

Pregunta N°1: El ESIA señala que el proyecto se ejecutará en un terreno con una superficie total de 1 ha + 5000 m<sup>2</sup> y se estima un área total de construcción de 9,588.45 m<sup>2</sup>, no obstante, no se incluye el área a trabajar para los accesos y salidas al proyecto, por lo tanto:

- Cuál es el área a impactar (m<sup>2</sup>) con los trabajos en la servidumbre.
- Aportar coordenadas DATUM WGS84

Respuesta N°1: Para el área a a trabajar para los accesos y salidas al proyecto, se considera según los documentos constructivos adjuntos a esta respuesta:

- El área a impactar con los trabajos en la servidumbre es de 3,855 m<sup>2</sup>
- Las coordenadas UTM (DATUM WGS84) son:

Punto	Este	Norte
1	640221.29	985406.64
2	640270.75	985423.73
3	640301.66	985402.82
4	640324.46	985402.41
5	640326.33	985396.47
6	640200.62	985355.68
7	640198.71	985360.79
8	640213.94	985375.74

Pregunta N°2: Presentar autorización de uso de servidumbre vial de la Autopista Arraiján - La Chorrera, por parte del Ministerio de Obras Públicas (MOP), para la construcción de los accesos al área del proyecto.

Respuesta N°2: En estos momentos los planos de construcción se encuentran en el proceso de aprobación ante las autoridades competentes, entre ellas el Ministerio de Obras Públicas (MOP). Una vez se cuente con los planos aprobados se podrá gestionar ante el Ministerio de Obras Públicas (MOP) la autorización de uso de servidumbre vial de la Autopista Arraiján - La Chorrera. En consecuencia

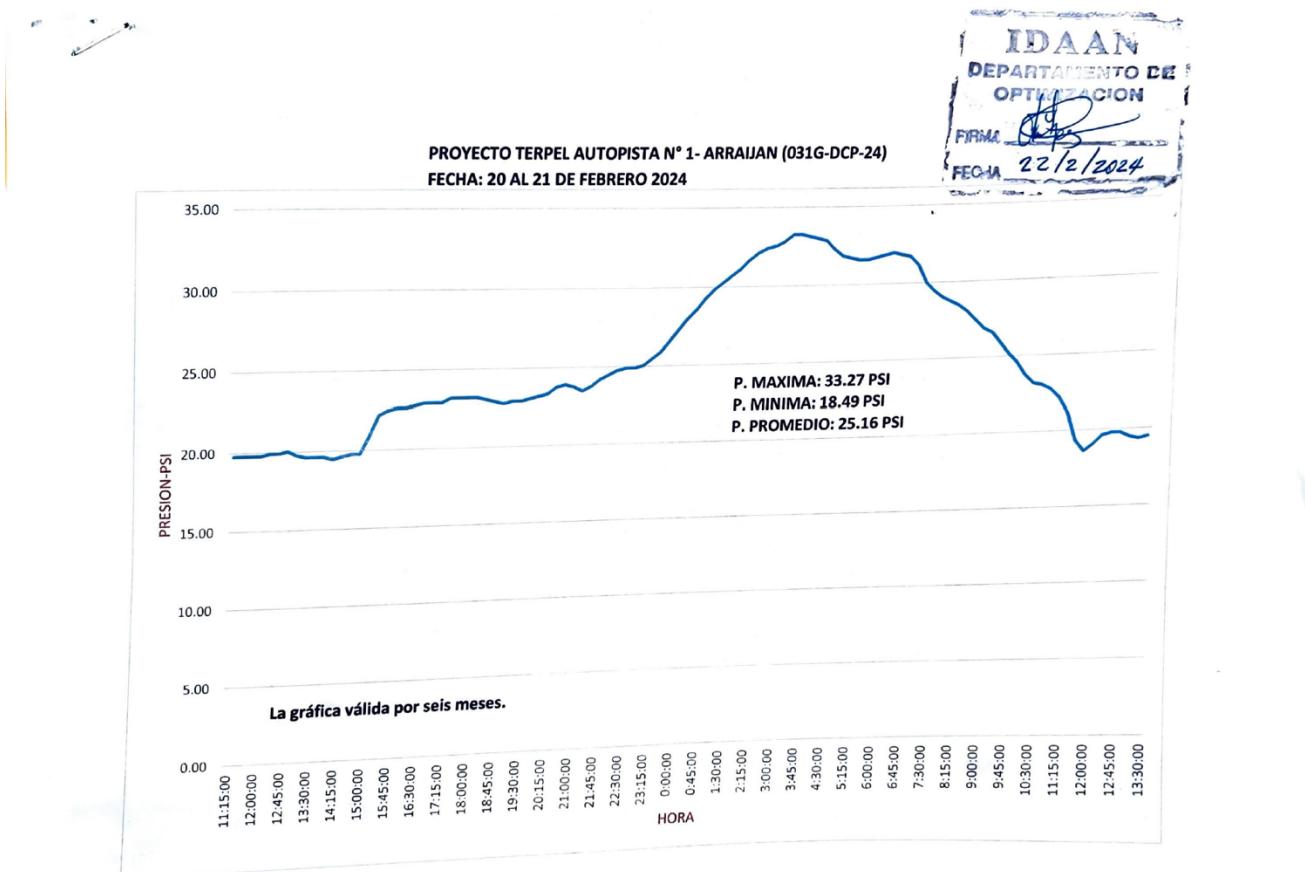
Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024

Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"

Promotor: "Petroliera Nacional, S.A."

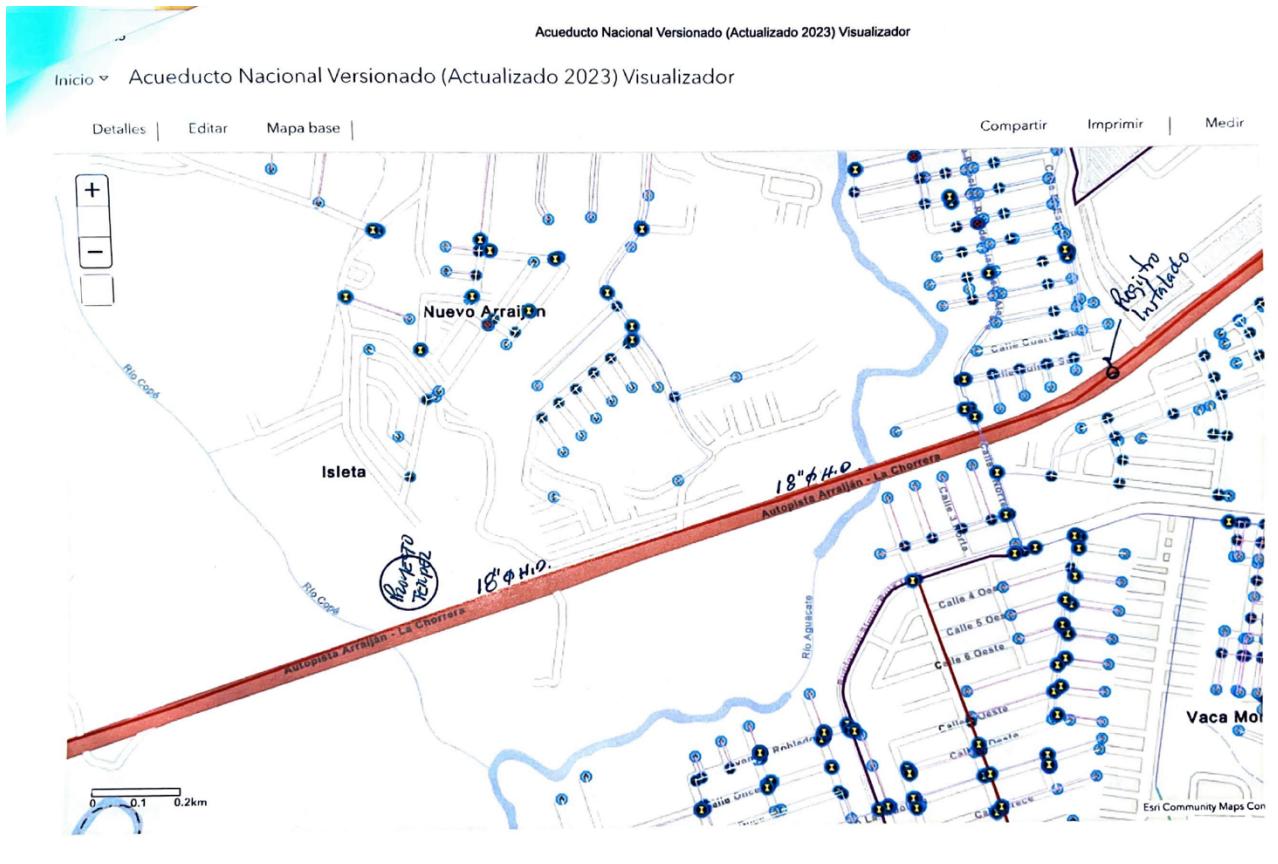
respondemos a esta pregunta proponiendo que esta autorización será presentada a MiAmbiente previo inicio al proceso de construcción.

Pregunta N°3: En base a la Nota N° 263 Cert. - DNING, del 26 de diciembre de 2023, emitida por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales - IDAAN, presentar la gráfica de presión en la cual se señale si la tubería de 18" 0, ubicada en la Autopista Arraiján - La Chorrera, cuenta con la capacidad para abastecer la demanda del proyecto a desarrollar.



Respuesta N°3: A continuación gráfico de presión emitido para el proyecto:

Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024  
Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"  
Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."



<https://daan.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=355cbae5fed7471183d3cb39bf290474>

1/1

**Pregunta N°4:** El EslA, en el punto 5.6 Hidrología señala que "el proyecto de... es colindante con el Rio San Bernardino", sin embargo, en el Informe de verificación de coordenadas de la Dirección de Información Ambiental - DIAM, y en el Informe Técnico de la Sección de Seguridad Hídrica del Ministerio de Ambiente, indica la existencia de una (1) quebrada colindante al polígono, la cual será intervenida para el acceso al proyecto.

Además el EslA no detalla los trabajos que se realizarán para el acceso y salida de la estación de combustible, desde la autopista Arraiján - La Chorrera, ya que esa zona es atravesada por la Quebrada Sin Nombre, por lo tanto:

- Aclarar las colindancias o linderos de la propiedad, ya que las colindancias señaladas en el EslA no se menciona la existencia de la quebrada.
- Describir el tipo de obra física proyectada para acceder al área del proyecto, en cumplimiento con los requisitos de la Resolución No. DM-0431-2021 del 16 de agosto de 2021, "Por la cual establecen los requisitos para autorización de obra en cauces naturales en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones" y de la Ley Forestal No. 1 del 3 de febrero de 1994, la cual establece en el artículo 23, numeral 2: "en los ríos y quebradas, se tomará en consideración en ancho del cauce y se dejará a ambos lados una franja de bosque igual o mayor al ancho del cauce que en ningún caso será menor de diez (10) metros"
- Presentar coordenadas donde se ubicarán las obras físicas a construir para el acceso y salida del proyecto.
- Presentar análisis de calidad de agua y Estudio Hidrológico de la quebrada existente en el sitio.
- Presentar plano legible del polígono del proyecto, identificando los cuerpos hídricos existentes.
- Presentar un inventario forestal pie a pie, tomando en cuenta los árboles con diámetros iguales o mayores a los 20 cm, detallar los árboles por especie, familia y cantidad, así como los datos dasométricos de cada uno.
- Qué medidas de mitigación implementarán durante la etapa de construcción, para minimizar la afectación a la quebrada.

**Respuesta Nº4:** Respecto a los trabajos que se realizarán para el acceso y salida de la estación de combustible, desde la autopista Arraiján - La Chorrera, se propone:

- Las colindancias de la propiedad son:
  - Al norte, Resto libre de la Finca 24068 propiedad de Regente Holding Group, S.A.
  - Al sur, Servidumbre de la Autopista Arraiján- La Chorrera, donde se encuentra Quebrada Sin Nombre
  - Al este, Resto libre de la Finca 24068 propiedad de Regente Holding Group, S.A.
  - Al oeste, Resto libre de la Finca 24068 propiedad de Regente Holding Group, S.A.
- La obra física proyectada para acceder al área del proyecto se resuelve con una propuesta en la que se construirá tanto en el acceso de entrada como de salida, un cajón pluvial de concreto con sección cuadrada de 1.83 metros con un largo estimado en el carril de entrada de 31.50 metros y en el carril de salida de 28.78 metros. Entre los dos cajones pluviales de concreto se construirá un canal trapezoidal de concreto de aproximadamente 90 metros de longitud. En el carril de entrada se realizará una adecuación de la terracería mediante relleno para facilitar la circulación vehicular, al igual que el carril de salida. Los taludes que se crean producto de este relleno, serán protegidos con sistemas de control de erosión según se indica en los planos, mediante fibras de polipropileno 100% ecológicas y redes de polipropileno de peso medio cosidas de forma segura con hilo estabilizado contra rayos UV conocidas en el mercado como Sistema SP-2 polipropileno TRM o una protección similar. Todo esto basado en el Estudio Hidrológico e Hidráulico de Quebrada Sin Nombre y en cumplimiento con las normas y requerimientos del Ministerio de Obras Públicas en el Manual de Revisión de Planos Vigente y que se adjunta a esta respuesta junto a los planos de la solución pluvial a la Quebrada Sin Nombre debidamente sellados y refrendados por profesionales idóneos.

- Las coordenadas del área a intervenir para la construcción de los accesos de entrada y salida vehicular son:

Coordenadas UTM (DATUM WGS84) son:

Punto	Este	Norte
1	640221.29	985406.64
2	640270.75	985423.73
3	640301.66	985402.82
4	640324.46	985402.41
5	640326.33	985396.47
6	640200.62	985355.68
7	640198.71	985360.79
8	640213.94	985375.74

- El muestreo para el análisis de calidad de agua de la Quebrada Sin Nombre ha sido programado para el día 10 de octubre de 2024 a las 2:00pm con Laboratorio Certificado -Ambitek Services Inc.- para los siguientes parámetros:

#	Ensayo	Método
1	Bacterias coliformes fecales (termotolerantes)	Método de substrato definido (kit) análogo a SM 9223 B
2	Potencial de hidrógeno, pH	SM 4500-H+ B
3	Temperatura	SM 2550 B
4	Transparencia (*)	EPA-842-B-06-003
5	Sólidos totales suspendidos	SM 2540 D
6	Sólidos totales disueltos	SM 2540 C
7	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	SM 5210 B
8	Aceites y grasas	SM 5520 B
9	Hidrocarburos (agua superficial)	EPA Method 8015 C
10	Muestreo (recolección y preservación de muestras)	SM 1060, SM 9060 A/B

Toda vez se cuente con los resultados del análisis será aportado al Ministerio de Ambiente.

A continuación Estudio Hidrológico de la quebrada existente en el sitio:

Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024  
Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"  
Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."

**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO  
QUEBRADA SIN NOMBRE**

PROYECTO  
**ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE  
CONVENIENCIA AUTOPISTA No. 1**

UBICACIÓN  
CORREGIMIENTO DE JUAN DEMÓSTENES AROSEMENA, DISTRITO DE ARRAIJÁN,  
PROVINCIA DE PANAMÁ OESTE.

PROMOTOR  
**PETROLERA NACIONAL S.A.**

SEPTIEMBRE 2024

**CONTENIDO GENERAL**

1.- INTRODUCCIÓN .....	1
2.- OBJETIVOS.....	2
2.1.- OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3.- GENERALIDADES DE LA CUENCA.....	3
3.1.- LOCALIZACIÓN .....	3
3.2.- GENERALIDADES DE LA CUENCA.....	5
3.2.1.- ÁREA DE LA CUENCA.....	5
3.2.2.- LONGITUD DEL CAUCE, PERÍMETRO Y ANCHO DE LAS CUENCAS.....	5
3.2.3.- DESNIVEL ALTITUDINAL .....	6
3.3.- PARÁMETROS DE FORMA.....	7
3.3.1.- ÍNDICE DE COMPACIDAD .....	7
3.4.- PARÁMETROS DE RELIEVE.....	8
3.4.1.- PENDIENTE DE LA CUENCA.....	8
3.4.2.- CURVA HIPSOMÉTRICA.....	8
3.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE DRENAJE .....	12
3.5.1.- PERFIL LONGITUDINAL .....	12
3.5.2.- DENSIDAD DE DRENAJE .....	12
3.6.- CLIMATOLOGÍA.....	13
3.7.- TEMPERATURA.....	13
3.8.- PRECIPITACIÓN .....	13
3.9.- TOPOGRAFÍA .....	14
4.- DETERMINACIÓN DEL CAUDAL .....	15
4.1.- METODOLOGÍA.....	15
4.2.- CÁLCULO DE CAUDAL.....	15
5.- DISEÑO DE SECCIÓN ÓPTIMA .....	20
5.1.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN ÓPTIMA.....	21
5.1.1.- DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA SECCIÓN ÓPTIMA .....	21
5.1.2.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA SECCIÓN ÓPTIMA .....	21
6.- SIMULACIÓN HIDRÁULICA.....	22

Estudio Hidrológico e Hidráulico	QUEBRADA SIN NOMBRE
6.1.- PARÁMETROS .....	22
6.2.- ESCENARIOS .....	22
6.3.- RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES HEC-RAS.....	23
7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	24
8.- ANEXOS.....	25

#### **CONTENIDO DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Ubicación Regional del Proyecto e identificación de cauces.....	3
Ilustración 2: Delimitación de la cuenca.....	4

#### **CONTENIDO DE TABLAS**

Tabla 1: Longitud, Perímetro y Ancho de la Cuenca .....	6
Tabla 2: Desnivel altitudinal de la Cuenca Estudio.....	6
Tabla 3: Índice de Compacidad. ....	7
Tabla 4: Valores interpretativos del factor forma.....	8
Tabla 5: Elevaciones de la Quebrada.....	9
Tabla 6: Cálculo de Curva Hipsométrica de la Quebrada.....	9
Tabla 7: Valores interpretativos de la densidad de drenaje .....	12
Tabla 8: Coeficientes de Escorrentía .....	16
Tabla 9: Sección Hidráulica de un Canal Trapezoidal.....	20

#### **CONTENIDO DE GRÁFICAS**

Gráfica 1: Diagrama de Frecuencias Altimétricas de la Quebrada .....	10
Gráfica 2: Curva Hipsométrica de la Quebrada .....	10
Gráfica 3: Histórico de Lluvia. Estación Caimito 140-005.....	13
Gráfica 4: Velocidad – Pendiente.....	18
Gráfica 5: Intensidad – Duración – Frecuencia.....	19

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

## 1.- INTRODUCCIÓN

En el mundo, las inundaciones son consideradas como uno de los desastres naturales más dañinos y peligrosos (Douben, 2006). Las inundaciones en Panamá son un tema de fondo, pues en la actualidad son el fenómeno que causa más daños económicos en el país.

La determinación del riesgo por inundación se ha convertido en una práctica cada vez más recurrente, debido principalmente a la planeación urbana y a la mitigación de desastres. Cuantificar el riesgo por inundación es una tarea compleja por las variables involucradas y su estado evolutivo.

En este sentido, PETROLERA NACIONAL, S. A., promotora del proyecto denominado ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA No. 1, ubicado en el sector de Hato Montaña, corregimiento de Juan Demóstenes Arosemena, distrito de Arraiján, provincia de Panamá Oeste, solicita el desarrollar el presente estudio para determinar el nivel de crecida máxima de la quebrada SIN NOMBRE, además de dimensionar la sección óptima que garanticen un transporte seguro del caudal seleccionado para el cauce en estudio, para lo cual se realizan simulaciones para un período de retorno de 1:50 años.

Los análisis y cálculos hidrológico e hidráulico se realizan cumpliendo con las Normas y requerimientos del Ministerio de Obras Públicas en el Manual Revisión de Planos de acuerdo con la Resolución No. 067 de 12 de abril de 2021, mientras que la identificación del cauce se realiza con los Mosaicos 4242-I y 4242-IV y 4243-II, a Escala 1:50,000.

Los resultados obtenidos en el presente estudio podrán ser variados a criterio del Ingeniero Diseñador, el cual sobre la base de otros estudios y/o características, siempre y cuando se garantice la capacidad hidráulica.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

## 2.- OBJETIVOS

### 2.1.- OBJETIVO GENERAL

Disponer de un Estudio Hidrológico e Hidráulico para establecer las características hidrológicas de los regímenes de avenidas máximas y extraordinarias y los factores hidráulicos que conllevan a la apreciación del comportamiento hidráulico del cauce en estudio, para definir la sección óptima para el cauce del proyecto y determinar los niveles de seguridad aceptables para las características particulares del terreno.

### 2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Ajustar la cartografía existente del área de estudio.
- b. Levantar el perfil y las secciones transversales del Cauce en estudio.
- c. Describir las generalidades de la cuenca.
- d. Establecer las características hidrológicas de los regímenes de avenidas máximas y extraordinarias.
- e. Desarrollar un modelo de Simulación Hidráulico.
- f. Establecer el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias.
- g. Definir la sección óptima del cauce en estudio, que garanticen un transporte seguro del caudal máximo de cada cauce.

### 3.- GENERALIDADES DE LA CUENCA

#### 3.1.- LOCALIZACIÓN

De acuerdo con los Mosaicos 4242-I y 4242-IV, el proyecto se ubica en el sector de Hato Montaña, corregimiento de Juan Demóstenes Arosemena, distrito de Arraiján, provincia de Panamá Oeste.

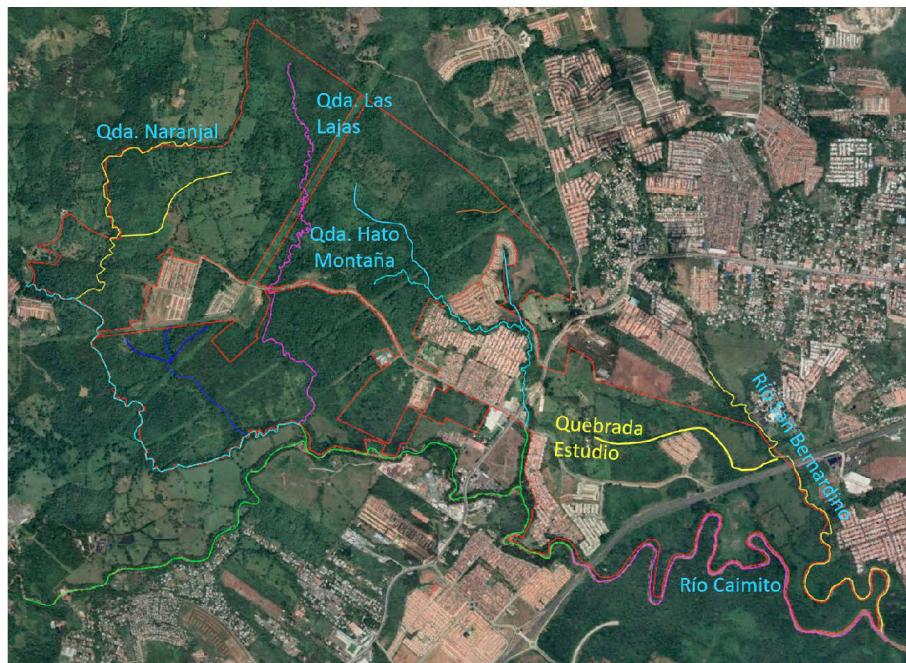


Ilustración 1: Ubicación Regional del Proyecto e identificación de cauces.

Geográficamente localizable mediante las siguientes coordenadas UTM, datum WGS-84:

985466.242m Norte y 638389.30m Este.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

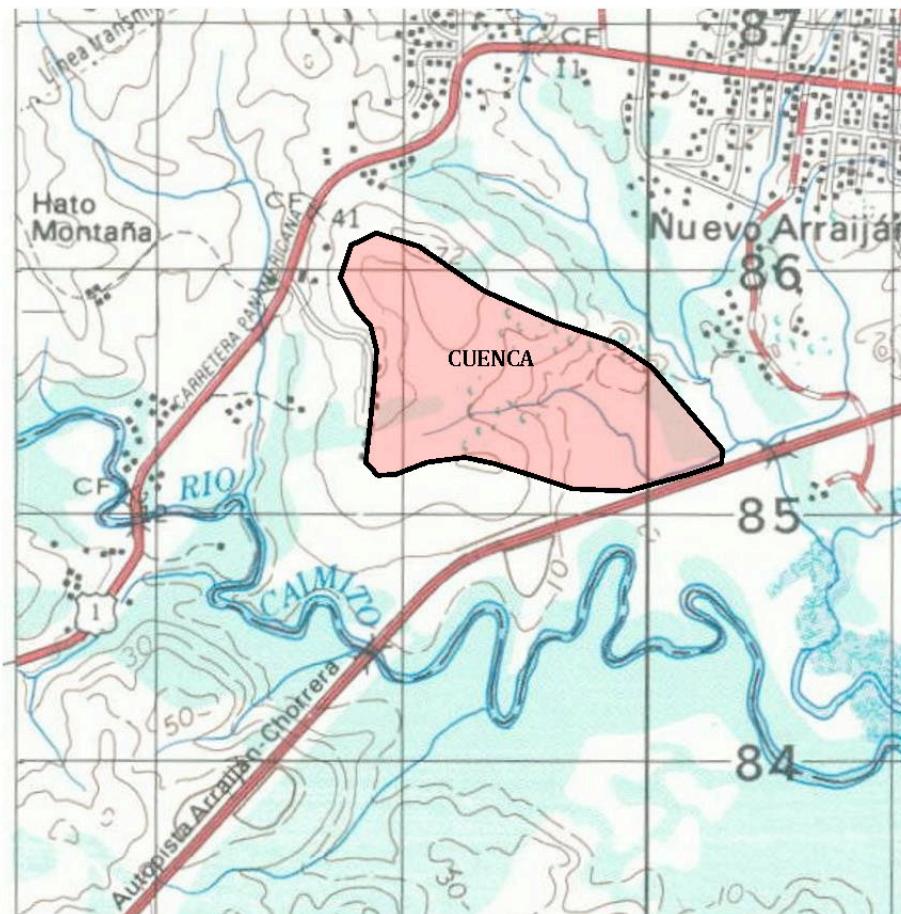


Ilustración 2: Delimitación de la cuenca.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

### **3.2.- GENERALIDADES DE LA CUENCA**

#### **3.2.1.- ÁREA DE LA CUENCA**

El área de la cuenca es la superficie donde las aguas de lluvia se recogen y fluyen hacia un punto de salida común, esta área es calculada mediante fotointerpretación de mapas topográficos en función las curvas de nivel del terreno.

***CUENCA PRINCIPAL:*** El cauce en estudio se identifica como quebrada SIN NOMBRE, forma parte de la cuenca del Río Caimito o cuenca No. 140. La cuenca del río Caimito o cuenca No. 140, tiene una superficie de 508.53km<sup>2</sup>, perímetro de 185.75km, y su río principal es el río Caimito, cuya longitud es de 72.83km.

***CUENCA ESTUDIO:*** El cauce en estudio se identifica como quebrada Sin Nombre, el mismo tiene un área de drenaje de 0.7454km<sup>2</sup> (74.5413Has).

#### **3.2.2.- LONGITUD DEL CAUCE, PERÍMETRO Y ANCHO DE LAS CUENCAS**

La longitud de la cuenca viene definida por la longitud de su cauce, siendo la distancia equivalente que recorre el cauce en estudio entre el punto de desagüe aguas abajo y el punto situado a mayor distancia topográfica aguas arriba.

Al igual que la superficie, este parámetro influye enormemente en la generación de escorrentía y por ello es determinante para el cálculo de la mayoría de los índices morfométricos. En cuanto al perímetro de la cuenca, informa brevemente sobre la forma de la cuenca; para una misma superficie, los perímetros de mayor valor se corresponden con cuencas alargadas mientras que los de menor lo hacen con cuencas redondeadas.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

Finalmente, el ancho se define como la relación entre el área y la longitud de la cuenca; se designa por la letra W de forma que:  $W = A/L$ , donde: A es la superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>, y L es la longitud de la cuenca en km.

Para nuestro caso, el cauce en estudio es la quebrada Sin Nombre, y en la Tabla 1, se presenta la longitud, perímetro y ancho de la cuenca.

Tabla 1: Longitud, Perímetro y Ancho de la Cuenca.

Superficie	Longitud	Perímetro	Ancho
745,413.11 m <sup>2</sup>	1,715.67 m	4,172.436 m	434.47 m
74.5413 Has	1.7157 km	4.1724 km	0.4345 km
0.7454 km <sup>2</sup>			

### 3.2.3.- DESNIVEL ALTITUDINAL

Es el valor de la diferencia entre la cota más alta y la más baja de la cuenca, de forma que:

$DA = H_{max} - H_{min}$ , donde: DA es el desnivel altitudinal,  $H_{max}$  es la cota más alta de la cuenca, y  $H_{min}$  en la cota más baja.

Se relaciona con la variabilidad climática y ecológica puesto que una cuenca con mayor cantidad de pisos altitudinales puede albergar más ecosistemas al presentarse variaciones importantes en su precipitación y temperatura. La Tabla 2, presenta la cota mínima, máxima y desnivel altitudinal de la cuenca.

Tabla 2: Desnivel altitudinal de la Cuenca Estudio.

Cota Mínima (m)	Cota Máxima (m)	Desnivel Altitudinal (m)
2.940	67.419	64.479

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

### 3.3.- PARÁMETROS DE FORMA

La forma de una cuenca es determinante de su comportamiento hidrológico (cuenca con la misma área, pero de diferentes formas presentan diferentes respuestas hidrológicas – hidrogramas diferentes, por tanto – ante una lámina precipitada de igual magnitud y desarrollo), de ahí que algunos parámetros traten de cuantificar las características morfológicas por medio de índices o coeficientes. Para nuestro caso calcularemos el índice de compacidad o coeficiente de Gravelius.

#### 3.3.1.- ÍNDICE DE COMPACIDAD

Para el cálculo del índice de compacidad o coeficiente de Gravelius ( $K_c$ ) se define al cociente que existe entre el perímetro de la cuenca respecto al perímetro de un círculo de la misma área. Este parámetro describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

La fórmula para calcular el coeficiente de Gravelius ( $k_c$ ) viene dada así:  $K_c = P/P_c$ , donde:  $k_c$  es el coeficiente de Gravelius,  $P$  es el perímetro de la cuenca en kilómetros; y  $P_c$  es el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca en kilómetros.

La Tabla 3, presenta el resultado del cálculo del índice de compacidad de la cuenca de la quebrada Sin Nombre.

Tabla 3: Índice de Compacidad.

Perímetro	Perímetro Comparativo (km)	Índice de compacidad ( $k_c$ )
4,172.436 m	3.0605	1.3633
4.1724 km		

Tabla 4: Valores interpretativos del factor forma.

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
< 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.300	Alargada
0.300 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.450	Ni alargada ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente Ensanchada
0.60 - 0.80	Ensanchada
0.80 - 1.20	Muy Ensanchada
> 1.200	Rodeando el Desagüe

Considerando que el valor del índice de compacidad es de 1.3633, es decir mayor a 1.20, tenemos que la forma de la cuenca es RODEANDO EL DESAGÜE.

### 3.4.- PARÁMETROS DE RELIEVE

Son de gran importancia puesto que el relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma; con carácter general podemos decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores. Los parámetros de relieve que evaluaremos son: pendiente y curva hipsométrica.

#### 3.4.1.- PENDIENTE DE LA CUENCA

Es la relación existente entre el desnivel altitudinal del cauce y su longitud, para nuestro caso la pendiente de la cuenca estudio es 0.038m/m.

#### 3.4.2.- CURVA HIPSONMÉTRICA

La curva hipsométrica representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca. Se construye llevando al eje de las abscisas los valores de la superficie drenada proyectada en km<sup>2</sup> o en porcentaje, obtenida hasta un determinado nivel, el cual se lleva al eje de las ordenadas, generalmente en metros. Normalmente se puede decir que los dos

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

extremos de la curva tienen variaciones abruptas. A continuación, se presenta cálculo y gráfico de la curva hipsométrica de la Quebrada Sin Nombre.

Tabla 5: Elevaciones de la Quebrada

NUMERO	MÍNIMA ELEVACIÓN (msnm)	MÁXIMA ELEVACIÓN (msnm)	ÁREAS PARCIALES (m <sup>2</sup> )	ÁREAS PARCIALES (Km <sup>2</sup> )
1	2.940	7.130	45,842.91	0.04584
2	7.130	9.950	89,225.95	0.08923
3	9.950	14.070	82,517.23	0.08252
4	14.070	20.070	48,153.69	0.04815
5	20.070	27.070	36,301.62	0.03630
6	27.070	34.900	44,873.87	0.04487
7	34.900	42.070	56,576.85	0.05658
8	42.070	47.070	41,743.13	0.04174
9	47.070	52.070	65,596.35	0.06560
10	52.070	57.020	75,883.05	0.07588
11	57.020	59.890	88,555.09	0.08856
12	59.890	67.419	70,143.37	0.07014
Área Total de la Cuenca		745,413.11	0.74541	

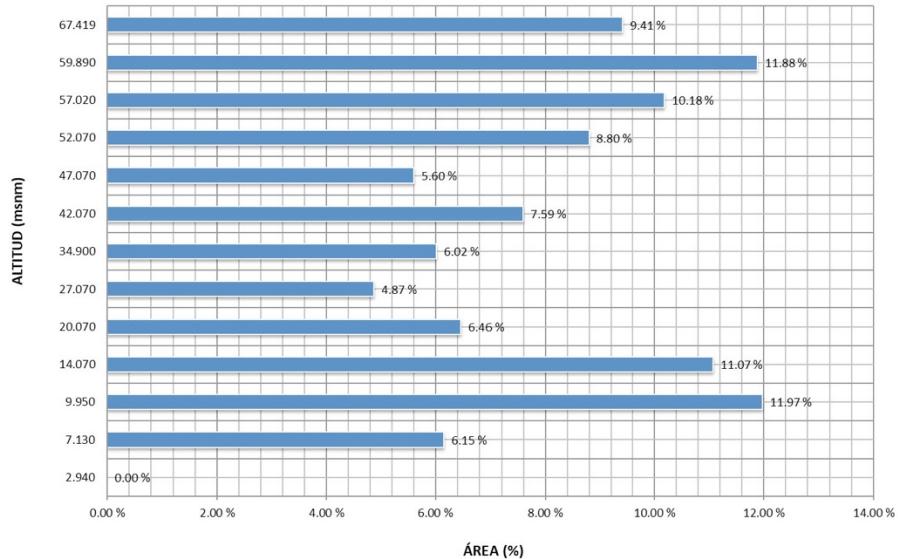
Tabla 6: Cálculo de Curva Hipsométrica de la Quebrada

DESCRIPCIÓN	ALTITUD (msnm)	ÁREAS PARCIALES (Km <sup>2</sup> )	ÁREAS ACUMULADAS (Km <sup>2</sup> )	ÁREAS QUE QUEDAN SOBRE LAS ALTITUDES (Km <sup>2</sup> )	% DEL TOTAL	% DEL TOTAL QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD
Pto. Mas Bajo	2.940	0.00000	0.00000	0.74541	0.00 %	100.00 %
Cota	7.130	0.04584	0.04584	0.69957	6.15 %	93.85 %
Cota	9.950	0.08923	0.13507	0.61034	11.97 %	81.88 %
Cota	14.070	0.08252	0.21759	0.52783	11.07 %	70.81 %
Cota	20.070	0.04815	0.26574	0.47967	6.46 %	64.35 %
Cota	27.070	0.03630	0.30204	0.44337	4.87 %	59.48 %
Cota	34.900	0.04487	0.34692	0.39850	6.02 %	53.46 %
Cota	42.070	0.05658	0.40349	0.34192	7.59 %	45.87 %
Cota	47.070	0.04174	0.44524	0.30018	5.60 %	40.27 %
Cota	52.070	0.06560	0.51083	0.23458	8.80 %	31.47 %
Cota	57.020	0.07588	0.58672	0.15870	10.18 %	21.29 %
Cota	59.890	0.08856	0.67527	0.07014	11.88 %	9.41 %
Pto. Mas Alto	67.419	0.07014	0.74541	0.00000	9.41 %	0.00 %
Área Total de la Cuenca		0.74541			100.00 %	

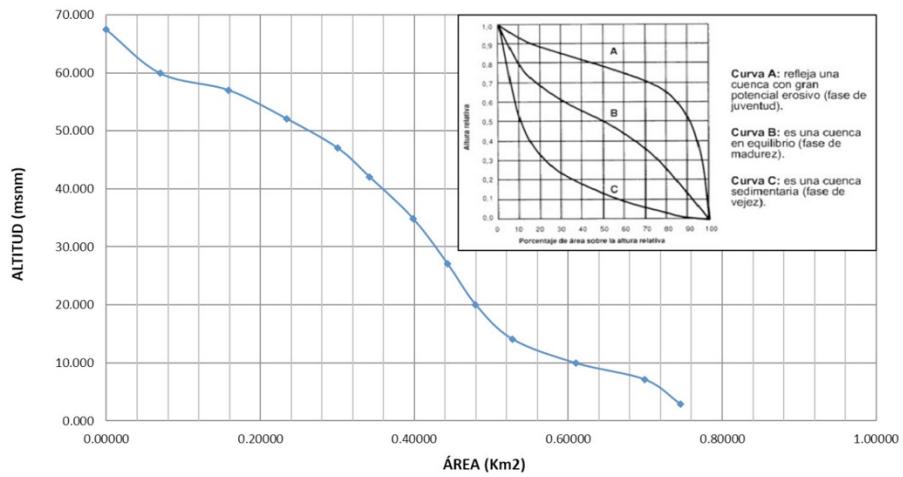
Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

Gráfica 1: Diagrama de Frecuencias Altimétricas de la Quebrada



Gráfica 2: Curva Hipsométrica de la Quebrada



Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

De la Gráfica 1: Diagrama de Frecuencias Altimétricas de la Quebrada, y la Gráfica 2: Curva Hipsométrica de la Quebrada se determina, primero, que la cuenca estudio tiene una distribución uniforme de área, y segundo, la forma de la curva hipsométrica es representativa de una cuenca en equilibrio (fase de madurez).

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

### 3.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE DRENAJE

#### 3.5.1.- PERFIL LONGITUDINAL

El perfil longitudinal y las secciones transversales se obtuvieron de los levantamientos topográficos del terreno, generadas con el programa AutoCad Civil 3D.

#### 3.5.2.- DENSIDAD DE DRENAJE

Se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes de la cuenca por el área total que las contiene:  $Dd=L/A$ , donde: L es la longitud de las corrientes efímeras, intermitentes y perennes de la cuenca en kilómetros, y A es la superficie de la cuenca en kilómetros cuadrados.

Este índice permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad de escorrentías indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión. La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca.

La densidad de drenaje para nuestro caso presenta un valor de 2.3017km/km<sup>2</sup> (alta), reflejo de una cuenca con suficiente drenaje como para producir altos "picos de crecida".

Tabla 7: Valores interpretativos de la densidad de drenaje

Densidad de Drenaje (km/km <sup>2</sup> )	Categoría
< 1	Baja
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
> 3	Muy Alta

Fuente: Delgadillo y Páez (2008)

### 3.6.- CLIMATOLOGÍA

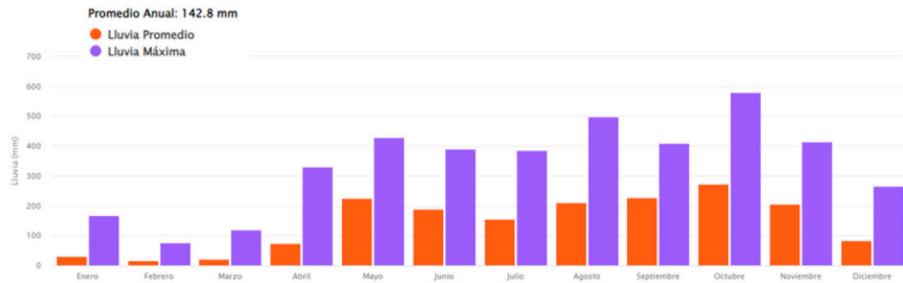
Según la clasificación del clima de Köeppen, quebrada La Honda se encuentra dentro de la clasificación de Clima Tropical de Sabana (Aw), con lluvias anuales mayores de 1000mm, y temperatura media del mes más fresco menores de 18°C. Ver anexos: Mapa de Clasificación Climática según Köeppen, elaborado por Hidrometeorología de ETESA.

### 3.7.- TEMPERATURA

La temperatura promedio anual es de 27.5°C, con un máximo promedio de 32°C y un mínimo promedio de 23°C, con una humedad relativa de 80%.

### 3.8.- PRECIPITACIÓN

En el área de estudio predomina un patrón más uniforme en la distribución de las lluvias, a lo largo del año. La precipitación anual es mayor de 1000mm con un promedio anual de 142.8mm.



Gráfica 3: Histórico de Lluvia. Estación Caimito 140-005.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

### **3.9.- TOPOGRAFÍA**

La topografía del proyecto está representada por terrenos bajos, son terrenos con pendientes mayormente muy suaves. Los datos topográficos utilizados en el presente informe fueron suministrados por el promotor PETROLERA NACIONAL, S. A.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

#### **4.- DETERMINACIÓN DEL CAUDAL**

##### **4.1.- METODOLOGÍA**

Para el cálculo del caudal máximo de crecida se utilizará el método del Resumen Técnico "Análisis Regional de Crecidas Máximas" Período 1971-2006, el cual remplaza al MÉTODO LAVALIN para Análisis Regional de Crecidas Máxima 1986, para áreas de drenaje mayores de 250 hectáreas, mientras que para áreas de drenaje menores de 250 hectáreas se utilizará el MÉTODO RACIONAL, el cual es apropiado para la estimación de las descargas máximas en áreas de drenaje pequeñas.

Para nuestro caso, la cuenca en estudio se identifica como quebrada Sin Nombre, y el área de drenaje es de 74.5413 Hectáreas, siendo que el área de drenaje de la cuenca estudio es menor de 250 Has se utiliza el MÉTODO RACIONAL, el cual es apropiado para la estimación de las descargas máximas en áreas de drenaje pequeñas.

##### **4.2.- CÁLCULO DE CAUDAL**

La ecuación empleada para el cálculo de caudal máximo en crecidas mediante el método racional está en función de la Intensidad de las Lluvias, el Coeficiente de Escorrentía, y el Área de Drenaje. La fórmula básica del método racional es:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

En donde:

Q: Caudal máximo en  $m^3/s$

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia en mm/hora.

A: Área de drenaje de la cuenca en Hectáreas

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

Tabla 8: Coeficientes de Escorrentía

Características de la Superficie	Período de Retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Áreas Desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques,etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>Areas no desarrolladas</b>							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Tomado de: Ven Te Chow, "Hidrología Aplicada", McGraw Hill, Bogotá, 1998

Para el Coeficiente de escorrentía (C) se utilizará un valor de 0.45, el cual es el utilizado para áreas de pastizales promedios con pendientes de entre 2 y 7%.

CARACTERIZACIÓN DE LAS CORRIENTES, en este caso es una sola:

ÁREA DE DRENAJE NATURAL	TIPO DE FLUJO
Tramos Superiores.	El flujo superficial (o en láminas) pasa a ser un flujo concentrado poco profundo.
Tramos inferiores y más largos.	Flujo concentrado en cunetas, zanjas, arroyos, y ríos.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE VIAJE (Tn) con el método apropiado:

Si el flujo es:	... y las condiciones de drenaje son:	... entonces el método sugerido es:
Por tierra	Condiciones de drenaje simples como áreas abiertas pavimentadas, con césped	
Poco profundo, concentrado	Cunetas y zanjas	Velocidades para tierras altas, Método de estimación del tiempo de concentración - sistema métrico (adaptado del Manual Nacional de Ingeniería, Volumen 4)
Conducto y canal abierto		Ecuación de Manning's con consideraciones.

Cálculo del tiempo de viaje:

$$T_n = \frac{L_n}{60 * V_n}$$

Donde:

L<sub>n</sub>: Longitud de la corriente(m)

V<sub>n</sub>: Velocidad(m/s)

T<sub>n</sub>: Tiempo de Viaje(min)

Cálculo del Tiempo Total

$$T = \sum T_n$$

Donde

Como hay una sola

$\sum T_n$ : la sumatoria de los Tiempos de Viaje para las

corriente T=T<sub>n</sub>

diferentes corrientes

Y como hay un solo flujo

$$T_c = T$$

Del Gráfica 4: Velocidad – Pendiente, obtenemos que la velocidad del flujo (V<sub>n</sub>) para una pendiente del 3.8% (0.038m/m) es de 0.40m/s.

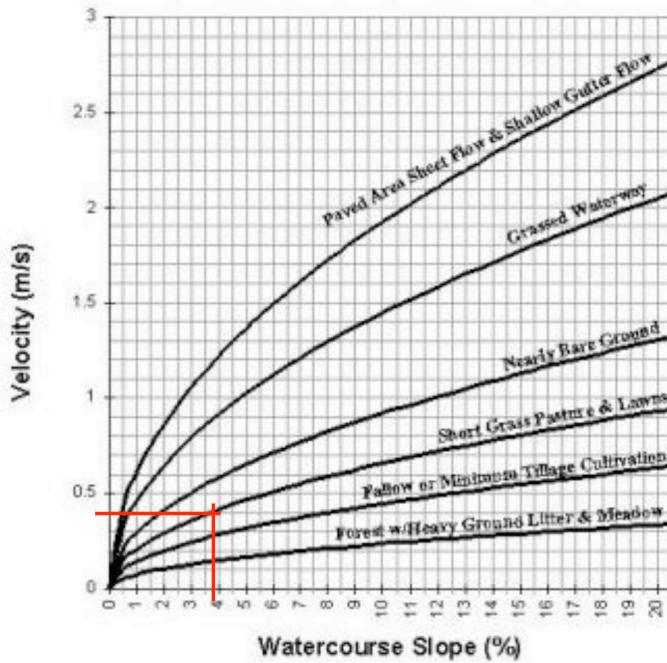
Finalmente calculamos el tiempo de viaje (T<sub>n</sub>):

$$T_n = \frac{L_n}{60 * V_n} = \frac{1,715.67}{60 * 0.40} = 71.486 \text{ minutos} = 1.19 \text{ horas}$$

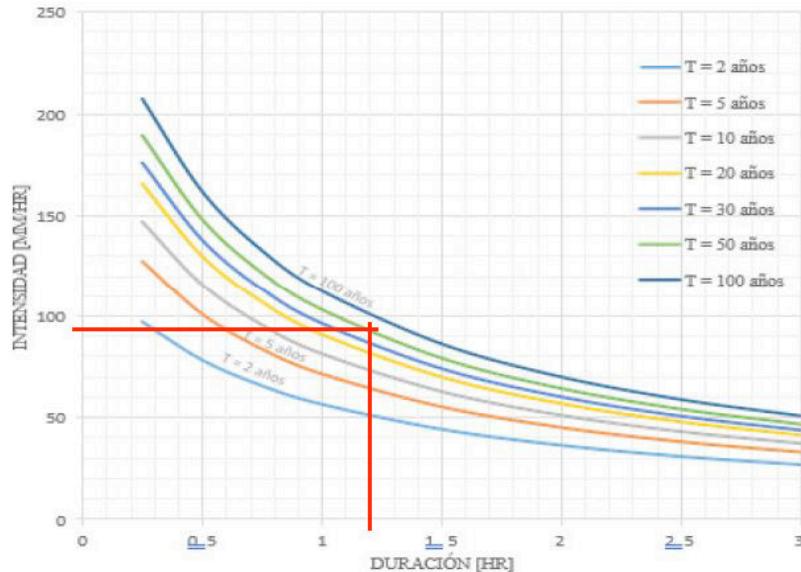
Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

INTENSIDAD DE LLUVIA: Se utiliza la siguiente curva IDF para la determinación de la Intensidad de lluvia.



Gráfica 4: Velocidad – Pendiente



Gráfica 5: Intensidad - Duración - Frecuencia.

Con el tiempo de viaje (Tn) se entra al Gráfica 5: Intensidad - Duración - Frecuencia, y se obtiene que la Intensidad de lluvia es de 92mm/hr para un período de retorno de 1:50 años.

Finalmente calculamos el caudal

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde C=0.45, I=92mm/hr, A= 74.5413Has

$$Q = \frac{0.45 * 92 * 74.5413}{360}$$

$$Q_{max} = 8.572 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 5.- DISEÑO DE SECCIÓN ÓPTIMA

Para la relación entre caudal y nivel en secciones dadas del canal se utiliza la ecuación de Manning, en la forma:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

En donde:

*Q: caudal en m<sup>3</sup>/s*

*A: área de flujo en m<sup>2</sup>*

*R: radio hidráulico en m*

*S: pendiente hidráulica del canal en m/m*

*n: coeficiente de rugosidad*

Del Tabla 9, obtenemos las secciones hidráulicas para un canal trapezoidal.

Tabla 9: Sección Hidráulica de un Canal Trapezoidal.

Sección	Área hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$

Área Hidráulica (A), Perímetro Mojado (P), Radio Hidráulico (R), Espejo de Agua (T), Base del Canal (b), Profundidad del Flujo (y), Pendiente del talud (z), Número de Froude (Fr).

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

## 5.1.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN ÓPTIMA

### 5.1.1.- DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA SECCIÓN ÓPTIMA

Se dimensionará un Canal Trapezoidal para las siguientes características:

- Superficie de la cuenca = 74.5413Has.
- Caudal máximo = 8.572m<sup>3</sup>/s
- Coeficiente de Manning = 0.045

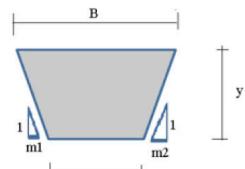
### 5.1.2.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA SECCIÓN ÓPTIMA

A continuación, se presenta el resultado del Cálculo de la Sección Óptima.

CANALES NO CIRCULARES	
<b>Datos a ingresar</b>	
Profundidad del Canal (y)	1.1055 mts
Pendiente 1 (m1)	0.6
Pendiente 2 (m2)	0.6
Ancho del Fondo del Canal (b)	2.5 mts
Coeficiente de Manning	0.045
Pendiente del canal	0.02
<b>RESULTADOS</b>	
Caudal a Conducir	8.57 mts <sup>3</sup> /seg
Velocidad del Flujo	2.45 mts/seg
Área del Flujo	3.497028 mts <sup>2</sup>
Perímetro mojado del flujo	5.08 mts
Radio Hidráulico del Flujo	0.69 mts
Ancho de la superficie del flujo (B)	3.8266 mts
NUMERO DE FROUDE	0.818472

**AYUDA PARA EL USUARIO**

Este tipo de canales se define perfectamente con la geometría de un trapecio como se muestra a continuación.



De la geometría del trapecio se pueden formar muchas otras formas tales como cuadrados, triángulos o bien la combinación de cuadrados con triángulos.

Para formar una sección con geometría de cuadrado simplemente coloque "0" tanto a las pendientes m1 como m2.

Para formar una sección con geometría de triángulo evalúe con el ancho del fondo del canal "b" con "0".

Si se indica una de las dos pendientes como cero la forma resultante será un triángulo con un cuadrado.

Un canal trapezoidal simétrico tiene igual valor m1 y m2.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

## 6.- SIMULACIÓN HIDRÁULICA

### 6.1.- PARÁMETROS

En la simulación del caudal máximo sobre los Cauces en estudio, se utiliza el programa HEC-RAS (*acrónimo de Hydrologic Engineering Center y River Analysis System*), y para generar las secciones transversales naturales de los Cauces en estudio, se utiliza el programa para análisis geoespacial AutoCad Civil 3D.

Características de las cuencas en estudio:

- Superficie de la cuenca = 74.5413Has.
- Caudal máximo = 8.572m<sup>3</sup>/s
- Coeficiente de Manning = 0.045

### 6.2.- ESCENARIOS

Escenario Único: Condición Actual, se determina el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias para identificar las áreas vulnerables a inundaciones en el proyecto.

## Estudio Hidrológico e Hidráulico

## QUEBRADA SIN NOMBRE

## 6.3.- RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES HEC-RAS

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Alignment QUEBRA	245.09	PF 1	8.57	3.03	3.66	3.66	3.81	0.030911	1.73	4.94	16.62	1.02
Alignment QUEBRA	240	PF 1	8.57	2.98	3.85	3.85	4.04	0.028350	1.93	4.45	11.86	1.01
Alignment QUEBRA	220	PF 1	8.57	4.00	4.54	4.54	4.65	0.03169	1.51	5.69	24.58	1.00
Alignment QUEBRA	200	PF 1	8.57	4.07	4.73	4.73	4.88	0.030020	1.72	4.98	16.54	1.00
Alignment QUEBRA	180	PF 1	8.57	3.91	4.73	4.73	4.93	0.029031	1.94	4.41	11.75	1.01
Alignment QUEBRA	160	PF 1	8.57	4.26	4.98	4.98	5.17	0.030213	1.93	4.44	12.06	1.02
Alignment QUEBRA	140	PF 1	8.57	3.58	4.67	4.67	4.99	0.026210	2.49	3.44	5.45	1.00
Alignment QUEBRA	120	PF 1	8.57	4.50	5.57	5.57	5.91	0.027524	2.57	3.34	5.04	1.01
Alignment QUEBRA	100	PF 1	8.57	3.89	5.58	5.58	5.96	0.032514	2.73	3.14	4.26	1.01
Alignment QUEBRA	80	PF 1	8.57	4.08	5.51	5.51	5.87	0.028491	2.62	3.27	4.76	1.01
Alignment QUEBRA	60	PF 1	8.57	4.16	5.46	5.46	5.79	0.027456	2.53	3.39	5.20	1.00
Alignment QUEBRA	40	PF 1	8.57	4.28	5.60	5.60	5.95	0.029078	2.64	3.25	4.67	1.01
Alignment QUEBRA	20	PF 1	8.57	4.53	5.75	5.75	6.10	0.027478	2.63	3.26	4.64	1.00
Alignment QUEBRA	0	PF 1	8.57	4.53	5.72	5.72	6.06	0.027452	2.56	3.34	5.09	1.01

En relación con el análisis obtenido para la quebrada SIN NOMBRE, el Nivel de Crecida Máxima (name) del proyecto se presenta en la estación Ok+020 con una Cota de la lámina de agua de 5.75msnm, dicho esto, el nivel de terracería segura del proyecto debe estar al menos 1.50 metros sobre el Nivel de Crecida Máxima, es decir, en nuestro caso deberá ser 7.25msnm.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

QUEBRADA SIN NOMBRE

## 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos del presente análisis hidrológico e hidráulico se plantean las siguientes conclusiones:

- a. El área de estudio presenta topoforma de llanura aluvial.
- b. La quebrada Sin Nombre posee una equilibrada distribución de área de drenaje en la cuenca.
- c. La densidad de drenaje para nuestro caso presenta un valor de 2.3017km/km<sup>2</sup> (alta), reflejo de una cuenca con suficiente drenaje como para producir altos "picos de crecida".
- d. La forma de la curva hipsométrica es representativa de una cuenca equilibrada (fase de madurez).
- e. De acuerdo con el valor del índice de compacidad de la cuenca estudio, el cual es de 1.3633, es decir mayor a 1.20, tenemos que la forma de la cuenca es Rodeando el Desagüe.
- f. Obras en Cauce. Recomendaciones.
  - Se recomienda una canalización de la sección colindante al proyecto, y posteriormente realizar limpiezas rutinarias consistentes en eliminación basura, troncos u otros elementos para evitar obstruir el cauce y limitar la capacidad de drenaje del mismo.
- g. Para garantizar un nivel de terracería el proyecto debe estar al menos 1.50 metros sobre el Nivel de Crecida Máxima, para nuestro caso será de 7.25msnm.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

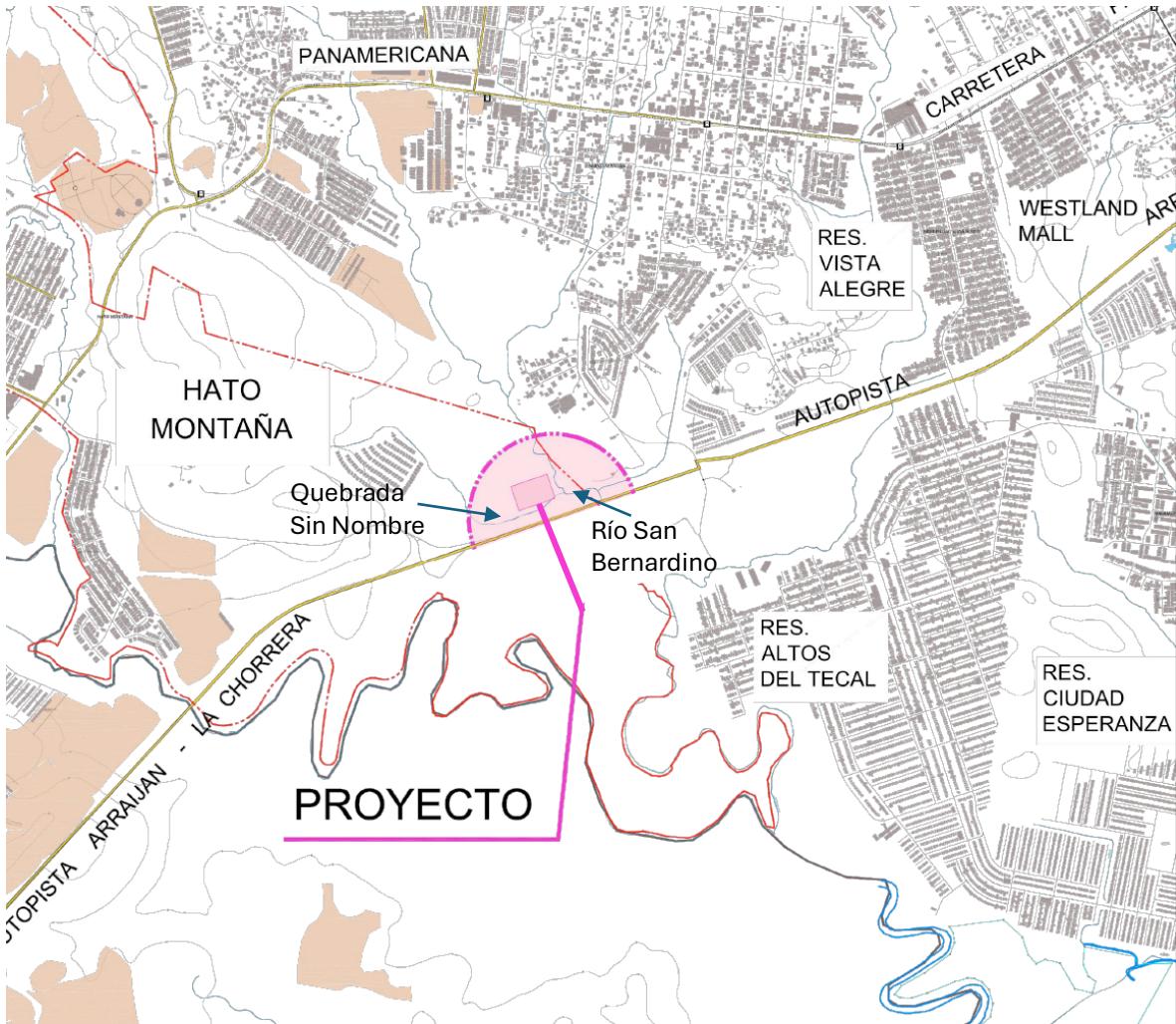
QUEBRADA SIN NOMBRE

#### **8.- ANEXOS**

Los siguientes anexos forman parte integral del presente documento:

1. Mapa de Cuencas Hidrográficas de Panamá.
2. Listado de Cuencas Hidrográficas de Panamá.
3. Mapa de Clasificación Climática KOPPEN 2007 Panamá.
4. Mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas.
5. Resultados de la Simulación HEC-RAS.

- Presentar plano legible del polígono del proyecto, identificando los cuerpos hídricos existentes.



## **LOCALIZACION REGIONAL.**

S/E

- A continuación inventario forestal pie a pie, tomando en cuenta los árboles con diámetros iguales o mayores a los 20 cm, detallar los árboles por especie, familia y cantidad, así como los datos dasométricos de cada uno.

Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024  
Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"  
Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."

## Inventario Forestal Pie a pie

Superficie: 3,855 m<sup>2</sup>

Proyecto: Estación de Servicios y Tienda de Conveniencia  
Autopista 1

Promotor: PETROLERA NACIONAL, S.A.

Ubicación: Corregimiento Arosemena, Distrito de Arraiján Provincia de Panamá Oeste.



Realizado por:

Ing. Forestal Marcelino Mendoza Mgter.  
CTNA 2,819-92-M10.  
RPF 005-2015

Octubre de 2024

## Contenido

1.	Introducción .....	3
2.	Objetivos del inventario.....	3
3.	Justificación .....	3
4.	Metodología de trabajo de campo.....	4
5.	Inventario forestal .....	5
5.1.	Cantidad de Arboles por especie .....	5
5.2.	Inventario forestal por especies.....	7
5.3.	Volumen de madera por especie.....	8
5.4.	Volumen de madera comercial de uso actual .....	9
6.	Diversidad de especies.....	10
7.	Anexos .....	11
7.1.	Evidencias Fotográficas del inventario .....	11

Tabla 1 Cantidad de árboles por especie.....	6
Tabla 2. Inventario total de árboles y volumen por especie.....	7
Tabla 3. Volumen de madera por especie.....	8
Tabla 4. Volumen de madera de uso comercial actual.....	9
Tabla 5. Diversidad de especies .....	10
Gráfico 1. Cantidad de árboles por especie .....	6
Gráfico 2. Volumen de madera por especie .....	8
Gráfico 3. Volumen de madera comercial.....	10

## 1. Introducción

El inventario forestal se realiza debido que se planifica desarrollar un proyecto de desarrollo denominado: *Estación de Servicios y Tienda de Conveniencia Autopista 1*, localizada en la Autopista Arraiján - la Chorrera, Corregimiento Arosemena, Distrito de Arraiján Provincia de Panamá Oeste, siendo el promotor Petrolera Nacional, S.A.

De acuerdo con los términos de referencia de la Adenda al Estudio de Impacto Ambiental, el inventario se realizó registrando el 100 % (inventario pie a pie) de los árboles existentes en el polígono objeto de desarrollo que serán afectados por las actividades constructivas y que tienen diámetro (DAP) superiores a 20 centímetros.

El resultado de este inventario forestal detalla los árboles por especie, familia y cantidad, así como los datos dasométricos, que tengan un DAP superior a 20 cms. en una superficie de 3,855 metros cuadrados aproximadamente que es parte de la servidumbre de la Autopista Arraiján – La chorrera, poco antes del acceso hacia Hato Montaña.

## 2. Objetivos del inventario

El inventario forestal se realiza con la finalidad de cumplir con el Ministerio de Ambiente como parte de la Adenda solicitada al Estudio de Impacto Ambiental del proyecto *Estación de Servicios y Tienda de Conveniencia Autopista 1*, durante el proceso de evaluación.

## 3. Justificación

La cobertura vegetal es un recurso natural de importancia para el ambiente, la economía de la región y el país, razón por la cual es necesario conocerla, cuantificarla y aplicarle su debida valoración.

#### 4. Metodología de trabajo de campo

El inventario forestal es normalmente un proceso de muestreo, es decir se infiere información de todo el bosque, tomando información de una parte o muestra del bosque. La muestra en general consiste en parcelas distribuidas uniformemente sobre toda el área.

La realización de un inventario forestal incluye las etapas de planificación y diseño, recolección y registro de los datos de campo, el procesamiento y análisis de estos.

La planificación se inicia con la determinación del objetivo y el diseño, que comprende básicamente la determinación del sistema de muestreo que será utilizado, este estudio es un inventario pie a pie al 100% sobre el polígono objeto de estudio de todos los árboles que tienen un DAP $\geq$  a 20 cm.

La metodología de trabajo para este inventario consistió en tres fases:

En la *primera fase*, se realizó un reconocimiento del área a ser inventariada a fin de identificar el terreno, así como también reconocer cualquier peligro u obstáculo que pudieran encontrarse. También se realizó una revisión bibliográfica de las características encontradas en campo, las imágenes de satélite, los mapas y el plano del área objeto de estudio.

La *segunda fase* consistió en la realización del inventario forestal al 100% (pie a pie) a todos los árboles con DAP  $\geq$  a 20 cm. para lo cual, se hizo el recorrido de todo el polígono.

La brigada de trabajo estuvo conformada por dos (2) personas: Un Ingeniero Forestal el cual es el responsable de la toma de datos de campo y un ayudante.

Durante esta fase se tomaron todos los parámetros dasométricos de los árboles, utilizando el sistema internacional de medida (SI): diámetro a una altura de 1.30 metros (DAP), Altura Total (Ht) y Altura Comercial (Hc).

Para medir el DAP se utilizó una cinta Diamétrica.

Para medir la altura total y comercial se utilizó el Hipsómetro a laser **NIKON FORESTRY PRO**.

También se utilizó una cámara fotográfica para tomar fotografías y pintura en Spray rojo para el marcado de los árboles.

La *tercera fase* consistió en trabajo de oficina donde se organizaron los datos recabados en campo, se analizaron los mismos y se determinó el número total de árboles por familia y especie y se realizaron los cálculos para determinar la cantidad familias de árboles, el número de árboles y el volumen total, por especie, y posteriormente la confección del presente informe.

Para el cálculo del volumen se utilizó la fórmula de *SMALIAM* para árboles en pie:

$$V (m^3) = DAP^2 * Hc * \pi/4 * 0.60$$

Dónde:

*V (m<sup>3</sup>)* = Volumen en metros cúbicos

*DAP<sup>2</sup>* = diámetro a 1.3 m al cuadrado

*Hc* = Altura comercial del árbol.

*π/4* = Constante

*0.6* = Coeficiente mórfico o de forma para árboles tropicales (FAO).

## 5. Inventario forestal

### 5.1. Cantidad de Arboles por especie

El área inventariada se caracteriza por presentar cobertura vegetal tipo Bosque Secundario intermedio, áreas con gramíneas.

Como resultado del inventario forestal pie a pie realizado a los árboles con  $DAP \geq 20$  cm, se determinó que en el polígono objeto de este estudio existen 24 árboles distribuidos en 14 especies distintas, siendo la especie Laurel (*Cordia alliodora*) con 4 árboles la más frecuente, seguido está el Cortejo (*Apeiba tibourbou*) y Guácimo colorado( *Luehea seemannii* )con 3 árboles, el restos de las especies tienen un (1) y dos (2) árboles por especie con se aprecia en la tabla No.1 y Grafico No. 1.

**Tabla 1 Cantidad de árboles por especie.**

No.	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de árboles	%
1	Acacia	<i>Cassia moschata</i>	1	4
2	Barrigón	<i>Pseudobombax septenatum</i>	1	4
3	Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	1	4
4	Chumico	<i>Curatella americana</i>	1	4
5	Cortezo	<i>Apeiba tibourbou</i>	3	13
6	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	4
7	Guácimo colorado	<i>Luehea seemannii</i>	3	13
8	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	1	4
9	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	4	17
10	Malasombra	<i>Guapira costaricana</i>	1	4
11	Nonita	<i>Annona spraguei</i>	2	8
12	Olivo	<i>Sapium glandulosum</i>	2	8
13	Palma real	<i>Attalea butyracea</i>	2	8
14	Palo santo	<i>Erythrina fusca</i>	1	4
<b>Total</b>			<b>24</b>	<b>100</b>

**Gráfico 1. Cantidad de árboles por especie**



## 5.2. Inventario forestal por especies.

En la tabla No. 2 se presentan por especie todos los árboles inventariados en el proyecto.

**Tabla 2. Inventario total de árboles y volumen por especie.**

No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Acacia	Cassia moschata	27	15	22	0.52
<b>Total</b>						<b>0.52</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Barrigón	Pseudobombax septenatum	27	7	14	0.24
<b>Total</b>						<b>0.24</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Cedro amargo	Cedrela odorata	25	8	15	0.24
<b>Total</b>						<b>0.24</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Chumico	Curatella americana	27	10	15	0.34
<b>Total</b>						<b>0.34</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Cortezo	Apeiba tibourbou	23	3	8	0.07
2	Cortezo	Apeiba tibourbou	30	3	7	0.13
3	Cortezo	Apeiba tibourbou	24	3	8	0.08
<b>Total</b>						<b>0.28</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Guácimo	Guazuma ulmifolia	22	3	8	0.07
<b>Total</b>						<b>0.07</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Guácimo colorado	Luehea seemannii	23	8	14	0.20
2	Guácimo colorado	Luehea seemannii	25	5	10	0.15
3	Guácimo colorado	Luehea seemannii	40	10	17	0.75
<b>Total</b>						<b>1.10</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Jobo	Spondias mombin	23	5	11	0.12
<b>Total</b>						<b>0.12</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Laurel	Cordia alliodora	38	7	10	0.48
2	Laurel	Cordia alliodora	20	5	9	0.09
3	Laurel	Cordia alliodora	27	8	15	0.27
4	Laurel	Cordia alliodora	33	9	14	0.46
<b>Total</b>						<b>1.31</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)

1	Malasombra	Guapira costaricana	20	8	16	0.15
<b>Total</b>						<b>0.15</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Nonita	Annona spraguei	20	3	7	0.06
2	Nonita	Annona spraguei	20	4	11	0.08
<b>Total</b>						<b>0.13</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Olivo	Sapium glandulosum	20	4	11	0.08
2	Olivo	Sapium glandulosum	27	7	12	0.24
<b>Total</b>						<b>0.32</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Palma real	Attalea butyracea	40	0	15	0.00
2	Palma real	Attalea butyracea	35	0	10	0.00
<b>Total</b>						<b>0.00</b>
No.	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	Volumen (m³)
1	Palo santo	Erythrina fusca	60	9	16	1.53
<b>Total</b>						<b>1.53</b>

### 5.3. Volumen de madera por especie.

Como resultado del análisis realizado con relación al volumen de madera, el inventario rinde un volumen total de 6.35 m<sup>3</sup> de madera del cual el Palo santo (*Erythrina fusca*) rinde la mayor cantidad de madera, 1.53 m<sup>3</sup> que representa el 24 % del total, Laurel (*Cordia alliodora*) rinde 1.31 m<sup>3</sup> que representa el 20.6 %, y Guácimo colorado (*Luehea seemannii*) en tercer lugar con 1.1 m<sup>3</sup>, el 17.3 % del volumen total como se aprecia en la Tabla No. 3 y Grafico No. 2.

**Tabla 3. Volumen de madera por especie**

No.	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen (m³)	%
1	Acacia	<i>Cassia moschata</i>	0.52	8.2
2	Barrigón	<i>Pseudobombax septenatum</i>	0.24	3.8
3	Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	0.24	3.7
4	Chumico	<i>Curatella americana</i>	0.34	5.4
5	Cortezo	<i>Apeiba tibourbou</i>	0.28	4.5
6	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.07	1.1
7	Guácimo colorado	<i>Luehea seemannii</i>	1.10	17.3
8	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	0.12	2.0
9	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	1.31	20.6

10	Malasombra	<i>Guapira costaricana</i>	0.15	2.4
11	Nonita	<i>Annona spraguei</i>	0.13	2.1
12	Olivo	<i>Sapium glandulosum</i>	0.32	5.0
13	Palma real	<i>Attalea butyracea</i>	0.00	0.0
14	Palo santo	<i>Erythrina fusca</i>	1.53	24.0
<b>Total</b>			<b>6.35</b>	<b>100</b>

**Gráfico 2. Volumen de madera por especie**



#### 5.4. Volumen de madera comercial de uso actual

Del total del inventario resultó que 3 especies forestales son de uso comercial actual, la Acacia dorada (*Cassia moschata*) rinde un volumen de madera de 0.50 m<sup>3</sup>, el Cedro amargo (*Cedrela odorata*) rinde un volumen de 0.20 m<sup>3</sup>, el Laurel (*Cordia alliodora*) 1.3 m<sup>3</sup>. Como se aprecia en la tabla No.4 y grafico No. 3

**Tabla 4. Volumen de madera de uso comercial actual.**

No.	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	Acacia	<i>Cassia moschata</i>	0.5
2	Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	0.2
3	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	1.3
<b>Total</b>			<b>2.1</b>

**Gráfico 3. Volumen de madera comercial.**



## 6. Diversidad de especies

En el área del polígono inventariado se identificaron 14 especies distintas de árboles forestales con DAP ≥ a 20 cm. Estas especies están representadas en 11 familias de plantas. La familia con más especie presente son las Malvaceae que aporta 3 especies al inventario y Fabaceae que aporta 2 especies. Las familias de plantas que más arboles aportan al inventario es la malvaceae, como se aprecia en la tabla No. 5.

**Tabla 5. Diversidad de especies**

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. Especies
1	Malvaceae	<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado	3
		<i>Pseudobombax septenatum</i>	Barrigón	
		<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	
2	Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	Palo santo	2
		<i>Cassia moschata</i>	Acacia	
3	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	1
4	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Chumico	1
5	Annonaceae	<i>Annona spraguei</i>	Nonita	1
6	Tiliaceae	<i>Apeiba tibourbou</i>	Cortezo	1
7	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	1

8	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	1
9	Nyctaginaceae	<i>Guapira costaricana</i>	Mala sombra	1
10	Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	Olivo	1
11	Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i>	Palma real	1
<b>Total</b>				<b>14</b>

## 7. Anexos

### 7.1. Evidencias Fotográficas del inventario



Chumico

Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024

Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"

Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."



Palo Santo

Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024

Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"

Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."



Palma real

Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024  
Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"  
Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."



Acacia Dorada



Cedro amargo

Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024

Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"

Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."

Cinta diamétrica e Hipsómetro utilizados en el inventario



- Durante la etapa de construcción, para minimizar la afectación a la quebrada, se estiman las siguientes medidas de mitigación:
  - Gestionar permisología necesaria ante las autoridades competentes, incluyendo la ejecución del trámite de Obra en Cauce, Permisos de tala y pago de indemnización ecológica.
  - Construir de acuerdo a documentos aprobados por las autoridades competentes, donde se estima el manejo adecuado de las aguas, controlando la velocidad y la carga de sedimentos.
  - Delimitar las áreas sujetas a intervención con el proyecto.
  - Controlar el arrastre de sedimentos mediante el uso de barreras físicas.
  - Utilizar maquinaria y equipo en óptimas condiciones mecánicas.
  - Evitar el manejo de derivados de hidrocarburos en torno a la quebrada.
  - Minimizar las remoción de cobertura vegetal, limitándola a lo requerido para los accesos y el canal trapezoidal abierto.
  - Cubrir los taludes desprovistos de vegetación con polipropileono o similar.
  - Revegetar zonas expuestas a arrastre de sedimentos al concluir obras en torno a la quebrada.
  - Contar con dispositivos para el acopio temporal de desechos sólidos en puntos estratégicos, adecuadamente señalizados y distantes de la quebrada.
  - Instalar letrinas portátiles dentro de los predios del proyecto y distante de la quebrada.

Pregunta N°5: En el EsIA, se indican las coordenadas de ubicación de la PTAR y del punto de descarga, sin embargo, no se describen detalles del alineamiento del emisario, por lo tanto:

- Presentar coordenadas del alineamiento del emisario hasta el punto de descarga.
- Especificar las medidas o dimensiones del emisario (ancho, largo).

- Presentar mapa legible en donde se pueda observar la ubicación de la PTAR, el punto de descarga y el alineamiento del emisario.
- Presentar los permisos y/o autorizaciones de terceros, por donde pasará el alineamiento del emisario proveniente de la PTAR hasta el punto de descarga.
- Presentar inventario forestal de las posibles especies arbóreas que se verían afectadas con la instalación del emisario.
- Qué medidas de mitigación se implementarán en esta área.

Respuesta N°5: Sobre el alineamiento del emisario para el desalojo de aguas residuales desde la PTAR al punto de descarga en el Río San Bernadino:

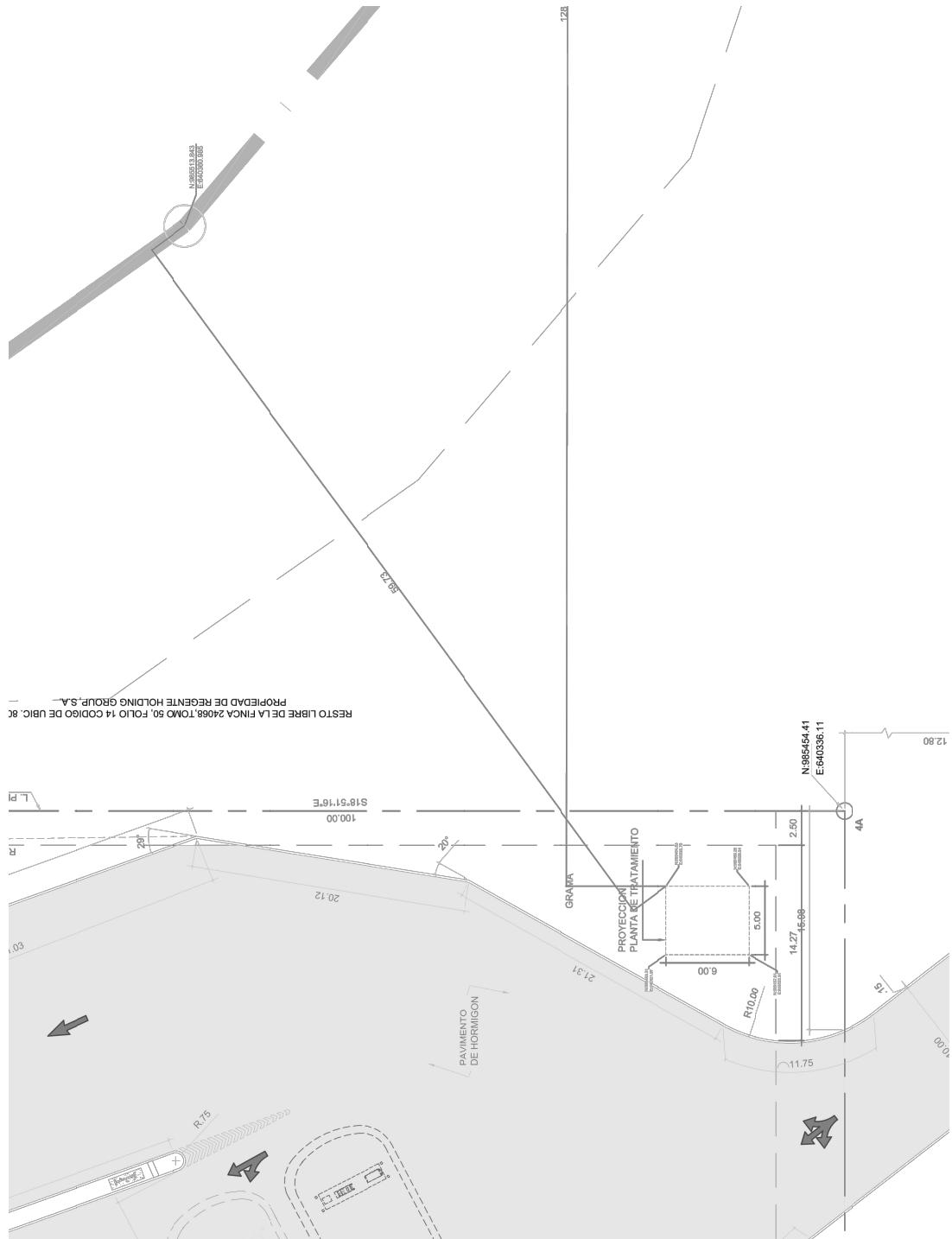
- Las coordenadas del alineamiento líneal de la PTAR al punto de descarga final en el Río San Bernardino son:

Coordenadas UTM (WGS84)

Punto	Este	Norte
Origen en PTAR	640326.70	985464.93
Descarga a Río San Bernardino	640360.98	985513.84

- Se estima una longitud aproximada de 60 metros lineales desde la PTAR al punto de descarga, el detalle del diámetro de la tubería será confirmado una vez se tenga el plano aprobado por parte del Ministerio de Salud.
- A continuación vista de la ubicación de la PTAR, el alineamiento y el punto de descarga en el Río San Bernardino:

Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024  
Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"  
Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."



Respuesta a la Nota DRPO-DIREC-SEIA-NE-745-2024

Proyecto: "ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA1"

Promotor: "Petrolera Nacional, S.A."

- A continuación, autorización por escrito para la instalación de tubería para el desalojo de aguas residuales al Río San Bernardino



## REGENTE HOLDING GROUP S.A

RUC 15569004-2-2020 DV 24

Corregimiento Juan Demóstenes Arosemena, Distrito de Arraiján

Teléfono: 257-2135 Cel: 6378-5534

Panamá, 28 de agosto de 2024.

Señores

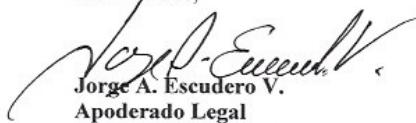
DIRECCIÓN REGIONAL PANAMÁ OESTE  
MINISTERIO DE AMBIENTE

Asunto: Autorización de Instalación de Tuberías de  
Desalojo de Aguas Residuales hacia el Río  
San Bernardino

Respetados señores:

Yo, Jorge A. Escudero V., con cédula de identidad personal 7-119-580, apoderado legal de Regente Holding Group, S.A. Sociedad anónima registrada en (Mercantil) Folio N.<sup>o</sup> 155690042 con RUC 155690042-2-2020 DV 24, por este medio autorizo a Petrolera Nacional, S.A., sociedad anónima registrada en (Mercantil) Folio N<sup>o</sup> 24169 con RUC 1019-225-108400 DV 92, a efectos de que ejecute la instalación de las tuberías necesarias para el desalojo de aguas residuales al Río San Bernardino del sistema de tratamiento de aguas residuales a instalar para el proyecto denominado "**ESTACIÓN DE SERVICIOS Y TIENDA DE CONVENIENCIA AUTOPISTA 1**" dentro de los predios de nuestra propiedad, finca 24068 con código de ubicación 8002, en el Corregimiento de Juan Demóstenes Arosemena, Distrito de Arraiján y Provincia de Panamá Oeste. Además, que realice todos los trámites necesarios ante las autoridades públicas, privadas, municipales y nacionales, incluyendo sin limitar: los permisos de saneamiento, adecuación, construcción, operación y ocupación, así como la tramitación de Estudios de Impacto Ambiental, indemnización ecológica y/o trámites relacionados, requeridos para esta actividad.

Atentamente,



Jorge A. Escudero V.  
Apoderado Legal  
Cedula: 7-119-580

- Las posibles especies que se verían afectadas con la instalación del emisario son: guácimo (*guazuma ulmifolia*), heliconias y caña brava (*Bactris sp*). Toda vez que se cuente con el plano aprobado por parte del Ministerio de Salud y confirmada la coordenada de descarga propuesta en este plano se procederá a realizar el inventario forestal solicitado y se presentará al Ministerio de Ambiente.
- En el área sujeta a intervención con el desalojo de aguas residuales y su descarga final al Río San Bernardino se estima implementar las siguientes medidas de mitigación:
  - Delimitar con barreras físicas las áreas sujetas a intervención con el proyecto.
  - Marcar las especies vegetales que requieran ser removidas según planos aprobados por las autoridades correspondientes
  - Tramitar permisología para la remoción de vegetación (indemnización ecológica, permiso de poda/tala)
  - Captar los restos vegetales y disponerlos según las normas vigentes.
  - Revegetar áreas que resultaran desprovistas de vegetación con las actividades constructivas.