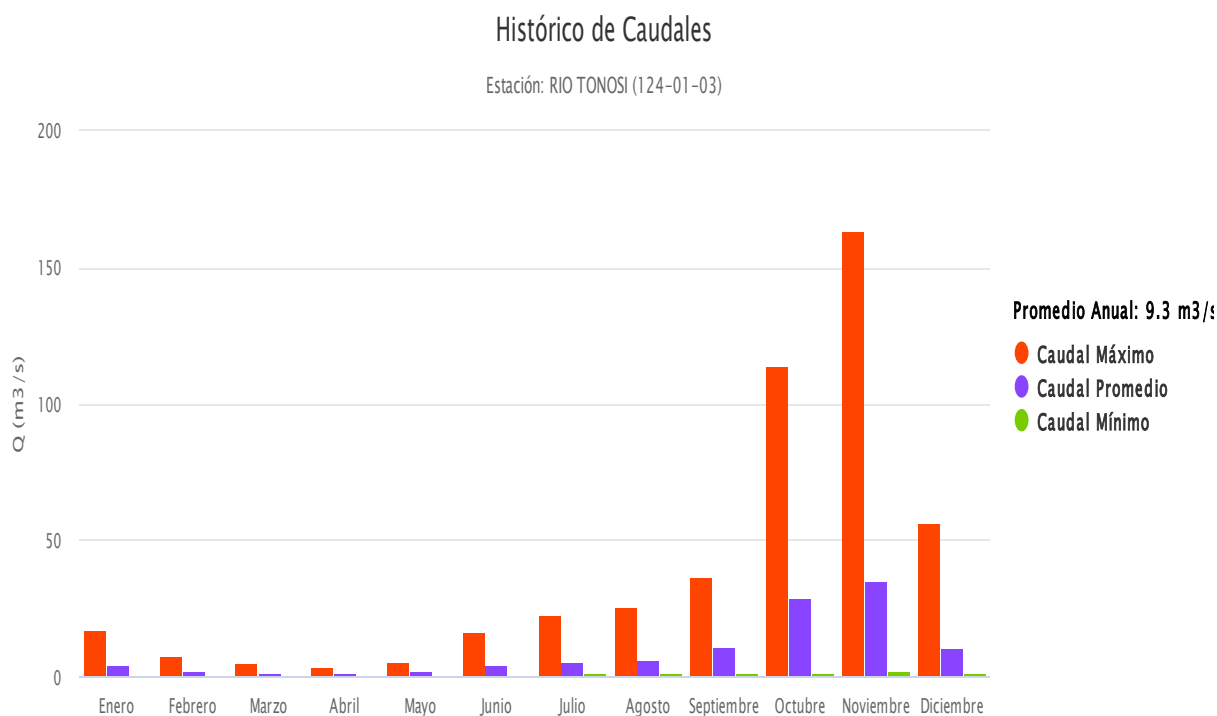


Gráfico N°6-9: Caudales en (m³/s) de la estación utilizada para el traslado de caudales 124-01-03 ubicada en el puente del río Tonosi (1999-2019)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

131

ESTACION 124-01-03	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Q Max	17.40	7.80	4.60	3.30	5.50	16.40	23.00	25.10	36.70	114.40	163.40	56.70	163.40
Q Promedio	4.00	2.00	1.30	1.10	1.80	4.20	5.70	6.40	10.70	28.60	35.30	10.40	9.29
Q Minimo	0.60	0.60	0.50	0.50	0.60	0.80	1.10	1.20	1.50	1.60	1.80	1.10	0.50

Cuadro N°6-10: Caudales en (m³/s) de la estación utilizada para el traslado de caudales 124-01-03 ubicada en el Rio Tonosi (1999-2019)

✓ Metodología para el Cálculo de Caudales (Máximos, Mínimos y Promedios)

Quebradas Madroño y Amazónica.

El Método de transposición de caudales consiste en estimar el caudal desconocido de una cuenca (Subcuenca o Microcuenca) a partir del caudal conocido de otra, suponiendo que las condiciones hidrológicas de ambas son semejantes a gran escala, por lo que su producción hídrica sería proporcionalmente la misma teniendo en cuenta los parámetros mencionados. Por eso se implementa un factor para el caudal que es la relación entre los parámetros utilizados así:

Transposición por áreas

$$\text{Caudal transpuesto} = \frac{(\text{Área de cuenca a transponer})}{(\text{Área de cuenca conocida})} * \text{Caudal conocido}$$

Transposición por áreas y precipitación:

$$\text{Caudal Transpuesto} = \frac{\text{Área de la cuenca a Transponer}}{\text{Área de la cuenca Conocida}} * \text{Caudal Conocido}$$

Transposición por áreas, precipitación y evapotranspiración:

Caudal transpuesto

$$= \frac{\text{Área} * (\text{Pptn.} - \text{Evap.}) \text{ de cuenca a transponer}}{\text{Área} * (\text{Pptn.} - \text{Evap.}) \text{ de cuenca conocida}} * \text{Caudal conocido}$$

Para el Sitio Colindante con el Proyecto Lotificación Hidden Beach, en la Margen izquierda (en secciones determinadas) del Quebrada Madroño, el área de drenaje es de **2.05 Km²**.

$$QF = \frac{2.05 * (1786.9 - 1322.20)}{671 * (1721.6 - 1322.20)} = \frac{(2.05) * (464.70)}{(671) * (399.40)} = \frac{952.64}{267,997.40}$$

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

132

$$QF = 0.00355466$$

Para el Sitio que pasa dentro del polígono del Proyecto Lotificación Hidden Beach, de la Quebrada Amazónica, el área de drenaje es de **0.88 Km²** .

$$QF = \frac{0.88 * (1786.9 - 1322.20)}{671 * (1721.6 - 1322.20)} = \frac{(0.88) * (464.70)}{(671) * (399.40)} = \frac{408.94}{267,997.40}$$

$$QF = 0.00122591$$

Caudales de la Quebrada Madroño colindante con el Proyecto Lotificación Hidden Beach

Quebrada Madroño en metros Cúbicos por Segundo

QUEBRADA MADROÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Q Max	0.0619	0.0277	0.0164	0.0117	0.0196	0.0583	0.0818	0.0892	0.1305	0.4067	0.5808	0.2015	0.5808
Q Promedio	0.0142	0.0071	0.0046	0.0039	0.0064	0.0149	0.0203	0.0227	0.0380	0.1017	0.1255	0.0370	0.0330
Q Mínimo	0.0021	0.0021	0.0018	0.0018	0.0021	0.0028	0.0039	0.0043	0.0053	0.0057	0.0064	0.0039	0.0018

Cuadro N°6-11: Caudales Máximos Promedios y Mínimo Quebrada Madroño.(m³/Sg)

Quebrada Madroño en Litros por Segundo

QUEBRADA MADROÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Q Max	61.85	27.73	16.35	11.73	19.55	58.30	81.76	89.22	130.46	406.65	580.83	201.55	580.83
Q Promedio	14.22	7.11	4.62	3.91	6.40	14.93	20.26	22.75	38.03	101.66	125.48	36.97	33.03
Q Mínimo	2.13	2.13	1.78	1.78	2.13	2.84	3.91	4.27	5.33	5.69	6.40	3.91	1.78

Cuadro N°6-12: Caudales Máximos Promedios y Mínimo Quebrada Madroño (litros /Sg)

Caudales de la Quebrada Amazónica que se ubica dentro del proyecto Lotificación Hidden Beach

Quebrada Amazónica en metros Cúbicos por Segundo

QUEBRADA AMAZONICA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Q Max	0.0213	0.0096	0.0056	0.0040	0.0067	0.0201	0.0282	0.0308	0.0450	0.1402	0.2003	0.0695	0.2003
Q Promedio	0.0049	0.0025	0.0016	0.0013	0.0022	0.0051	0.0070	0.0078	0.0131	0.0351	0.0433	0.0127	0.0114
Q Mínimo	0.0007	0.0007	0.0000	0.0006	0.0007	0.0010	0.0013	0.0015	0.0018	0.0020	0.0022	0.0013	0.0000

Cuadro N°6-13: Caudales Máximos Promedios y Mínimo Quebrada Amazónica.(m³ /Sg)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

133

Quebrada Amazónica en Litros por Segundo

QUEBRADA AMAZONICA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Q Max	21.33	9.56	5.64	4.05	6.74	20.10	28.20	30.77	44.99	140.24	200.31	69.51	200.31
Q Promedio	4.90	2.45	1.59	1.35	2.21	5.15	6.99	7.85	13.12	35.06	43.27	12.75	11.39
Q Mínimo	0.74	0.74	0.00	0.61	0.74	0.98	1.35	1.47	1.84	1.96	2.21	1.35	0.00

Cuadro N°6-14: Caudales Máximos Promedios y Mínimo Quebrada Amazónica
(litros /Sg)

6.6.1.a 1. Caudales Maximos (Quebrada Madroño y Amazónica)

Para este estudio, dividimos calculamos las dos quebradas por separadas puesto que las mismas desalojan sus aguas al Océano Pacifico:

- ✓ Quebrada Madroño con un área de Drenaje de **2.05 Km²**
- ✓ Quebrada Amazónica con un área de Drenaje de **0.88 Km²**

Se utilizo el método Racional para el cálculo de crecidas máximas. Se uso este método debido a que las áreas de Drenaje son menores a **250 Has o 2.5 Km²** utilizaremos esta metodología.

✓ Método Racional

Para el cálculo de los caudales utilizaremos el Método Racional debido a que se trata de una cuenca pequeña. Menos de 250 hectáreas.

$$Q = CiA/360$$

En donde:

Q = Caudal máximo en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía

i = Intensidad de lluvia en mm/hora

A = Área de drenaje de la cuenca en Ha.

RH= Area / Pm

A. Las suposiciones incluidas en la Fórmula Racional son:

1. El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad particular de lluvia ocurre si la duración de misma es igual o mayor que el tiempo de concentración.

2. El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad específica de lluvia con duración igual o mayor que el tiempo de concentración es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia.
3. La frecuencia de ocurrencia del escurrimiento máximo es la misma que la de la intensidad de la lluvia con la cual se calculó.
4. El escurrimiento máximo por área unitaria disminuye conforme aumenta el área de drenaje y la intensidad de la lluvia disminuye conforme aumenta su duración.
5. El coeficiente de escorrentía permanece constante para todas las tormentas en una cuenca.

TIPO DE SUELO	"C"
Techos y Pavimento	0.75-1.00
Pavimento de concreto hidráulico	0.70-0.90
Suelos impermeables	0.40-0.65
Suelos ligeramente permeables	0.15-0.40
Suelos moderadamente permeables	0.05-0.20

Cuadro N°6-15 Valores Recomendados para el Coeficiente "c" utilizados en el Método Racional.

Según el manual de aprobación de planos del Ministerio de Obras Públicas de la República de Panamá, la intensidad de la lluvia para un periodo de retorno de **1:50** años, medido en pulgada/hora está dado por:

$$I = \frac{370}{33 + T_c}$$

I = Intensidad de lluvia (pulg/hora)

Se define como el tiempo requerido para que escurra el agua desde el punto más distante de una cuenca hasta el punto de medición de flujo o caudal. Existen varias fórmulas para calcular el tiempo de concentración. Utilizaremos la de Kirpich.

$$t_c = 3.7688 \left(\frac{L}{\sqrt{p}} \right)^{0.77}$$

En donde:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

135

t_c = Tiempo de concentración en minutos

L = Longitud de la cuenca en Kilómetros

P = Pendiente de la cuenca en m/m

✓ **Tiempo de Concentración para la Quebrada Madroño**

$L_c = 2200$ m (longitud de la cuenca)

$\Delta h = 29.50 - 12.425 = 17.075$ m (desnivel de la cuenca)

$p = 17.07/2200 = 0.00776$ m/m (pendiente de la cuenca)

$$t_c = 3.7688 \left(\frac{2.2}{\sqrt{0.00776}} \right)^{0.77}$$

$t_c = 44.90$ minutos

$$i = \frac{370}{44.90 + 33}$$

$i = 4.75$ pulgadas por hora

$i = 4.75 \times 25.40 = 120.65$ mm / hora

Cálculo de Caudal con tiempo de retorno de 50 años para la Quebrada Madroño

Quebrada Madroño

$AD = 205$ Ha. (Quebradas Madroño)

$I_{50} = 119.63$ mm/hora

$Q_{50} = 0.85 \times 119.63 \times 205 / 360 = 57.90$ m³/s Quebrada Madroño

Cálculo de Caudal con tiempo de retorno de 50 años para la Quebrada Amazónica

Tiempo de Concentración para la Quebrada Amazónica

$L_c = 1050$ m (longitud de la cuenca)

$\Delta h = 28.5 - 12.425 = 16.07$ m (desnivel de la cuenca)

$p = 16.07/1050 = 0.0153$ m/m (pendiente de la cuenca)

$$t_c = 3.7688 \left(\frac{1.05}{\sqrt{0.0153}} \right)^{0.77}$$

$t_c = 19.56$ minutos

$$i = \frac{370}{19.56 + 33}$$

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARRIBA, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

136

$i = 7.04$ pulgadas por hora

$i = 7.04 \times 25.40 = 178.82$ mm / hora

AD = 88Ha. (Quebradas Amazónica)

$I_{50} = 178.82$ mm/hora

$Q_{50} = 0.85 \times 178.82 \times 88 / 360 = 37.15$ m³/s Quebrada Amazónica

6.6.1.b Corrientes Mareas y Oleajes

El patrón de circulación en la península de Azuero se encuentra influenciado por el sistema presente frontal y por las corrientes generadas por las mareas, estableciéndose un patrón dinámico de tipo bidimensional, es decir que se presenta una corriente residual entre los períodos de flujo y reflujo, con dirección hacia el Sudoeste y de baja intensidad (**5 a 7 cm/s**). Debido al sistema de mayor escala mencionado anteriormente, las velocidades aumentan directamente proporcional a las isobatas, o sea que, a medida que aumenta la profundidad aumenta la velocidad. El modelo asume esta condición y la misma está basada en la variabilidad observada por Bennett en 1965, en las cartas de pilotaje y otros estudios como los efectuados.

En la parte central y más exterior de la península de Azuero, el patrón de corrientes presenta flujos de intensidad moderada a fuerte y con gran variabilidad durante sus estados. Mediante la literatura consultada se determinó que, si bien la dirección más frecuente de las corrientes superficiales frente al área del Proyecto Lotificación Hidden Beach, ubicada cerca a las costas de Playa Veano, se dirige hacia el **W, SW y S** en el **50 al 70%** del tiempo, durante la marea creciente (**llenante**), dichas corrientes se orientan hacia el **NW** en un **25%** del tiempo mientras que, en la marea bajante durante un **70%** del tiempo las corrientes registradas se dirigieron al **SW y S** fluyendo lógicamente hacia afuera del área de estudio y finalmente alrededor del **15%** del tiempo fluyeron hacia el Oeste. Los resultados observados en diferentes estudios reproducen muy bien las características del flujo en el área de la Península de Azuero y para nuestro caso en particular el sector de Playa Veano (Playa Escondida) (Hidden Beach), tanto para las corrientes producidas por la marea como para las corrientes costeras y aquellas en áreas próximas al área de estudio. En definitiva, los resultados observados

en los cuatro (4) estados de las mareas de Sicigia (**bajamar, pleamar, flujo máximo y reflujo máximo**) son consistentes con las observaciones de **Bennett (1965)**, confirmando el patrón general del sistema dinámico de la Península de Azuero y las Costas en el área de influencia de este estudio. Se puede apreciar que, el modelado en los cuatro estados de marea representa las condiciones actuales y que la componente residual, la cual responde a la Corriente de Colombia tiene poca incidencia en el área de estudio, ya que la misma se ubica paralela a la entrada y se hace más evidente su presencia en marea de pleamar y bajamar en la parte exterior de la costa de Azuero.

Los resultados demuestran, que la marea es el flujo de energía dentro de la costa, es decir, que por sus características geomorfológicas y batimétricas, la costa de la Península de Azuero está supeditada a las entradas y salidas de la marea en todos sus estados; por lo que gran parte de la superficie queda al descubierto durante la marea baja por un intervalo de aproximadamente **(6) seis horas**, que dependiendo de la amplitud de ésta aumenta su extensión, condición que es observada durante las mareas negativas de Sicigias. Por lo que se observa, el modelo general y las mediciones realizadas en sitio son similares, por lo tanto se verifica el modelo.

Las velocidades de corrientes son débiles en la parte Oeste de la Costa de Playa Escondida (Hidden Beach). Mientras, que la mayor velocidad con fluctuaciones hasta de **45 cm /s** hacia afuera se ubica en la entrada del lugar denominado Playa Venao justamente donde comienza a cambiar la profundidad, las puntas son áreas de bajas velocidades. Los máximos de Sicigias en condición de reflujo aumentan su velocidad específicamente a partir de la tercera hora, una vez establecido el estado vaciante se dirige principalmente hacia el **SE y SSE** con velocidades fuertes concentradas en la parte media y exterior de la Costa, condición que favorece el transporte hacia afuera.

De acuerdo a registro tomados por la Empresa LANDSTAR GROUP, S.A. las velocidades cercanas a la Costa de Azuero durante un período; velocidades bajas **(8.00 – 10.0 cm/s)**, moderadas **(16.0 – 28.0 cm/s)** y fuertes **(34.0 – 44.0 cm/s)**.

El valor máximo excedido del **10%** del tiempo de la corriente de marea **(30 min a 6 horas)** es **28 cm/s**, el resto de las velocidades se encontraron por debajo del **10 %** de

exceso. La Gráfica siguiente, revela que a medida que se va estableciendo la condición de reflujo o descenso máximo, la velocidad va aumentando hasta alcanzar su primer máximo a las tres horas y media de vaciante, condición que continua hasta la cuarta y quinta hora. Esta variación del reflujo es de gran importancia para establecer las áreas que tienen capacidad de tracción por la marea y en qué momento del ciclo de marea actúa sobre un espacio interno de las costas de Azuero.

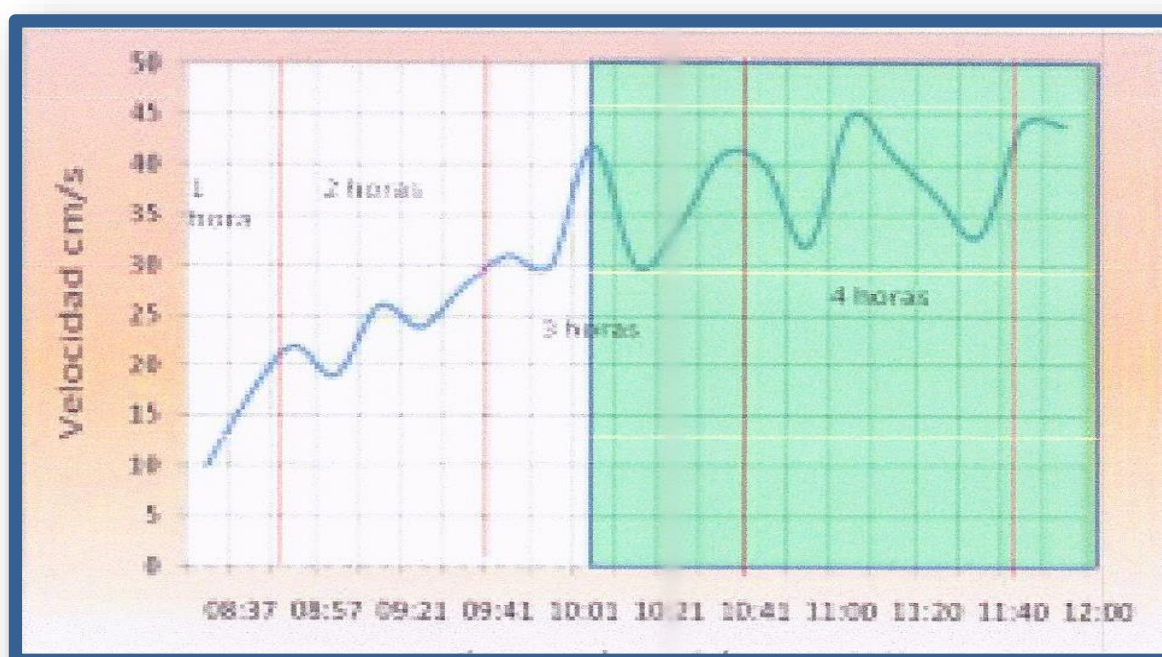


Gráfico N°6-10 Velocidad de Corriente vs. Tiempo Estado Vaciente en Sicigia, Costas de Azuero. Información Suministrada por LANDSTAR CONSULTORIA & INSPECCION -2020

En resumen, se tienen dos componentes en el sistema dinámico general; el primero constituido por la componente residual que responde a la Corriente de Colombia.

El segundo constituido por las corrientes generadas por las mareas, la cual determina la hidrodinámica en las costas de Azuero en toda su extensión; es decir que cuando se establece la condición de llenante la dirección del flujo es hacia el **N y NW** y viceversa en reflujo con dirección predominante hacia el **SSE**, que se integra a las condiciones del mar, o sea, al otro componente hacia el **S, SW**.

✓ Mareas

Resulta de interés mencionar que, las mareas en Panamá no sólo se deben a causas astronómicas, sino que están fuertemente influenciadas por la forma ístmica del país, los vientos y otros factores que hacen que las mareas sean mayores en la costa occidental.

Las mareas de la costa Pacífica son semidiurnas regulares, o sea dos pleamares (**mareas altas**) y dos bajamares (**mareas bajas**) por día con un periodo de

aproximadamente de **12.4 horas** y desigualdades diurnas del orden del **7%** del valor medio de la amplitud. Se presentan dos tipos de mareas, alternadas cada catorce días, de acuerdo con los períodos lunares. En el primer tipo, el rango de amplitud mareal es menor, con mareas menos altas y bajas, y se denomina marea de cuadratura y corresponde a los cuartos lunares. El otro período mareal corresponde a las mareas de **Sicigia** que se producen cada **14 días** cuando los componentes lunar y solar se encuentran relativamente más alineados, luna llena y luna nueva y en consecuencia mayor amplitud que las mareas medias, pleamares más altas y bajamares más bajas. Las mareas, como se ha mencionado, presentan una subida y una bajada, durante este proceso el flujo de marea (ascenso) se dirige hacia el **N, NW** y el reflujo (descenso) hacia el **SSW, SW**. Aunque, se podría dirigir hacia otras direcciones bajo circunstancias particulares y/o a otros eventos climáticos.

✓ Oleaje

El oleaje incidente en el área de las Costas de Azuero se compone de las olas generadas localmente por los vientos que soplan en el Golfo y de las olas que penetran a este golfo desde el océano y se propagan hacia la costa, independientemente de la dirección en que esté soplando el viento.

La caracterización del oleaje, en la Playa Escondida (Frente al Proyecto Lotificación Hidden Beach), se realizó mediante la corrida de un modelo de simulación efectuado por la Empresa LANDSTAR CONSULTORIA & INSPECCION 2020. Para la evaluación del oleaje incidente se partió de la información obtenida de altura significativa de la ola,

períodos y dirección en el punto de grilla **NOAA**. A continuación, presentamos las condiciones del Oleaje en las costas de Azuero al momento de realizar el levantamiento de campo para este Estudio.

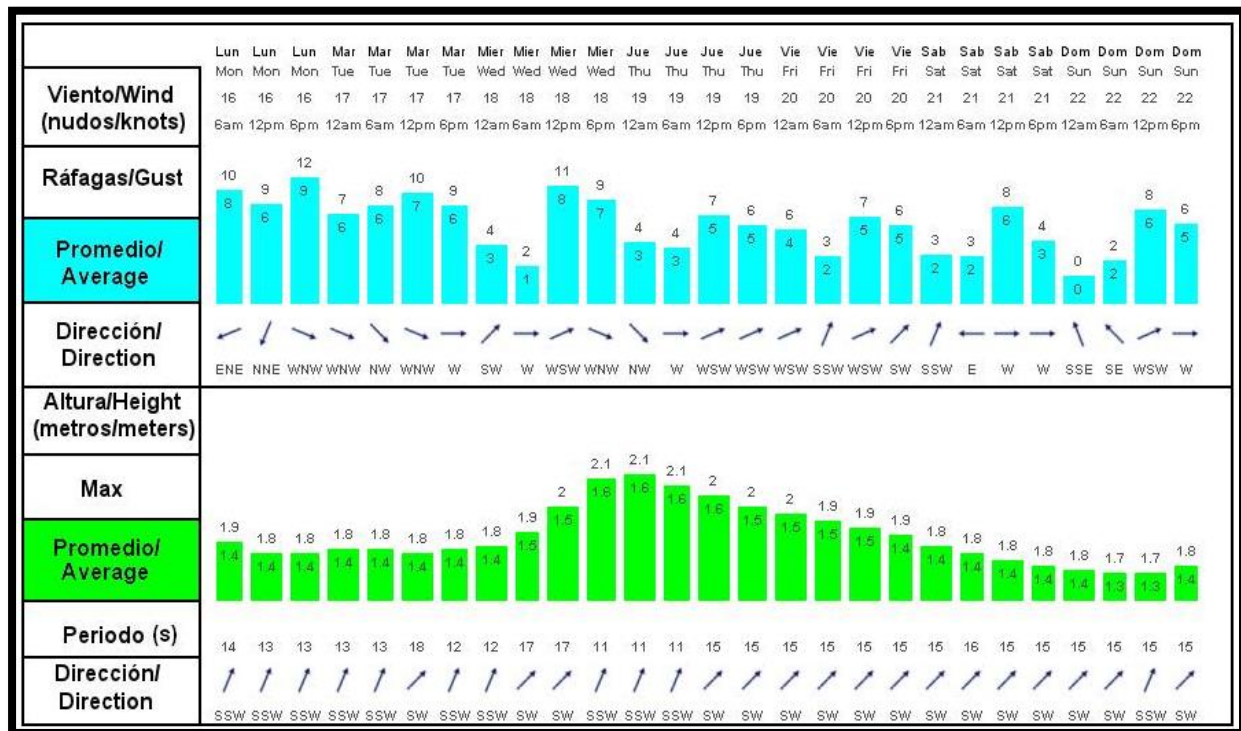


Gráfico N°6-11 Periodo de Plenamar y baja Mar Península de Azuero Información Suministrada por: LANDSTAR CONSULTORIA & INSPECCION --- 2020

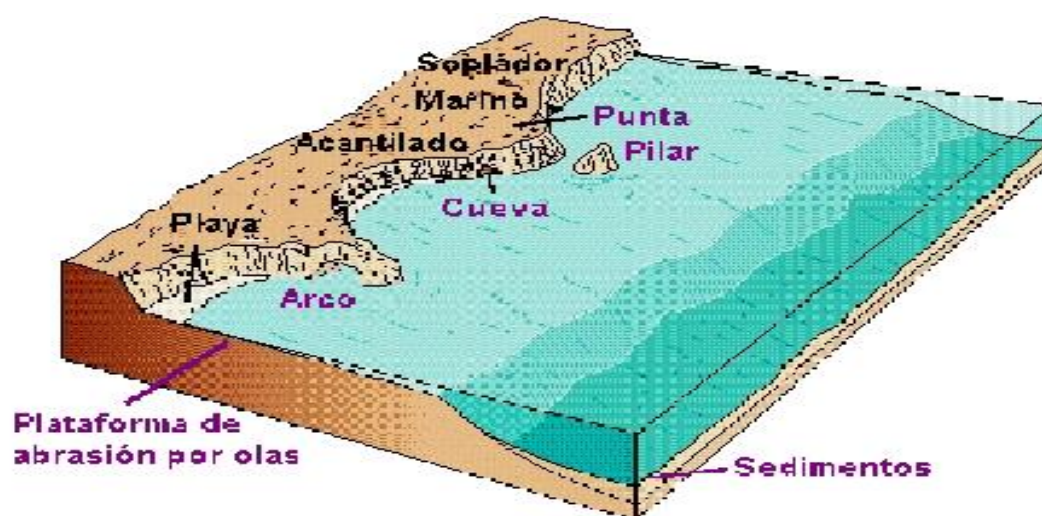


Imagen N°6-10: Plataforma de abrasión por las olas- Encontrado en la Península de Azuero.

6.6.2 Aguas Subterráneas

Para esta descripción se procedió con la investigación de los pozos inventariados dentro de la formación **K-VE Playa Venao**, lo que se obtuvo información valiosa del área donde se desarrollara el Proyecto Lotificación Hidden Beach.

El promedio de la productividad de los pozos en el área del proyecto es de **13 m³/h**, sin embargo, los pozos más productivos, en la formación **K-VE Playa Venao**, están localizados en un área extensa por lo que representan el conjunto de la formación geológica, además se han reportado pozos con alto rendimiento.

La calidad química de las aguas en esta formación es generalmente buena, el total de sólidos disueltos oscila entre **63 y 376 ppm**, el promedio de la conductividad eléctrica es de 233 micromho a 25°C.

6.6.2.a Caracterización de los Acuíferos

La determinación y localización de los acuíferos, consistió en el análisis de las características físicas de las rocas, en las diferentes formaciones geológicas, hacia la posibilidad teórica de poder contener agua subterránea. Se trata de un criterio únicamente cualitativo, que plantea diferentes hipótesis, tales como las siguientes: los sedimentos aluviales deben conformar una capa acuífera; las rocas ígneas y las calizas fracturadas constituyen redes acuíferas; mientras que las rocas ígneas, macizas y no fracturadas, no contienen aguas subterráneas. La Evaluación de la productividad de los acuíferos en el Área del Proyecto confirmaron la existencia de agua subterránea.

En el grupo de acuíferos del tipo predominantemente fisurados encontramos cuatro unidades hidrogeológicas, conformadas principalmente por materiales ígneos. La excepción en este grupo lo constituyen la unidad hidrogeológica conformada por rocas sedimentarias compactas fisuradas como las calizas y areniscas. Las cuatro unidades hidrogeológicas se caracterizan por estar consideradas de Permeabilidad Variable y en ellas se encuentran Acuíferos de Productividad Moderada a media (**Q =40 – 50 m³/h**).

6.7 Calidad Del Aire

El aire en el sitio del proyecto al momento de realizar la línea base, se percibió con muy baja contaminación, debido a que se encuentra en un área predominantemente rural, con presencias de fincas y áreas naturales, de tránsito vehicular de temporada (Bajo). El mayor tráfico se encuentra en la carretera **Pedasí-Los Asientos-Playa Venado-Cañas-Tonosi**

✓ Resultados

Para este estudio los resultados obtenidos de partícula de polvo indican que las concentraciones promedio para **PM4** varían desde **0.015 mg/m³** hasta **0.030 mg/m³**. De igual manera se obtuvieron resultados de concentración para **PM10 (Ver Informe Técnico ANEXO VI)**



Foto N°6-6: Prueba de Calidad de Aire

6.7.1 Ruido

El sitio del proyecto Lotificación Hidden Beach, se encuentra libre de ruidos y vibraciones ya que las áreas pobladas vecinas. Más, Sin Embargo, el ruido se produce en la carretera (Pedasí-Los Asientos -Playa Venao-Cañas-Tonosi) que se encuentra a en la parte frontal del Proyecto.

Durante la construcción se generarán ruidos en el área del proyecto de carácter temporal un poco mayor al sonoro para áreas residenciales de 60 decibeles (en escala)

en horario de 6:00 a.m. a 6.00 p.m., especialmente por el uso de maquinaria y equipo, por los trabajos de construcción y por la concentración de trabajadores. Los mayores niveles se darán durante la Etapa de Construcción; durante la Operación los ruidos serán mínimos, derivados de la actividad residencial.



Foto N°6-6: Prueba de
Ruido Ambiental-
Proyecto Lotificación
Hidden Beach

✓ Resultados

El área de interacción directa no presenta fuentes artificiales emisoras de ruido y vibraciones. El Proyecto tiene las Normas Residenciales y según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, las zonas Residenciales y periféricas silenciosas tienen una L_{dn} medio de **50 dBA**, mientras que las zonas de tránsito vehicular urbanas muy ruidosas presentan valores de L_{dn} de **70 dBA**. Los niveles de ruidos normales en emplazamientos rurales son de **30 a 35 dBA** y en lugares solitarios son del orden de 20 dBA (Canter, 1998). Comparando estos resultados con la legislación nacional vigente (**Decreto**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARriba, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

144

Ejecutivo N°306 de 4 de septiembre del 2002, modificado por el Decreto Ejecutivo N°1 del 15 de enero de 2004), se puede concluir que actualmente los niveles promedios registrados en el área de influencia de esta evaluación se encuentra por debajo de los 60 dBs tal como se establece para el horario diurno (Ver Informe Técnico ANEXO VII)

6.7.2 Olores

Los olores pueden considerarse de riesgo a la salud cuando ocurren de manera persistente y provienen de la emisión de gases tóxicos. No se espera que dentro del proyecto se vea afectada por olores debido a que las emisiones provenientes de las máquinas, equipos y sustancias a utilizar en el periodo de construcción de la infraestructura tienden a disiparse en distancias relativamente cortas de las fuentes de emisión y son de carácter temporal.

6.8 Antecedentes sobre la vulnerabilidad frente a Amenazas Naturales en el área.

A continuación presentamos este cuadro para referencia de Amenazas Naturales que han impactados área Vulnerables en la Republica e Panamá

Evento	N° de registros	Muertos	Heridos	Desaparecidos	Evacuados	Afectados	Viv. Destruídas	Viv. Afectadas	Pérdidas Económicas En US\$.
Deslizamientos	245	26	21	-	449	1,101	129	1348	408,520
Erupciones Volcánicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsunamis	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Marejadas	34	-	-	-	-	2,327	10	453	375,500
Huracanes	4	-	-	-	-	70	2	16	1,500
Sismos	24	25	600	-	-	-	-	1,024	1,500
Inundaciones	579	49	236	11	2562	70,910	2,331	19,965	500,000,000
Incendios	39	1	1	-	-	-	3	-	25,000
TOTAL	926	101	858	11	3011	74,408	2,472	22,806	1,312,020.0

Cuadro N°6-12 Amenazas Naturales de la República de Panamá (2010-2020) Fuente: CEPREDENAC, SINAPROC, CRID, Proyecto DESINVENTAR, FLACSO.---SINAPROC 2019

✓ Antecedente Sismos

El cálculo del peligro sísmico se evalúa con el fin de predecir las posibles aceleraciones, velocidades y desplazamientos que podrían ocurrir en un lugar determinado al considerar los datos de sismos pasados y la tectónica asociada a la actividad sísmica. Los datos históricos demuestran la ocurrencia de varios terremotos

grandes ($M > 4.5$) en la Península de Azuero durante tiempos históricos. La mayor parte de esta actividad sísmica ha impactado a los poblados cerca a las costas, a lo largo del eje de la Zona de Fractura de Panamá. Para el sitio del Proyecto Lotificación Hidden Beach, ubicado en el Corregimientos de Orias Arriba, Distrito de Pedasí se encontró que la aceleración máxima del terreno (**PGA**), en un sitio central es de **4.5 m/seg²**, para una probabilidad anual de excedencia de **0.002**, o sea una probabilidad de excedencia del **10% en 50 años** y **2.7 m/ seg²**, para una probabilidad anual de excedencia de 0.001, o sea una probabilidad de excedencia del 10% en 100 años.

6.9. Identificación de los sitios propensos a Inundaciones

Considerando que el proyecto colinda con la Quebrada Madroño, y dentro del proyecto pasa la quebrada Amazónica se procedió a realizar una simulación Hidrológica e Hidráulicas, en donde se presentan los niveles seguros de terracería. Los Resultados de esta simulación demostró que el área **No es inundable.**

6.10 Erosión y Deslizamiento

Para este punto utilizamos la metodología Mora Barzón Mora

Lluvia máxima en 24 horas, período de retorno 100 años [mm]	Descripción	Valor del parámetro qp
< 100	Muy bajo	1
100-200	Bajo	2
200-300	Medio	3
300-400	Alto	4
> 400	Muy alto	5

Cuadro N°6-8: Valoración del Parámetro de Disparo por Lluvias qp (Mora, R. et al., 1992). Para el área del Proyecto Lotificación Hidden Beach.2020

✓ Deslizamientos

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los seres humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb-1989); sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia. El **90%** de las pérdidas por

deslizamientos e inundaciones son evitables si el problema se identifica con anterioridad y si toman medidas de prevención o control (Suárez, 2001).

Los deslizamientos son definidos como el movimiento de masas de las rocas o flujos de tierra que se desplazan pendiente abajo, cuando el esfuerzo cortante excede a la resistencia al corte del material.

Las causas que generan los deslizamientos son:

A). Incremento del esfuerzo cortante que es producido por

- ✓ remoción del soporte lateral y de base
- ✓ incremento de la carga
- ✓ incremento de la presión lateral
- ✓ esfuerzos transitorios
- ✓ movimientos tectónicos regionales

B). Disminución de la resistencia al corte

- ✓ disminución de la resistencia del material
- ✓ cambios en las fuerzas intergranulares provocada por las presiones del agua en los poros
- ✓ cambios en la estructura

C). Otros factores que juegan un papel importante en la generación de deslizamientos son:

- ✓ tipo de material
- ✓ atributos geomorfológicos (pendiente)
- ✓ tipos de movimientos
- ✓ clima
- ✓ agua
- ✓ mecanismo de disparo (sismos, lluvias, actividad humana, otros.).

Un deslizamiento no se produce súbitamente, existen signos previos, tales como deformaciones del terreno de la masa que se pondrá en movimiento, así como grietas en el lugar en donde se iniciará el deslizamiento. Estos eventos se pueden originar en fallas de laderas de cerros, cañadas, barrancas y riberas de ríos, lagunas o represas.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II	PROYECTO LOTIFICACIÓN HIDDEN BEACH UBICADO EN MADROÑO, CORREGIMIENTO DE ORIAS ARriba, DISTRITO DE PEDASI, PROVINCIA DE LOS SANTOS	PROMOTOR: SOUTH BAY DEVELOPMENT S.A.
--	--	---

147

El área del Polígono donde se desarrollará este proyecto LOTIFICACION HIDDEN BEACH, No es propensa a sufrir deslizamiento de Tierra, Sin embargo, durante el movimiento de tierra se deben tomar todas las medidas de prevención y mitigación para evitar que ocurran.