

*Estudio Hidrológico  
(Decreto Ley N° 35 de 22 de septiembre de 1966) Ley de Aguas.*

# ***ESTUDIO HIDROLÓGICO***

**PROYECTO**

**EXTRACCIÓN DE MINERALES  
NO METÁLICOS (GRAVA DE RÍO)**

***PROMOTOR:***

***TRANSPORTE Y EDIFICACIONES  
DEL ATLÁNTICO, S. A. (TEASA)***

***UBICACIÓN:***

***RÍO CHANGUINOLA  
DISTRITO DE CHANGUINOLA  
PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO***

***CONSULTOR:***

***SOCIEDAD AMBIENTE Y GIS,  
S.A. AO-2-89-1618-2020-57419691  
C-2020-07-0021***

  
***Joaquín López Hernández***  
Presidente y Representante Legal  
Sociedad Ambiente y GIS, S.A.  
CIP del CTNA No. 4,949-04  
Recursos Naturales Renovables y Ambiente

## **1- GENERALIDADES**

*El Informe Hidrológico preparado como complemento para sustentar la Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría II del Proyecto denominado Extracción de Minerales No Metálicos (grava de río), recoge una serie de elementos y datos técnicos relacionados con el comportamiento y evolución del Régimen Hídrico de la zona Evaluada para esta solicitud.*

*Además de ceñirnos a las exigencias del Decreto Ley No. 35 de 22 de septiembre de 1966 (Ley Sobre Uso de Aguas) y el Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto de 2009 por la cual se Reglamenta el Capítulo II del Título IV de la Ley 41 de 1 de Julio de 1998, General de Ambiente de la República de Panamá y se deroga el Decreto Ejecutivo 209 de 5 de septiembre de 2006.; hacemos mención de la importancia sobre la necesidad general del desarrollo de los Recursos Humanos, las transferencias de conocimientos y tecnologías que de alguna manera afectan los balances hidrológicos y la gestión de los Recursos hídricos en el perímetro del proyecto.*

*Con el crecimiento de la población a nivel local y nacional, ligados a los atractivos turísticos, culturales y el desarrollo de Transferencias de Tecnología Apropiadas y Adopción de técnicas ambientales, se hace necesario propiciar la sostenibilidad y protección de los Recursos Naturales existentes, siendo el agua el primer recurso, el cual tenemos que maximizar los esfuerzos conservacionistas y de uso racional.*

*En este caso en particular, en el levantamiento y recopilación de los datos técnicos necesarios para la parte Hidrológica según la lista de requisitos exigidos por el Ministerio de Ambiente, se ha utilizado la información recopilada en las estaciones meteorológicas del Aeropuerto de Bocas y Changuinola Sur, por ser las que mayormente aportan datos para complementar dicho estudio, además se realizaron mediciones de caudal hídrico en la parte baja del río Changuinola como potencial para determinar la capacidad hídrica e hidráulica de la fuente de suministro de minerales no metálicos.*

*La Cuenca Hidrográfica del río Changuinola donde se desarrollará el proyecto de Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría II del proyecto denominado Extracción de Minerales No Metálicos (Grava de Río), se ubica al noroeste de la Cuenca Hidrográfica principal y áreas de drenaje del río Changuinola.*

## **UBICACIÓN DEL PROYECTO**

*Regionalmente este proyecto de Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría II del Proyecto denominado Extracción de Minerales No Metálicos, se encuentra en la vertiente meridional de la cordillera central al noreste del Macizo Volcánico del Barú en las elevaciones septentrionales de la cordillera y muy cerca de la transición entre estas elevaciones y la estrecha llanura costera pertenecientes a la Bahía de Chiriquí. Las zonas destinadas a ser sujetas de extracción de estos minerales no metálicos (grava de río) se localizan en la parte baja del meandro, aguas arriba y aguas debajo de la carretera que conduce hacia Changuinola. Las Siguientes Coordenadas Geográficas describen la ubicación de cada una de las zonas propuestas propuestas para este proyecto de extracción.*

*Corresponde el área geográfica al Corregimiento de Rambala, Distrito de Changuinola, Provincia de Bocas del Toro.*

<b>ZONA</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>PUNTO</b>	<b>GEOGRÁFICAS</b>		<b>UTM WGS84</b>	
			<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
<i>1</i>	<i>150.00</i>	1	<i>9°25'04.85"</i>	<i>82°30'24.59"</i>	<i>334554.58</i>	<i>1041423.22</i>
		2	<i>9°25'04.85"</i>	<i>82°29'19.03"</i>	<i>336554.54</i>	<i>1041414.66</i>
		3	<i>9°24'40.43"</i>	<i>82°29'19.03"</i>	<i>336551.35</i>	<i>1040664.45</i>
		4	<i>9°24'40.43"</i>	<i>82°30'24.59"</i>	<i>334551.35</i>	<i>1040673.01</i>
<i>2</i>	<i>57.75</i>	1	<i>9°25'11.33"</i>	<i>82°30'51.64"</i>	<i>333730.26</i>	<i>1041625.85</i>
		2	<i>9°25'11.33"</i>	<i>82°30'24.59"</i>	<i>334555.44</i>	<i>1041622.29</i>
		3	<i>9°24'48.54"</i>	<i>82°30'24.59"</i>	<i>334552.43</i>	<i>1040922.15</i>
		4	<i>9°24'48.54"</i>	<i>82°30'51.64"</i>	<i>333727.23</i>	<i>1040925.71</i>
<i>3</i>	<i>100.00</i>	1	<i>9°24'48.54"</i>	<i>82°31'13.77"</i>	<i>333052.00</i>	<i>1040928.64</i>
		2	<i>9°24'48.54"</i>	<i>82°30'40.99"</i>	<i>334052.00</i>	<i>1040924.31</i>
		3	<i>9°24'15.98"</i>	<i>82°30'40.99"</i>	<i>334047.81</i>	<i>1039923.99</i>
		4	<i>9°24'15.98"</i>	<i>82°31'13.77"</i>	<i>333047.78</i>	<i>1039928.35</i>
<i>4</i>	<i>75.00</i>	1	<i>9°24'15.98"</i>	<i>82°31'13.77"</i>	<i>333047.78</i>	<i>1039928.35</i>
		2	<i>9°24'15.98"</i>	<i>82°30'49.18"</i>	<i>333797.96</i>	<i>1039925.00</i>
		3	<i>9°23'43.42"</i>	<i>82°30'49.18"</i>	<i>333793.64</i>	<i>1038924.82</i>
		4	<i>9°23'43.42"</i>	<i>82°31'13.77"</i>	<i>333043.45</i>	<i>1038928.00</i>
<i>5</i>	<i>84.00</i>	1	<i>9°24'01.3"</i>	<i>82°31'33.44"</i>	<i>332445.74</i>	<i>1039479.97</i>
		2	<i>9°24'01.3"</i>	<i>82°31'13.77"</i>	<i>333045.83</i>	<i>1039477.36</i>
		3	<i>9°23'15.72"</i>	<i>82°31'13.77"</i>	<i>333039.76</i>	<i>1038077.00</i>
		4	<i>9°23'15.72"</i>	<i>82°31'33.44"</i>	<i>332439.65</i>	<i>1038079.69</i>
<b>TOTAL</b>	<b>466.75</b>					

## **2- CARACTERISTICA DE LA CUENCA DEL RIO CHANGUINOLA**

*La misma se ubica entre las zonas o áreas de drenaje del corredor hidrológico denominados Río Changuinola al oeste números de cuenca son la No. 91. Esta parte territorial en donde drenan las aguas del río Changuinola no cuenta con estaciones meteorológicas ni estaciones limnimétricas instaladas, para obtener la información requerida en el estudio, por lo que se hizo necesario la correlación de datos de las estaciones vecinas en las área o zonas de drenaje de las cuencas antes señaladas.*

*Además, se realizó mediciones de caudales hídricos en el río principal, muy cerca del sitio sujeto a realizar la extracción.*

*La topografía es bastante irregular, la pendiente con porcentajes mayores del 40% en su parte alta y media o zona de generación y conservación y de inclinada a medianamente inclinada en su parte baja o zona de aprovechamiento.*

*La precipitación pluvial está determinada por los arreglos topográficos espacial de la zona de Convergencia Intertropical y de la influencia de las partes litoral pacífica y atlántica.*

*El lecho hídrico del río mantiene características meándrico erosional con fuerte corriente, y que por su diferencia de altura entre el sitio donde nacen sus principales afluentes y el sitio de aprovechamiento, principalmente en su parte alta y media existen muchas corrientes que arrastran gran parte del material no metálico que conforman las zonas de influencias y aprovechamiento del mismo.*

*Dentro del territorio de esta cuenta hidrográfica, no encontramos estaciones meteorológicas y otras informaciones científicas que pudieran darnos datos precisos de los eventos meteorológicos y condición de caudales hídricos que ocurran en la misma.*

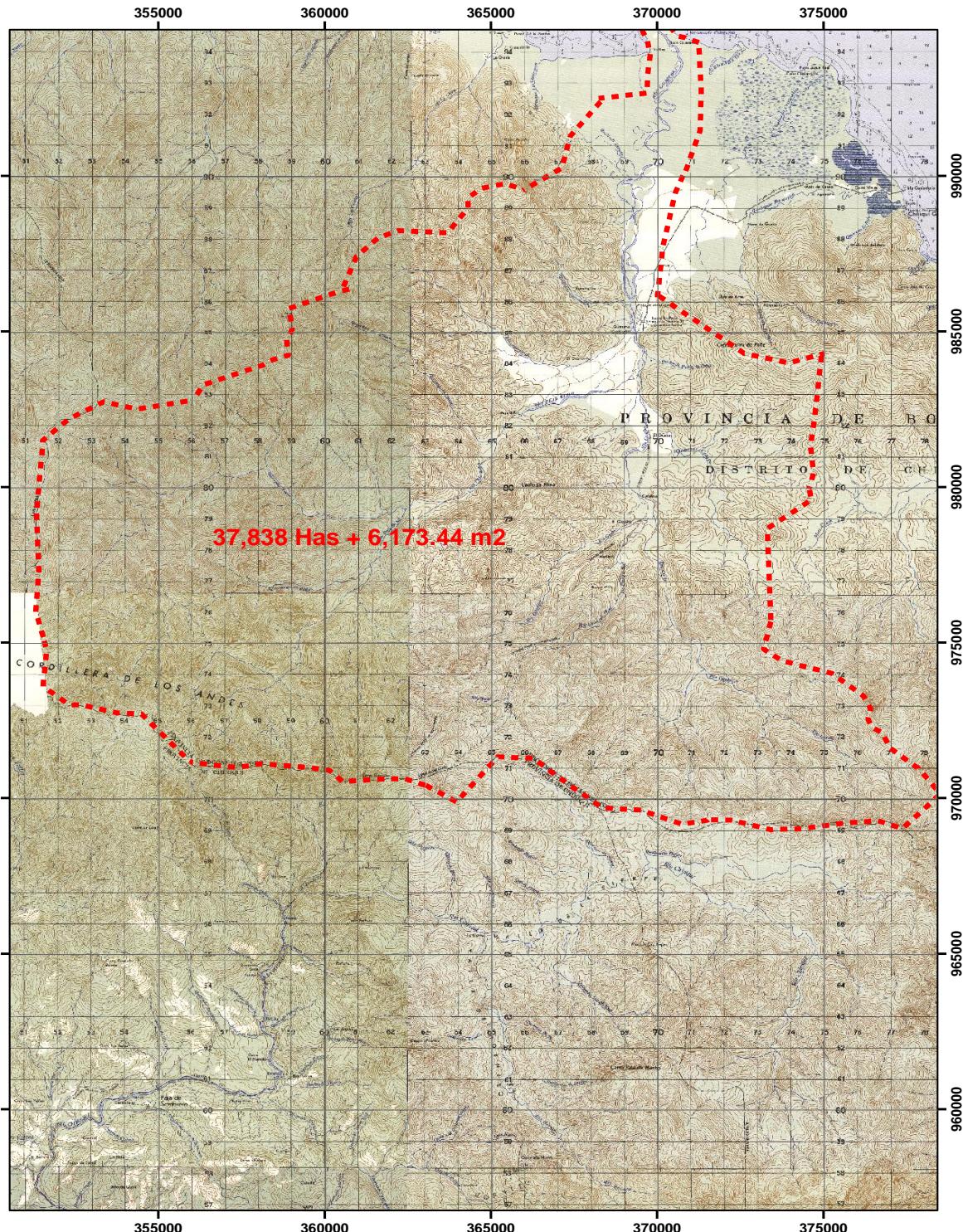
*El área de drenaje de la cuenca total, desde el nacimiento del río Changuinola en el sector de la división de la Cordillera Central del País, incluyendo los afluentes principales hasta la intersección con el sitio del proyecto es de treinta y siete mil ochocientos treinta y ocho hectáreas más seis mil cientos setenta y tres metros cuadrados con cuarenta y cuatro decímetros cuadrados (37,838 Has + 6173.44 m<sup>2</sup>)*

*La distancia del río principal es de 22,164.53 metros desde el nacimiento hasta la desembocadura en la Laguna de Chiriquí en el mar Caribe.*

**Informe Hidrológico para Sustentar EIA Categoría II, del Proyecto Extracción de Minerales No Metálicos en el Río Changuinola**

El área de drenaje total de la Cuenca No. 91 denominada Río Changuinola, es de doscientas doce mil hectáreas o 212 kilómetros cuadrados. La longitud del principal es de 51.9 kilómetros.

## 2.1- Demarcación de la Cuenca



## **2.2- Uso de la Tierra**

Dentro de la Cuenca Hidrográfica del Río Changuinola, se generan en cuanto al uso de la Tierra actividades agrícolas y pecuarias principalmente. Las actividades agrícolas son desarrolladas tanto de forma manual incluyendo labores con cero labranzas e igualmente se incluyen una mínima labranza. Además, existen las actividades avícolas y forestales impulsadas por grupos comunitarios y de forma privada.

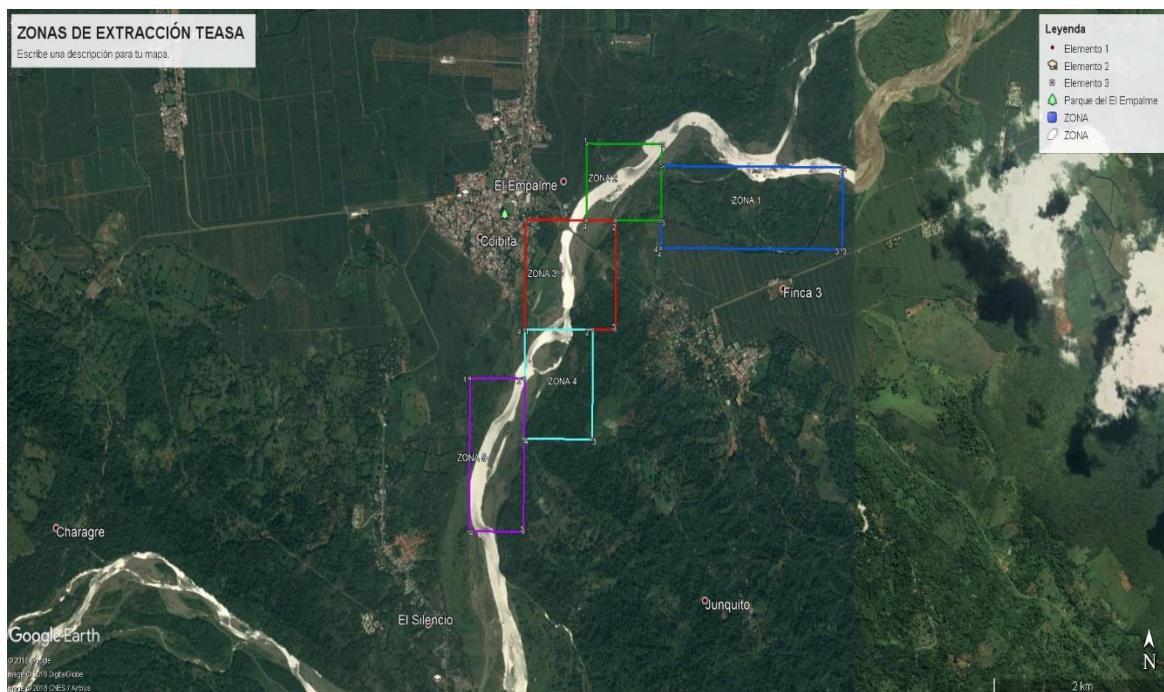
## **2.3- Tipo de Suelo**

En cuanto al tipo de suelo que más predomina en la cuenca hidrográfica encontramos desde el franco arenoso, arenoso, franco y franco arcilloso.

## **2.4 Área de la Cuenca**

El área de drenaje de la cuenca total, desde el nacimiento del río Changuinola en el sector de la división de la Cordillera Central del País, incluyendo los afluentes principales hasta la intersección con el sitio del proyecto es de treinta y siete mil ochocientos treinta y ocho hectáreas más seis mil cientos setenta y tres metros cuadrados con cuarenta y cuatro decímetros cuadrados ( $37,838 \text{ Has} + 6173.44 \text{ m}^2$ )

## **MAPA REPRESENTATIVO DE AREA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO**



## **2.5-Elevación**

*En cuanto a las alturas y elevaciones en esta cuenca hidrográficas, se presentan las siguientes: parte alta con elevaciones de hasta 1,960 metros sobre el nivel del mar, 400 metros sobre el nivel del mar en la parte media y 10 metros sobre el nivel del mar en la desembocadura.*

## **2.6- Pendiente**

*La pendiente oscila entre las tres categorías descritas de la siguiente manera: plana o ligeramente plana con pendientes de 0 a 20%; de medianamente inclinada a inclinada con pendientes de 20 a 40% y fuertemente inclinada con pendientes mayores del 40%.*

## **2.7- Orientación**

*La orientación de la cuenca va desde el centro del conglomerado montañoso hacia la vertiente del atlántico.*

## **2.8 – Red de Estaciones Hidrometeorológicas**

*Según la información de estaciones hidrometeorológicas en esta cuenca hidrográfica, y principalmente en el río Changuinola y su entorno, en el análisis realizado se recomienda utilizar las siguientes estaciones. Para este estudio en particular se ha utilizado principalmente la información recopilada en las estaciones meteorológicas del Aeropuerto de Bocas y Kankintu, por ser las que mayormente aportan datos para complementar dicho estudio, además se realizaron mediciones de caudal hídrico en la parte baja del río Changuinola como potencial para el suministro de minerales no metálicos.*

## **3. CLIMATOLOGIA**

### **Clasificación del Clima:**

*El Clima del área de Estudio, según la clasificación de Koppen se define como clima Tropical Muy Húmedo (Af), con precipitación anual mayor que 2,500 mm; con una estación seca muy corta (enero – marzo) y con meses de lluvia con precipitación mayor de 250 mm; este tipo de clima se caracteriza por presentar, generalmente dos meses marcadas de estación seca, la temperatura promedio en el sector es de 27.5°C, pero la temperatura media del mes más*

fresco es de 16°C y la diferencia entre la temperatura del mes más cálido y el mes más fresco es de 5°C.

Y una zona de vida de Bosque Húmedo Tropical (bht) transición muy húmeda, según el diagrama de zonas de vida del mapa de Tosí y Las Isoyetas derivadas del mapa del Atlas Nacional de Panamá y ETESA.

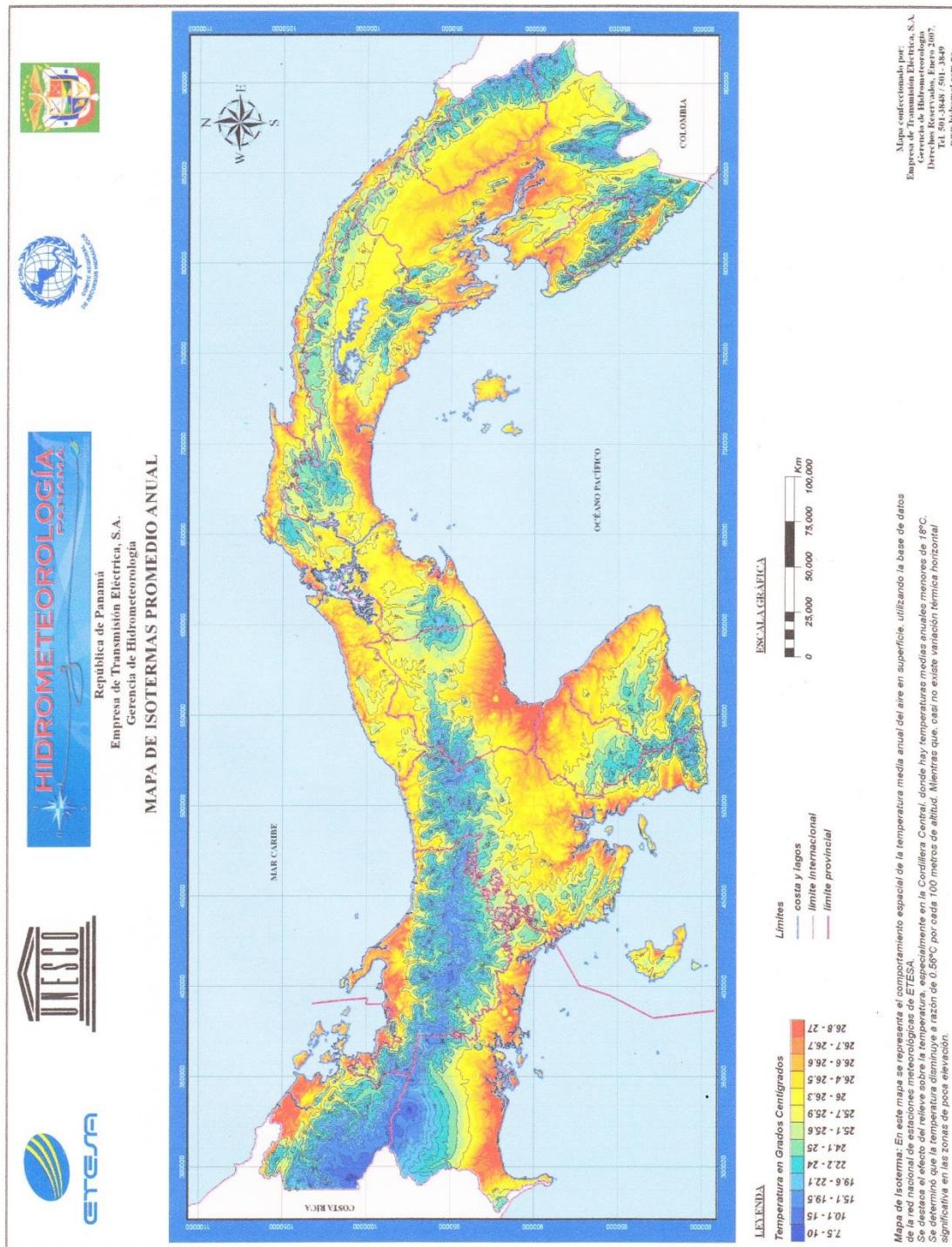
Para lograr un mejor detalle de los aspectos meteorológicos en el área de estudio, se tomará como referencia la Estación de Changuinola Sur No. 91026, Latitud 8° 57'37" N, y Longitud 82° 25'29" W, la cual se encuentra a 400 metros sobre el nivel del mar.

### **Temperatura**

De acuerdo a los datos suministrados por la estación Meteorológica de Changuinola Sur, la temperatura media anual es de 26.5°C, siendo la máxima registrada de 28°C en el mes de abril y la mínima de 25°C en el mes de enero.

**Evaporación; Evapotranspiración:** según la información presentada en el balance hídrico climático, los niveles de evaporación y transpiración son mínimos por tratarse de una zona muy húmeda durante todo el año y solo se refleja momentos secos en los meses de enero a marzo cuando mucho.

## **Informe Hidrológico para Sustentar EIA Categoría II, del Proyecto Extracción de Minerales No Metálicos en el Río Changuinola**



## **1. Precipitación**

*La precipitación en la zona está regida por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical que mueve las masas cargadas del Atlántico Central, hacia el Norte produciendo las primeras lluvias en el mes de abril o mayo, para tener una baja en el mes de julio y normalizarse en el mes de agosto hasta alcanzar su máxima expresión en el mes de octubre.*

*Para el análisis de la Precipitación en la zona, se consideró los datos registrados por la Estación Meteorológica de Changuinola Sur, Aeropuerto de Bocas; Teribe y Seiyic, por ser las que se encuentran más cerca del sitio de estudio. Según dichas estaciones la precipitación media es de 2,974.8 mm de lluvia al año siendo los meses de mayor intensidad de lluvia, los meses de agosto y noviembre, sobresaliendo el mes de agosto con 601.9 mm de precipitación.*

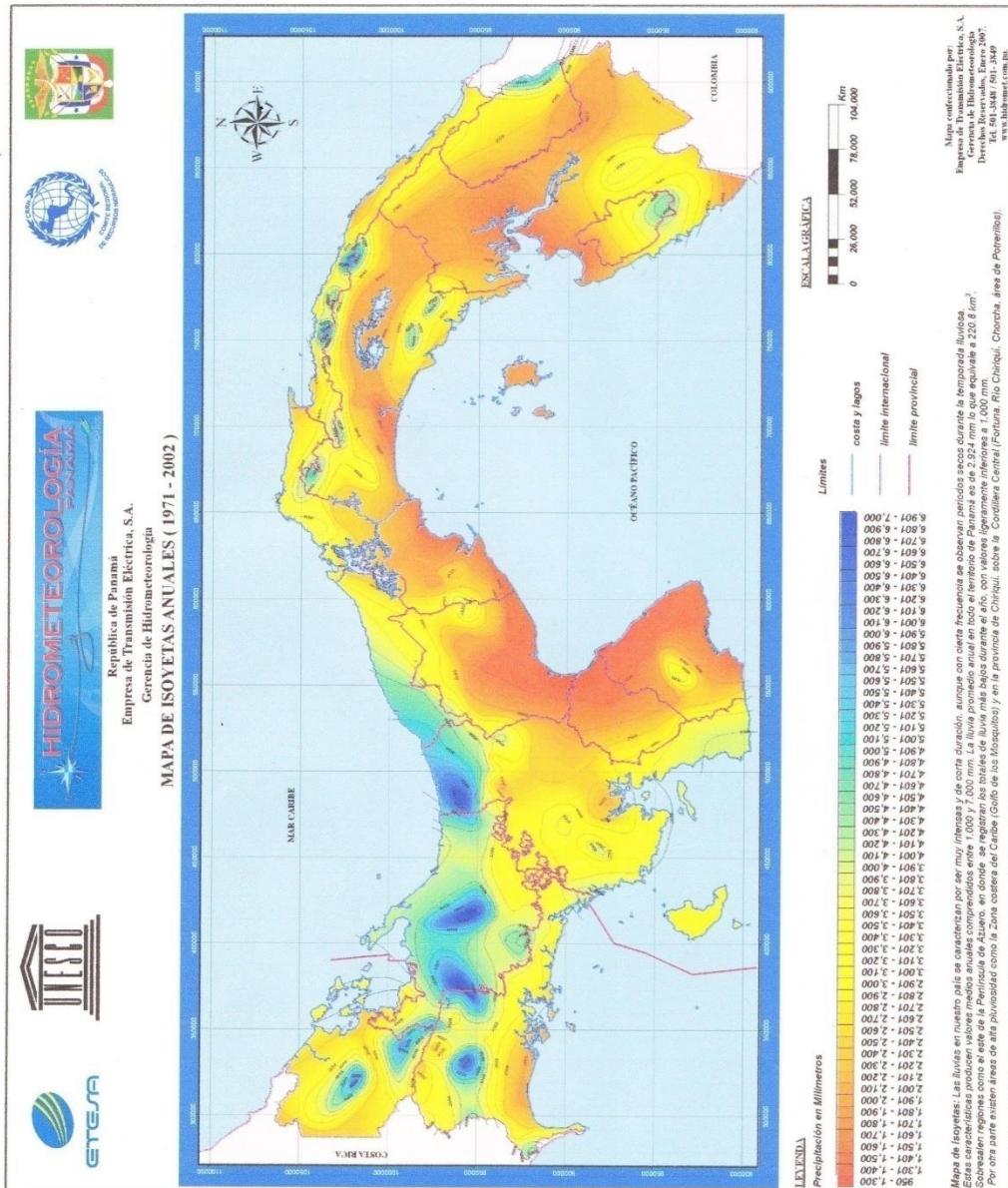
*De forma general las precipitaciones en esta zona de vida son entre 2,500 y 4,500 mm.*

AÑOS	ESTACIONES METEOROLOGICAS					PROMED TOTAL
	CHANGUINOLA SUR	AEROPUERTO DE BOCAS	KANKINTU	TERIBE	SEIYIC	
1992	1,235.1	3,259.6	4,268.5	2,397.8	2,818.7	2,795.9
1993	2,732.9	2,821.7	4,436.9	2,183.4	3,281.4	3,091.3
1994	3,009.2	3,016.6	4,264.7	2,266.4	3,082.0	3,127.6
1995	1,570.3	1,993.2	4,236.7	2,199.9	3,255.2	2,051.0
1996	2,706.3	3,532.3	6,286.5	4,976.0	3,491.2	3,798.5
1997	3,576.8	3,628.6	6,255.8	4,044.5	4,389.5	4,379.1
1998	4,112.3	3,025.1	4,912.2	2,287.5	2,989.5	3,462.3
1999	4,442.8	3,290.8	6,185.9	2,579.4	3,586.3	4,017.0
2000	4,943.4	3,890.5	4,633.8	2,252.8	2,373.2	2,618.7
2001	3,874.3	3,632.1	5,632.1	2,314.5	3,456.3	3,121.8
2002	3,687.1	3,345.6	4,786.6	2,257.8	3,658.9	2,287.2
2003	3,512.9	3,687.4	4,598.9	2,369.6	3,725.2	3,578.8
2004	3,299.5	3,258.6	4,468.7	2,399.2	3,688.7	3,422.9

Suma	37,241.3	32,558.0	55,945.0	32,129.0	36,753.7	
Promed	1,656.9	1,453.9	1,484.9	1,693.2	2,008.9	<b>2,794.8</b>
Máxima	4,943.4	3,890.5	6,286.5	4,976.0	4,389.5	
Mínima	1,235.1	1,993.2	4,236.7	2,183.4	2,818.7	

*Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA)  
Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)*

## **Informe Hidrológico para Sustentar EIA Categoría II, del Proyecto Extracción de Minerales No Metálicos en el Río Changuinola**



Según la información de la precipitación pluvial que presentan las isoyeras del área, las mismas mantienen un rango de entre 3.500 y 5.000 mm por año.

*Elaborado por la Sociedad Servicios Generales, Ambiente y Tecnología, S.A.*  
*Página 10 de 23*

**Informe Hidrológico para Sustentar EIA Categoría II, del Proyecto Extracción de Minerales No Metálicos en el Río Changuinola**

**BALANCE EDAFOCLIMATICO MENSUAL**

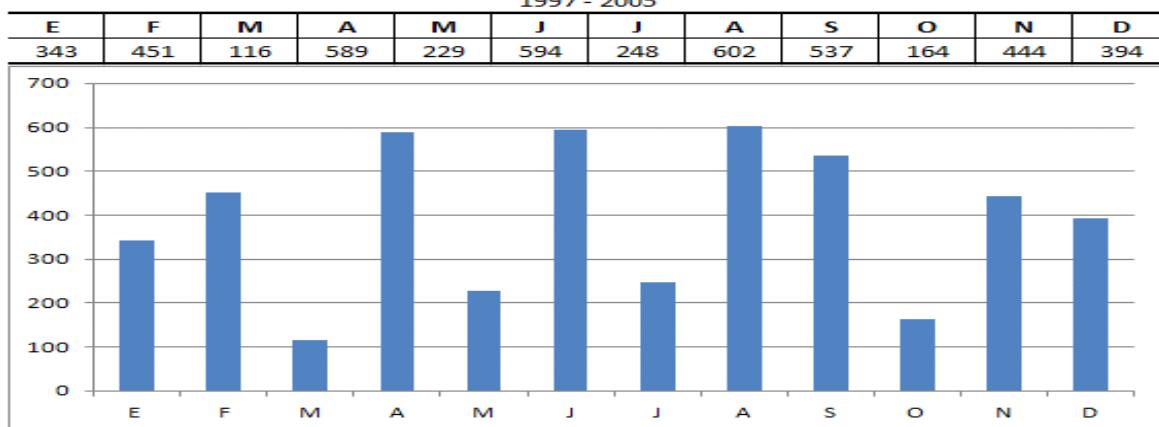
COD.: 91-026 Suelo: Arcillosos	EST.: CHANGUINOLA SUR Tipo de Est.: PV	LAT.: 08° 57' N Prov.: BOCAS DEL TORO	LONG.: 82° 25' O Vegetación: Mod. Profundidad	A.S.N.M.M.: 400 mts Ret.: 200 mm	Periodo: 1997 - 2005											
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL		126	116	128	120	108	104	110	110	95	89	103	124	1333		
PRECIPITACION		343	451	116	589	229	594	248	602	537	164	444	394	4711		
PP - ETP		217	335	-12	469	121	490	138	492	442	75	341	270			
SUMA DE VAL. NEGATIVOS				-12												
ALMACENAJE		200	200	188	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200		
DIFERENCIA DE ALMACENAJE		0	0	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EVAPOTRANSPIRACION REAL		126	116	128	120	108	104	110	110	95	89	103	124	1333		
EXCESO		217	335	0	457	121	490	138	492	442	75	341	270	3378		
DEFICIT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TEMPERATURA		25,5	25,8	26,2	26,2	27,4	27,1	26,6	27,2	27,1	27,3	26,1	26,6	26,6		
RADIACION		437	440	437	423	367	366	378	373	339	310	370	422	389		

**BALANCE HIDROGEOLOGICO  
MICROCUENUCA DEL RIO ROBALO  
AREA DE LA MICROCUENUCA DEL RIO ROBALO = 3000 Has**

AREA DE LA MICROCUENUCA EN Has	AREA DE LA MICROCUENUCA EN m <sup>2</sup> (Am <sup>2</sup> )	PRECIPITACION TOTAL ANUAL EN mm (PP)	(Am <sup>2</sup> ) * (PP)	ESCORRENIA ANUAL EN mm (Esc)	(Am <sup>2</sup> ) * (Esc)	PERDIDAS POR EVAPOTRANS. EN mm (EVAP mm)	(Am <sup>2</sup> ) * (EVAP mm)	RESULTADO FINAL EN LITROS METROS CUBICOS (**)	RESULTADO FINAL EN METROS CUBICOS
3000	3000000	4711	1.41330000000E+11	3378	1.0134E+11	0	0	3999000000	39990000

(\*\*) EL RESULTADO FINAL REPRESENTA LA CANTIDAD EN LITROS QUE LOGRA INFILTRARSE EN EL SUELO Y ALIMENTAR LOS ACUFEROS DEL AREA.

**ESTACION REPRESENTATIVA CHANGUINOLA SUR  
PRECIPITACION MENSUAL SEGUN PERIODO DE REGISTRO  
1997 - 2005**



**Informe Hidrológico para Sustentar EIA Categoría II, del Proyecto Extracción de Minerales No Metálicos en el Río Changuinola**

*El Balance Edafoclimático define una escorrentía superficial de 3378 mm, lo que equivale a 72 %, del total anual de lluvia que precipita en la cuenca del Río Róbalo.*

*Los meses en los cuales se registra menor precipitación son marzo y octubre. Los meses con mayor precipitación son abril, junio y agosto.*

*Esta es una zona donde llueve todo el año y solo en el mes de marzo puede identificarse un período seco de 10 a 15 días en donde la lluvia cae por debajo del valor de Evapotranspiración Potencial, mas esto no ocasiona estrés hídrico ya que el almacenamiento de agua permite compensar esta deficiencia hídrica reflejada en dicho mes.*

*La cantidad de agua que logra infiltrarse en el suelo y alimentar los acuíferos subterráneos es de 39,990,000 de metros cúbicos anuales.*

**Caudales:** el río Changuinola no permite en época de invierno realizar aforos instantáneos por lo que fue necesario realizar las correlaciones con información del río Changuinola, con datos re registros de años anteriores.

**INSTITUTO DE RECURSOS HIDRÁULICOS Y ELECTRIFICACIONES  
DEPARTAMENTO DE HIDROMETEOROLOGÍA  
CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)  
CHANGUINOLA, PEÑA BLANCA**

Latitud: 09° 09' N

Número: 091-01-03

Longitud: 82° 30' O

Provincia: Bocas del Toro

Elevación: 140 msnm

Área de Drenaje: 1, 190 Km<sup>2</sup>

Información desde julio, 1974

Tipo de Estación: Limnigráfica

Año	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	Pro
74-75	S/D	S/D	169*	186	130	242	132	130	98.5	91.3	50.2	62.7	---
75-76	102	168	185	190	240	196	260	337*	133	113*	78.7	58.4	172
76-77	136	191	222	176	182	175	196	148	94.6	55.8	66.3	66.7	142
77-78	92.6	147	176	158	122	155	106	59.0	50.3	91.0	65.5	65.1	107
78-79	94.9	138	144	106	170	204	165	203	84.2	56.5	61.0	216	137
79-80	190	130	100	167	181	139	160	127	116	125	56.6	50.9	129
80-81	94.8	173	142	140	165	149	153	221	133	117	131	163	148
81-82	159	187	137	139	160	195	189	141	86.2	68.1	54.7	74.8	133
82-83	120	161	138	125	129	182	144	111	77.9	46.0	70.1	54.6	113
83-84	114	131	129	118	178	186	165	97.5	132	77.8	74.5	37.4	120
84-85	117	161	156	218	210	183	166	255	104	76.8	70.4	73.2	149
85-86	105	201	117	134	139	121	95.4	128	130	75.0	119	95.4	122
86-87	115	179	134	112	195	282	106	73.5	66.0	59.0	34.5	84.1	120
87-88	126	145	123	190	191	196	141	175	179	153*	124*	88.0*	152
88-89	113*	144*	155*	181*	162*	155*	139*	131*	108	98.0*	94.8	84.6*	130
89-90	132*	102*	157*	153*	138*	150*	101*	166*	173	100	155*	72.0*	133

PROM	121	157	149	156	168	182	151	156	110	87.8	81.7	84.2	134
MAX.	190	201	222	218	240	282	260	337	179	153	155	216	337
DESV	26.1	26.8	29.4	32.7	32.2	39.8	41.8	70.4	35.5	29.2	33.7	44.7	170
C.V	0.216	0.170	0.197	0.210	0.192	0.219	0.277	0.450	0.322	0.333	0.413	0.531	0.127

S/D : Sin Datos

\* Dato Correlacionado Con: Changuinola Valle del Risco.

**Informe Hidrológico para Sustentar EIA Categoría II, del Proyecto Extracción de Minerales No Metálicos en el Río Changuinola**

**INSTITUTO DE RECURSOS HIDRÁULICOS Y ELECTRIFICACIONES**  
**DEPARTAMENTO DE HIDROMETEOROLOGÍA**  
**CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (m<sup>3</sup>/s)**  
**CHANGUINOLA, PEÑA BLANCA**

Latitud: 09° 09' N

Número: 091-01-03

Longitud: 82° 30' O

Provincia: Bocas del Toro

Elevación: 140 msnm

Área de Drenaje: 1, 390 Km<sup>2</sup>

Información desde julio, 1974

Tipo de Estación: Limnigráfica

Año	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	Pro
74-75	S/D	S/D	680	573	446	877	450	915	446	476	109	438	541
75-76	638	2095	763	633	718	539	858	3446	789	510	222	151	947
76-77	671	777	1858	1183	703	496	1183	1172	396	139	276	253	759
77-78	830	861	562	567	731	455	528	100	270	830	237	136	509
78-79	477	602	548	801	671	765	1272	2486	400	113	159	1785	840
79-80	633	464	345	496	552	425	623	494	442	562	159	227	452
80-81	709	592	408	392	830	654	487	1889	676	1427	477	623	764
81-82	524	510	329	468	783	765	962	358	322	293	140	396	488
82-83	468	714	602	577	380	602	618	274	159	140	1029	145	476
83-84	836	505	789	446	1035	460	995	270	592	345	280	77.9	596
84-85	548	760	602	3125	731	618	628	1227	337	258	280	416	794
85-86	548	849	633	602	446	451	345	898	818	154	1183	297	602
86-87	633	975	496	533	633	1111	510	477	519	222	62.4	460	597
87-88	613	552	830	623	789	582	333	1333	3053	760	263*	349*	947
88-89	565*	525*	618*	469*	402*	418*	487	392	364	676	1411	318	608
89-90	520*	317*	409*	980*	419*	675*	344*	849	552	307	872*	132*	570

MAX	836	2,095	1,858	3,125	1,035	1,111	1,272	3,446	3,053	1,427	1,411	1,785	1,872
-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

S/D : Sin Datos

\* Dato Correlacionado Con: Changuinola Valle del Risco.

**Informe Hidrológico para Sustentar EIA Categoría II, del Proyecto Extracción de Minerales No Metálicos en el Río Changuinola**

**INSTITUTO DE RECURSOS HIDRÁULICOS Y ELECTRIFICACIONES  
DEPARTAMENTO DE HIDROMETEOROLOGÍA  
CAUDALES MINIMOS DIARIOS ( $m^3/s$ )  
CHANGUINOLA, PEÑA BLANCA**

Latitud:  $09^{\circ} 09' N$   
Longitud:  $82^{\circ} 30' O$   
Elevación: 140 msnm  
Información desde julio, 1974

Número: 091-01-03  
Provincia: Bocas del Toro  
Área de Drenaje: 1, 390 Km<sup>2</sup>  
Tipo de Estación: Limnigráfica

Año	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	Min Anual
74-75	S/D	S/D	109	118	84.4	166	90.4	69.1	49.4	46.3	38.8	40.5	38.8
75-76	60.4	88.9	135	148	144	135	171	99.6	80.9	65.0	53.5	45.3	45.3
76-77	65.0	110	91.9	99.6	106	110	102	66.3	51.4	45.3	38.8	45.3	38.8
77-78	50.3	86.3	104	97.7	75.3	82.6	70.0	45.3	37.9	44.3	43.4	50.3	37.9
78-79	47.3	74.0	90.0	65.0	97.7	118	80.9	89.7	52.2	46.5	42.6	85.5	42.6
79-80	98.8	84.6	74.4	85.9	109	78.8	112	80.4	62.4	61.5	40.2	31.1	31.1
80-81	36.6	108	92.9	91.1	83.5	99.6	109	98.5	69.5	56.2	61.7	63.7	36.6
81-82	93.3	114	92.0	94.6	93.8	95.5	111	75.6	58.2	46.9	36.9	34.9	34.9
82-83	69.1	97.2	88.6	89.5	83.6	108	75.6	67.3	51.1	35.4	39.0	33.4	33.4
83-84	31.0	75.8	74.8	78.7	112	129	82.7	68.9	75.5	54.3	40.6	28.7	28.7
84-85	27.8	88.6	88.6	94.6	131	103	108	99.1	59.4	50.9	44.1	51.5	27.8
85-86	67.2	117	81.9	94.2	87.2	74.2	72.9	70.3	64.9	58.5	53.6	71.5	40.5
86-87	62.8	83.0	88.5	75.6	141	117	72.5	48.7	37.9	38.1	26.7	41.4	26.7
87-88	45.1	83.5	66.6	127	96.3	141	105	74.8	53.0	88.0*	83.3*	53.5*	45.1
88-89	48.5*	85.1*	85.0*	121*	122*	122*	96.7	94.0	67.5	59.1	48.5	53.5	48.5
89-90	54.9*	54.6*	79.5*	90.9*	89.5*	89.0*	72.5*	68.6	88.9	57.6	48.8	53.9	48.8

MIN	27.8	54.6	66.6	65.0	75.3	74.2	70.0	45.3	37.9	35.4	26.7	28.7	26.7
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

S/D : Sin Datos

\* Dato Correlacionado Con: Changuinola Valle del Risco.

## **Humedad Relativa**

*Este aspecto está estrechamente vinculado al comportamiento de la precipitación y el viento.*

*Tomando información de la estación del Aeropuerto de Bocas por las razones ya anotadas, se obtuvo que en el año 2015 la humedad relativa osciló entre un mínimo de 51% en el mes de marzo y un máximo de 92% en el mes de octubre para un promedio anual de 80%.*

## **Temperatura**

*De acuerdo a los datos suministrados por la estación de Aeropuerto de Bocas, la temperatura media anual es de 26.5°C, siendo la máxima registrada de 28°C en el mes de abril y la mínima de 25°C en el mes de enero.*

## **Vientos**

*Durante la época seca predominan fuertes vientos alisios del norte que en la época lluviosa disminuye en intensidad, manteniendo la dirección norte a noreste. El análisis de la información de la rosa de los vientos muestra una clara disminución entre los dos períodos climáticos, seco / lluvioso, la cual varía de 5 m/seg o más en la estación seca, a 1.5 m/seg en el período lluvioso.*

*Para cada una se exponen situaciones diferentes desde el punto de vista eólico. La época seca se caracteriza por presentar los vientos de mayor intensidad en dirección norte a noreste (vientos alisios) con ausencia completa de calma, y la época lluviosa por vientos de menores velocidades, dirección variable y frecuencias de calma que oscilan entre 13% y 21%.*

## **Radiación**

*La duración de radiación solar, es el período de tiempo mediante el cual incide la luz directamente a algunas localidades entre el alba y el atardecer.*

*Este brillo solar recibido, constituye uno de los factores que determinan el clima. En el área del proyecto se dan dos situaciones, a saber: una corresponde a la época seca, con abundante brillo solar (diciembre a marzo) y la otra de menor luminosidad (resto del año).*

**DATOS DE PRECIPITACIÓN COMPARATIVA  
CUENCAS HIDROGRAFICAS No. 91, 93 y 95**

AÑOS	ESTACIONES METEOROLOGICAS					PROMED TOTAL
	CHANGUINOLA SUR	AEROPUERTO DE BOCAS	KANKINTU	TERIBE	SEIYIC	
1992	1,235.1	3,259.6	4,268.5	2,397.8	2,818.7	2,795.9
1993	2,732.9	2,821.7	4,436.9	2,183.4	3,281.4	3,091.3
1994	3,009.2	3,016.6	4,264.7	2,266.4	3,082.0	3,127.6
1995	1,570.3	1,993.2	4,236.7	2,199.9	3,255.2	2,051.0
1996	2,706.3	3,532.3	6,286.5	4,976.0	3,491.2	3,798.5
1997	3,576.8	3,628.6	6,255.8	4,044.5	4,389.5	4,379.1
1998	4,112.3	3,025.1	4,912.2	2,287.5	2,989.5	3,462.3
1999	4,442.8	3,290.8	6,185.9	2,579.4	3,586.3	4,017.0
2000	4,943.4	3,890.5	4,633.8	2,252.8	2,373.2	2,618.7
2001	3,874.3	3,632.1	5,632.1	2,314.5	3,456.3	3,121.8
2002	3,687.1	3,345.6	4,786.6	2,257.8	3,658.9	2,287.2
2003	3,512.9	3,687.4	4,598.9	2,369.6	3,725.2	3,578.8
2004	3,299.5	3,258.6	4,468.7	2,399.2	3,688.7	3,422.9

Suma	37,241.3	32,558.0	55,945.0	32,129.0	36,753.7	
Promed	1,656.9	1,453.9	1,484.9	1,693.2	2,008.9	2,794.8
Máxima	4,943.4	3,890.5	6,286.5	4,976.0	4,389.5	
Mínima	1,235.1	1,993.2	4,236.7	2,183.4	2,818.7	

Fuente: *Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA)*  
*Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)*

**DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL  
ESTACION METEOROLOGICA DE CHANGUINOLA SUR  
REGISTRO DE LLUVIA EN (MM)  
PERIODO DE REGISTRO DE 1995 AL 2004**

Número: 91-026

Latitud: 8° 57' 37" N

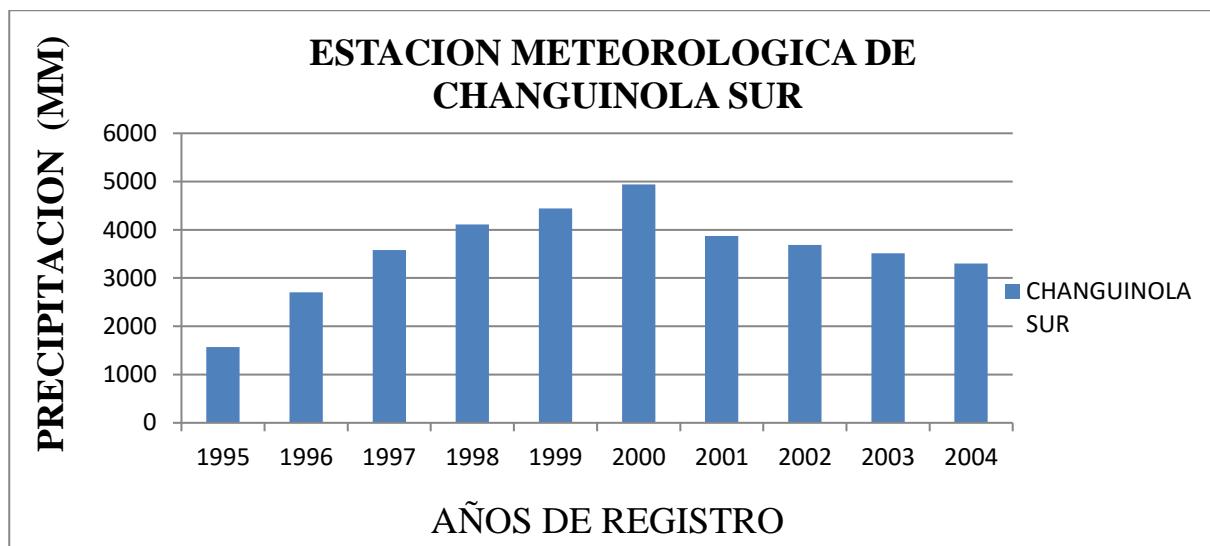
Longitud: 82° 25' 29" W

Tipo: Estación Meteorológica

Fecha de Instalación: 1977

Elevación: 400 msnm

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Prom
1,570	2,706	3,577	4,112	4,443	4,943	3,874	3,687	3,513	3,300	3,573



*Fuente: Estadística Panameña, Situación Física.  
Meteorología  
Contraloría General de la República*

**DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL  
ESTACION METEOROLOGICA DE AEROPUERTO DE BOCAS  
REGISTRO DE LLUVIA EN (MM)  
PERIODO DE REGISTRO DE 1995 AL 2004**

Número: 93-026

Latitud: 9° 20' 00" N

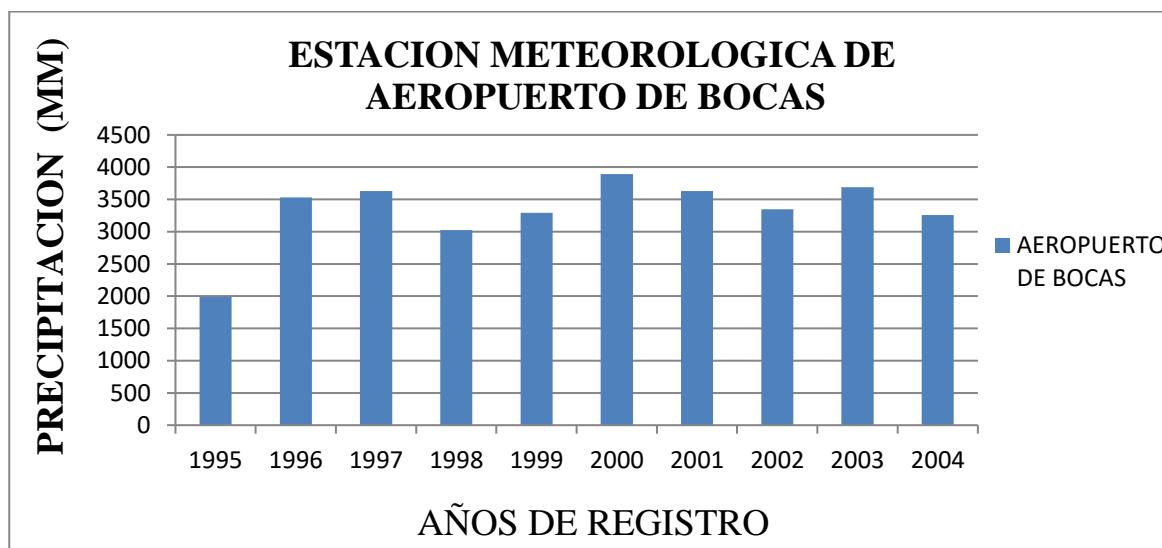
Longitud: 82° 15' 00" W

Tipo: Estación Meteorológica

Fecha de Instalación: 1-01-1972

Elevación: 2 msnm

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Prom
1,993	3,532	3,629	3,025	3,291	3,891	3,632	3,346	3,688	3,259	3,329



**Fuente:** Estadística Panameña, Situación Física.

Meteorología

Contraloría General de la República

**Elaborado por la Sociedad Servicios Generales, Ambiente y Tecnología, S.A.**

**Página 18 de 23**

**DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL  
ESTACION METEOROLOGICA DE TERIBE  
REGISTRO DE LLUVIA EN (MM)  
PERIODO DE REGISTRO DE 1995 AL 2004**

Número: 91-023

Latitud: 9° 19' 00" N

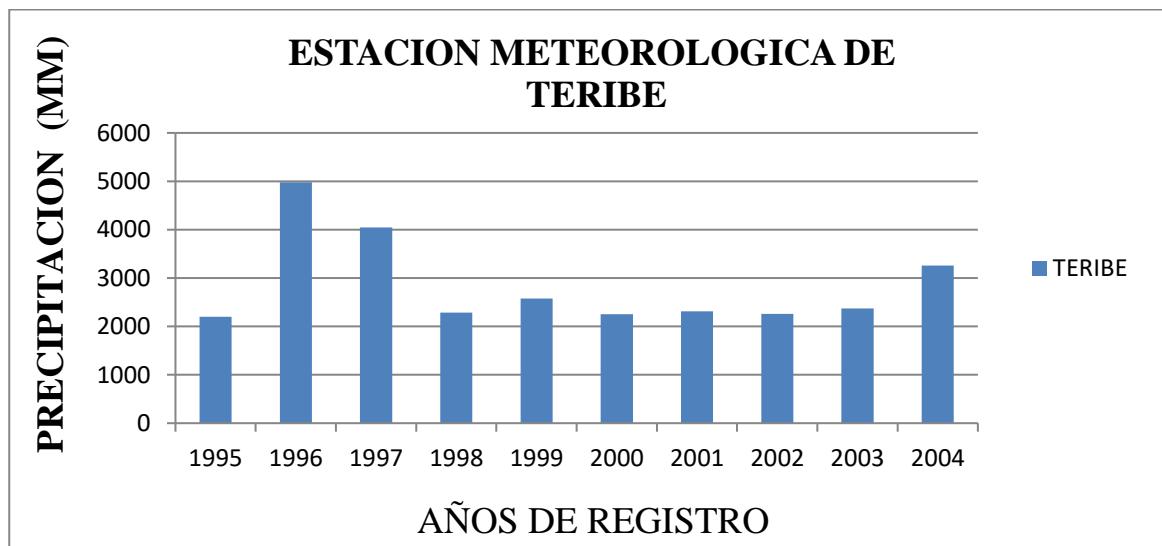
Longitud: 82° 48' 00" W

Tipo: Estación Meteorológica

Fecha de Instalación: 1982

Elevación: 330 msnm

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Prom
2,200	4,976	4,045	2,288	2,579	2,253	2,315	2,258	2,370	2,399	2,768



**Fuente:** Estadística Panameña, Situación Física.

Meteorología

Contraloría General de la República

**DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL  
ESTACION METEOROLOGICA DE SEIYIC  
REGISTRO DE LLUVIA EN (MM)  
PERIODO DE REGISTRO DE 2004 AL 2011**

Número: 91-023

Latitud: 9° 23' 18" N

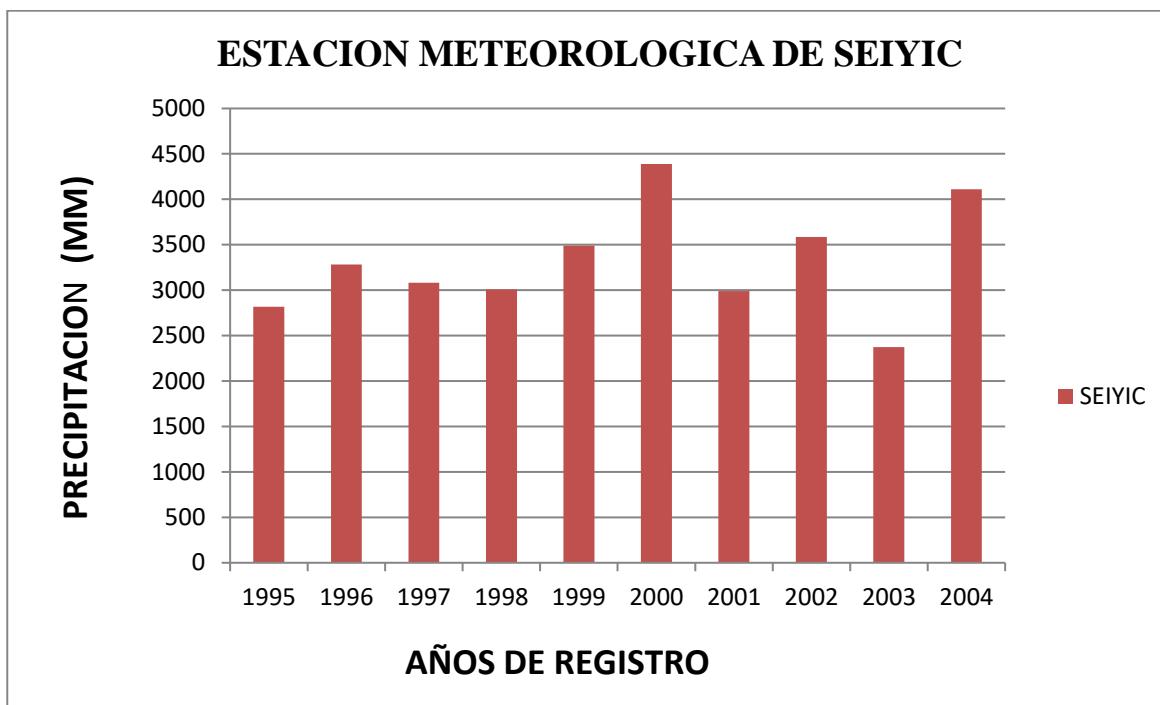
Longitud: 82° 39' 04" W

Tipo: Estación Meteorológica

Instalación: 18-03-1994

Elevación: 723 msnm

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Prom
2,819	3,282	3,082	3,009	3,491	4,390	2,990	3,586	2,373	4,112	3,314



*Fuente: Estadística Panameña, Situación Física.  
Meteorología  
Contraloría General de la República*

**Sedimentación:** las condiciones del área de drenaje y del meandro en sí, no permiten que partículas en suspensión, se depositen en el fondo del cauce natural, por no tener características de una cuenca sedimentaria. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión. Puesto que la mayor parte de los procesos de sedimentación se producen bajo la acción de la gravedad, las áreas elevadas tienden a ser sujetas prevalentemente a fenómenos erosivos, mientras que las zonas bajas están sujetas prevalentemente a la sedimentación.



## **RECOMENDACIONES**

*Después de realizar el análisis del Proyecto y vistos parámetros particulares del mismo, se presentan las siguientes recomendaciones:*

- *La cuenca hidrográfica del río Changuinola, posee un área de drenaje total de doscientas doce mil hectáreas o 212 kilómetros cuadrados y la longitud del río principal es de 51.9 kilómetros, estas características del meandro, nos permite determinar que la fuente tiene capacidad de transportar material durante todas las épocas del año.*
- *En cuanto a las alturas y elevaciones en esta cuenca hidrográficas, se presentan las siguientes: parte alta con elevaciones de hasta 1,960 metros sobre el nivel del mar, 400 metros sobre el nivel del mar en la parte media y 10 metros sobre el nivel del mar en la desembocadura, condición apropiada para el arrastre del material*
- *El lecho hídrico del río mantiene características meándrico erosional con fuerte corriente, y que por su diferencia de altura entre el sitio donde nacen sus principales afluentes y el sitio de aprovechamiento, principalmente en su parte alta y media existen muchas corrientes que arrastran gran parte del material no metálico que conforman las zonas de influencias y aprovechamiento del material generado.*
- *El río mantiene un caudal obtenido mediante aforo volumétrico realizado en abril de 2018, en la condición de estiaje y dio como resultado el volumen de 20.086 metros cúbicos por segundo.*

## **CONCLUSIONES**

*Nuestra conclusión de la evaluación del proyecto, nos indica que el mismo se puede realizar completamente ajustándose a las medidas de mitigación contempladas en el estudio de impacto ambiental, porque estamos certificando que el material requerido, se encuentra disponible en todo momento. Este proyecto no representa peligro de riesgos potenciales ni directos en su ejecución.*

**Informe Hidrológico para Sustentar EIA Categoría II, del Proyecto Extracción de Minerales No Metálicos en el Río Changuinola**

**“SERVICIOS GENERALES, AMBIENTE Y TECNOLOGÍA S.A.”**  
**MEDICIÓN DE CAUDALES HÍDRICOS**  
**AFORO CON MOLINETE**

<b>Cuenca No. 91</b>	<b>Fecha:</b>	<i>17 de abril de 2018.</i>
<b>Fuente Hídrica: Río Changuinola</b>	<b>Hora:</b>	<i>1.30 pm a 3.20 pm</i>
<b>Localización:</b> 332,073.008 E 1036,0373.517 N	<b>Aforador:</b>	<i>Joaquín López Hernández</i>
	<b>Caudal:</b>	<b>20.086 m<sup>3</sup>/segundo</b>

<i>Distancia del punto inicial (m)</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Profundidad de La observación</i>		<i>No. Revol (m)</i>	<i>Tiempo en segundos</i>	<i>Velocid. (m/s)</i>	<i>Área en (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Caudal (m/s)</i>
		<i>método</i>	<i>(m)</i>					

<i>0.00 Margen Izquierdo</i>								
02.00	0.12	60%	0.007			0.24	0.24	0.0576
04.00	0.18	60%	0.108			0.32	0.36	0.1152
06.00	0.20	60%	0.120			0.32	0.40	0.1280
08.00	0.40	60%	0.240			0.40	0.80	0.3200
10.00	0.46	60%	0.276			0.48	0.92	0.4416
12.00	0.50	60%	0.300			0.48	1.00	0.4800
14.00	0.58	60%	0.348			0.48	1.16	0.5568
16.00	0.70	60%	0.420			0.56	1.40	0.7840
18.00	0.84	60%	0.504			0.56	1.68	0.9408
20.00	0.96	60%	0.576			0.64	1.92	1.2288
22.00	1.04	60%	0.624			0.72	2.08	1.4976
24.00	1.04	60%	0.624			0.72	2.08	1.4976
26.00	1.16	60%	0.696			0.82	2.32	1.9024
28.00	1.16	60%	0.696			0.82	2.32	1.9024
30.00	1.12	60%	0.672			0.82	2.24	1.8368
32.00	0.90	60%	0.540			0.82	1.80	1.4760
34.00	0.90	60%	0.540			0.76	1.80	1.3680
36.00	0.90	60%	0.540			0.72	1.80	1.2960
38.00	0.78	60%	0.468			0.72	1.56	1.1232
40.00	0.68	60%	0.408			0.64	1.36	0.6400
42.00	0.44	60%	0.264			0.56	0.88	0.4928
44.00	0.00		0.00					
<b>TOTAL</b>								<b>20.086 m<sup>3</sup>/seg</b>

Equipo Utilizado: Aforador GURLEY 622 DF instrumento de precisión. Modelo 1100 indicador de velocidad de flujo

El aforo se realizó en la parte baja del río, dentro del área de influencia del proyecto