

6.0 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

El capítulo que se presenta a continuación contiene la información relacionada con los aspectos geológicos, caracterización del suelo, topografía, clima, hidrología, calidad del aire y vulnerabilidad del proyecto frente a amenazas naturales, como son: inundaciones, erosión y deslizamientos. Para su desarrollo se ha tomado en consideración el contenido mínimo establecido en el Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto de 2009.

Para la descripción de este capítulo, se utilizó como referencia muestreos realizados para el Proyecto Planta de Prefabricados para la Línea 3 del Metro de Panamá, que aplican para el presente EsIA en base a las condiciones del área que fueron observadas durante la inspección realizada el día 1 de noviembre de 2021 para levantar la línea base biológica. Además, se utilizó información obtenida de la revisión de otras fuentes secundarias.

Para el análisis de las condiciones de línea base física, es importante tener en cuenta que, al momento de la inspección realizada al sitio del proyecto, el 1 de noviembre de 2021, se pudo observar que se estaban realizando actividades de construcción en el área.

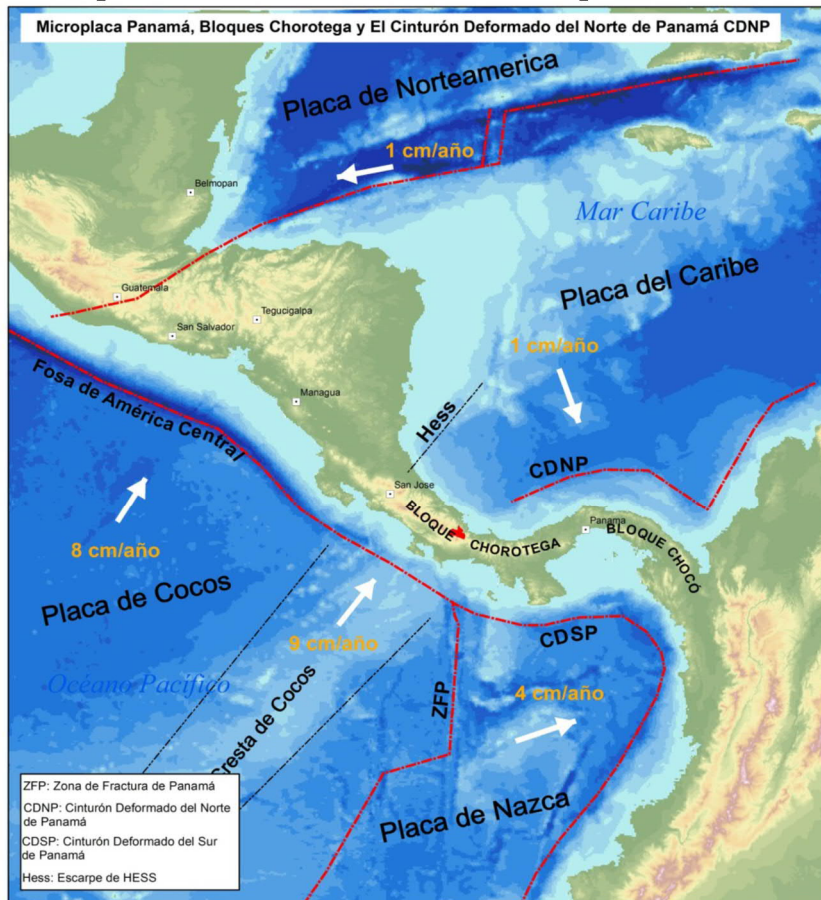
6.1 Formaciones Geológicas Regionales

El proceso de surgimiento del Istmo de Panamá finalizó hace menos de tres millones de años entre el Plioceno y el Pleistoceno (Jiménez, 2014). Este surgimiento trajo como consecuencia un arco de islas de origen volcánico, que actualmente constituye la cordillera central. Los primeros procesos eruptivos se dieron desde el período Cretácico y corresponden, al volcanismo submarino. Luego, el volcanismo del Terciario, específicamente del Mioceno, ocupa gran parte del territorio del Istmo. Este volcanismo fue de tipo continental, muy explosivo y originó la principal cadena montañosa del país. A esto se le suman los ciclos de sedimentación, desde el período Eoceno hasta el Pleistoceno y los del período actual; conformándose así, la actual configuración geológica y tectónica de Panamá.

El istmo de Panamá está situado sobre una miniplaca tectónica la cual se ha denominado Bloque

de Panamá (Figura 6-1). Esta miniplaca se encuentra activa sísmicamente, debido a la colisión de tres grandes placas tectónicas de las cuales está rodeada: la placa Caribe al Norte, la placa de Nazca al Sur y la placa del Coco al Suroeste. Panamá presenta una historia sismo tectónica reciente del Terciario, época en la cual emergen las estructuras que actualmente se conocen.

Figura 6-1
Esquema de Límites de Placas del Bloque de Panamá.



Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 2005.

Hoy día, podemos encontrar dos tendencias que tratan de explicar la compleja geología del istmo de Panamá, a través de diferentes modelos:

La primera propone que Panamá, se está moviendo en dirección Noroeste, alejándose de la zona de convergencia activa del margen continental de Sur América hacia la cuenca de Colombia. El

movimiento es el resultado de una compleja interacción, que produce arrugamiento oroclinal de callamiento, de corrimiento lateral izquierdo y subducción (Mann, Corrigan; 1990).

Por su parte, la segunda tendencia se basa en un modelo de subducción activa debajo de la sección occidental de Panamá Este, reconoce dos principales períodos volcánicos: del Mioceno Medio al Mioceno Superior y el Cuaternario. A cada uno de estos períodos, le corresponden diferentes tipos de proceso de subducción (Boer, Stewart, Blelton; 1991).

En el marco de estos modelos, investigaciones realizadas indican que las rocas consideradas como más antiguas, afloran en áreas restringidas de la región Sur-Occidental de la península de Azuero y de la península de Soná. Se trata de una formación del período Cretácico y corresponden, a un origen de volcanismo: basaltos, posibles espilitas y piritas.

Cronológicamente continúan formaciones, por lo menos en partes sedimentarias, cuyos fósiles, pertenecen exclusivamente a las últimas épocas del Cretácico Superior. En el Este del Canal de Panamá, aumentan progresivamente, lavas y tobas; mientras disminuye el sedimentario aflorante.

Durante el Paleoceno y el Eoceno Inferior, ocurrieron fuertes empujes tectónicos; y el posterior emplazamiento de plutones a lo largo de la cordillera de San Blas, y de la península de Azuero y Soná. Estos acontecimientos produjeron metamorfismos de contacto en rocas del cretácico, con la correspondiente formación de corneanas cruzadas por vetitas y diques ígneos.

El Oligoceno y Mioceno sedimentario, aparecen intercalados por abundantes coladas y piroclástitas. También en dichos períodos, hubo discreta actividad intrusiva con formación de plutones, principalmente en la vertiente Atlántica de la cordillera.

En el Plioceno Sedimentario, aparece en varias regiones, en una pequeña cuenca al Oeste de Colón (formaciones Toro-Chagres) y en el núcleo del sinclinal de la cuenca darienita, conglomerados, areniscas y limonitas. Fue durante este período, donde se inició una nueva época volcánica y se cerró el paso entre los dos océanos (Atlántico y Pacífico), a causa de procesos geológicos que están aún en acción.

6.1.1 Unidades Geológicas Locales

La descripción geológica en la huella del proyecto se desarrolló de acuerdo a la revisión del Mapa Geológico de Panamá escala 1:250.000, publicado por el Ministerio de Comercio e Industrias.

De acuerdo con la información existente, el 100 % del área de influencia directa se encuentra la formación Tucué TM-CATu, del grupo Cañazas, período Terciario. Ver Tabla 6-1 y Figura 6-2, al final del capítulo.

En el área de influencia indirecta del proyecto se identificó la formación TM-CATu en un 72% aproximadamente, la formación Panamá (Fase Marina) TO-PA en un 16% aproximadamente; ambas formaciones son de origen volcánico. El 12% restante corresponde a agua. La distribución de esta formación geológica se presenta en la Tabla 6-1 y en la Figura 6-2, al final del capítulo.

Tabla 6-1
Formaciones Geológicas en el Área de Influencia en la Huella del Proyecto

Formación	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
TM-CATu	14.916	100.000	114.411	71.869
TO-PA	0.000	0.000	25.112	15.774
Agua	0.000	0.000	19.672	12.357
TOTAL	14.916	100.000	159.195	100.000

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

6.1.2 Caracterización Geotécnica

No aplica para Estudios de Impacto Ambiental categoría II.

6.2 Geomorfología

No aplica para Estudios de Impacto Ambiental categoría II.

6.3 Caracterización del Suelo

Según el Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos de Panamá elaborado por el IDIAP en 1991, el área del proyecto se ubica dentro del polígono correspondiente a los suelos del tipo Alfisol, caracterizados por tratarse de minerales que presentan un endopedón argílico y un porcentaje de saturación de bases de medio a alto.

Para la caracterización de los suelos en el área del proyecto Planta de Prefabricado Viaducto Principal Línea 3 se utilizó como referencia la información recabada para el proyecto Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá.

Calidad de los Suelos

Los resultados de los muestreos realizados en el estudio de referencia indican que el Índice de Actividad Microbiana “I.A.M” en el sitio del proyecto se encuentra dentro del rango establecido para suelos no contaminados por la Norma de Calidad de Suelos, la cual establece un rango entre 0.5 y 25.0.

En la Tabla 6-2 se presentan los resultados obtenidos para el análisis de suelo, la muestra presentó un pH neutro (7.4) y un porcentaje de materia orgánica de 13.96%.

Tabla 6-2
Resultados de la calidad de los suelos

Muestra	M.O. (%)	pH	Deshidrg. (mg/g)	I.A.M.
PFS-1	13.96	7.4	7.87	0.564

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá, elaborado por URS Holdings, Inc., mayo 2021.

M.O.: Materia Orgánica, Deshidrg: Actividad Deshidrogenasa,

IAM: Índice de Actividad Microbiana.

6.3.1 Descripción del Uso de Suelo

En cuanto a los usos actuales, los suelos en el área de influencia del Proyecto se identificaron utilizando las imágenes actualizadas del área, el análisis del Sistema de Información Geográfico y mediante verificaciones en campo.

Tal como se detalla en los capítulos 5 y 7 del presente estudio, el 1 de noviembre de 2021 se realizó una inspección para levantar la línea base, observándose que el área del proyecto o área de influencia directa, se encuentra sin vegetación y se han iniciado actividades de construcción.

Por otro lado, en el área de influencia indirecta el uso de suelo actual con mayor representatividad corresponde a las áreas de gramíneas con árboles aislados (43.23%). El porcentaje restante es repartido entre bosque secundario intermedio (17.70%), agua (12.36%), estructura, caminos, cantera y arena.

6.3.2 Deslinde de la Propiedad

El deslinde de la propiedad en el área de influencia directa del proyecto corresponde en su totalidad a fincas que son parte del Parque Logístico Vacamonte y que serán arrendados al Consorcio HPH JV para el establecimiento de la planta de prefabricados. La planta de prefabricados se desarrollará dentro las siguientes fincas:

Propietario	Descripción de Finca
Vaca de Monte S.A.	Folio Real: 1181 / Código de ubicación: 8001
Grupo GEA, S.A.	Folio Real: 417764/ Código de ubicación: 8006

6.3.3 Capacidad de Uso y Aptitud del Suelo

La capacidad de uso de suelos se define como el potencial que tiene los suelos para ser utilizados en forma sostenida sin afectar su capacidad productiva. En Panamá para la caracterización de la Capacidad de Uso de los suelos se utiliza el Mapa de Capacidad de uso de Suelos de Panamá el cual utiliza el método U.S.D.A. que establece la capacidad sobre la base de parámetros

agroecológicos como: Pendiente, Erosión sufrida, Profundidad efectiva, Textura, Pedregosidad, Fertilidad, Salinidad; Toxicidad, Drenaje e Inundabilidad. Con la información de los estudios de suelos existentes y las observaciones de campo para evaluar la erosión sufrida, pedregosidad y drenaje realizados en el levantamiento de la línea base física, se definieron los parámetros edáficos.

Según datos bibliográficos disponibles en el Atlas Ambiental, el 100% suelos en el área de influencia directa del proyecto son de Clase VI, los cuales se caracterizan por presentar pendientes de hasta 35% con una o más limitaciones (muy rocosos, problemas de erosión severos), lo que los hace inadecuados para cultivos y, por lo tanto, restringen su uso. Los suelos con esta clasificación son aptos para la producción forestal, con manejo sustentable como la agroforestería con frutales y café.

El área de influencia indirecta en su mayoría presenta suelos de la Clase VI con un 86.5 %, una pequeña parte con 1.08 % de suelos Clase VII caracterizados también por presentar severas limitaciones por lo cual solo se permite el manejo forestal en áreas con cobertura boscosa, siempre y cuando se garantice la conservación del bosque, estos suelos tienen pendientes de hasta 50% y una profundidad menor a 55 centímetros, el porcentaje restante de esta área corresponde a agua. (Ver Figura 6-3, Capacidad agrológica de uso de suelo al final del capítulo). Ver Tabla 6-3.

Tabla 6-3
Capacidad de Uso de los Suelos en el Área de Influencia del Proyecto
Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3

Capacidad de Uso	Área de Influencia Directa (AID)		Área de Influencia Indirecta (AII)	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
VI	14.916	100.000	137.800	86.561
VII	0.000	0.000	1.723	1.082
Agua	0.000	0.000	19.672	12.357
Total	14.916	100.000	159.195	100.00

Fuente: Generado por URS Holdings, Inc., a partir de la información del Mapa de capacidad agrológica de Panamá.

6.4 Topografía

Para describir la topografía de los suelos en el área de influencia del proyecto, se utilizó el Mapa Topográfico Escala 1:50,000 de la cartografía base del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia” y el análisis del Sistema de Información Geográfico SIG de URS. En general, se puede observar en el área del proyecto previo a su intervención para el desarrollo del Parque Logístico, presentaba una topografía plana con alturas que oscilan hasta los 20 msnm. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los terrenos donde se desarrollará el proyecto ya fueron intervenidos para el desarrollo del Parque Logístico Vacamonte (como se mencionó en el Capítulo 5, las actividades constructivas del Parque Logístico Vacamonte incluyeron la limpieza, remoción de vegetación, nivelación y compactación del área y la reubicación de un cuerpo de agua, actividades que no forman parte del presente estudio), por lo que se pueden considerar terrenos planos y nivelados.

6.4.1 Mapa Topográfico

En la Figura 6-4 (al final del capítulo) se representa la topografía del área del Proyecto en escala 1:50,000.

6.5 Clima

Las variaciones climáticas generales en Panamá están determinadas por el comportamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que luego sufren ciertas variaciones a nivel local, dependiendo de las características de cada región. La ZCIT se desplaza estacionalmente en dirección Norte-Sur, lo que provoca alteraciones periódicas en la tasa de precipitación, provocando dos épocas bien marcadas. Entre los meses de mayo y noviembre es el período de mayor precipitación (época lluviosa), y entre los meses de diciembre y abril el período de escasas precipitaciones (época seca).

La descripción climática de este estudio incluye las variables de precipitación, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y evaporación. La Tabla

6-4 a continuación describe los datos de la Estación Hidrometeorológica de referencia para este estudio.

Tabla 6-4
Datos de la Estación Hidrometeorológica

Nº	Nombre	Provincia	Elevación (m)	Coordenadas (UTM)		Tipo de Estación	Parámetros
				Este	Norte		
142-017	Balboa AFAA	Panamá	10	659466	991727	Principal (Tipo A) Automática	Precipitación, temperatura y humedad relativa del aire, evaporación; velocidad y dirección del viento, radiación solar.

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA).

6.5.1 Tipo de Clima

Este proyecto se desarrollará en una zona que según la clasificación de McKay¹, se caracteriza por un Clima Tropical con Estación Seca Prolongada, como se observa en la Figura 6-5 (al final del capítulo). A continuación, se describe este tipo de clima:

Clima Tropical con Estación Seca Prolongada:

Este tipo de clima predomina en los sectores Centro-Sur y Sudeste del país y se caracteriza por temperaturas promedio de 27 a 28 °C y un nivel de precipitación anual inferior a los 2,500 mm. Además, se caracteriza por fuertes vientos durante la época seca, con predominancia de nubes medias y altas, baja humedad relativa y alta evaporación.

¹ Dato obtenido de la superposición del área de estudio contra el mapa de climas del Atlas Nacional de la República de Panamá de 2010.

6.5.1.1 Precipitación

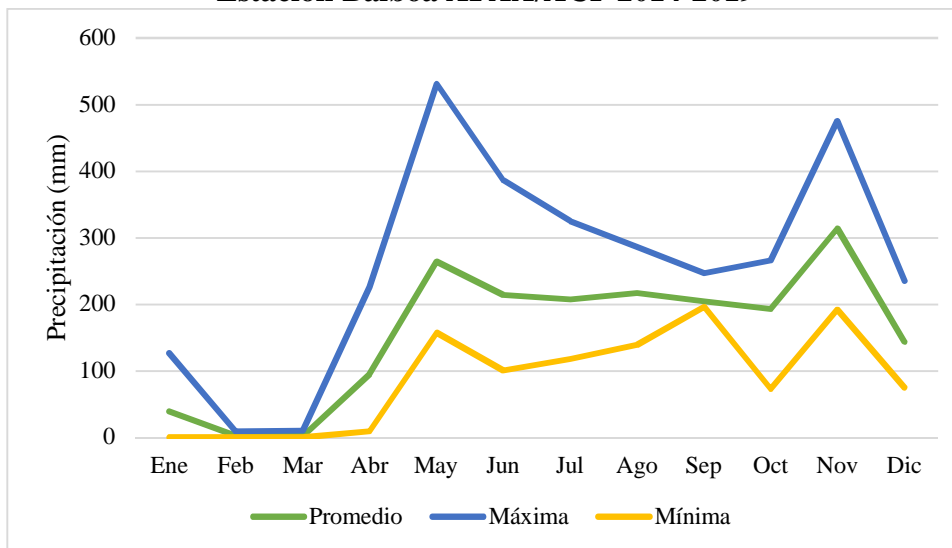
Los datos obtenidos de la Estación Balboa AFAA/ACP, indican que la precipitación anual entre los años 2014 y 2019 varió entre 1,456 mm y 2352 mm, con un promedio de 1,894 mm. Mensualmente se observa que el período de mayor precipitación promedio fue entre mayo y diciembre, donde el valor más alto fue reportado en el mes de noviembre con 314 mm. Por otra parte, los meses entre enero y abril fueron los reportados con el menor promedio de precipitación, siendo marzo el mes donde se reportó el promedio mensual más bajo con solamente 2 mm. Estos resultados son cónsonos con los meses de época seca y lluviosa que caracterizan el clima de la región.

Tabla 6-5
Precipitación Promedio Mensual y Anual (mm).
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Precipitación total anual
2014	59	9	4	9	531	193	267	139	196	139	253	235	2034
2015	27	2	0	40	172	198	167	269	225	266	244	75	1685
2016	19	1	0	18	297	272	180	200	128	249	476	168	2008
2017	2	0	10	57	233	131	118	286	247	73	192	107	1456
2018	127	6	0	220	194	386	325	188	215	231	342	118	2352
2019	0	0	0	226	157	101	184	217	211	200	375	160	1831
Precipitación promedio	39	3	2	95	264	214	207	217	204	193	314	144	1894
Precipitación máxima	127	9	10	226	531	386	325	286	247	266	476	235	2352
Precipitación mínima	0	0	0	9	157	101	118	139	196	73	192	75	1456

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-1
Precipitación Promedio Mensual
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.2 Temperatura

La temperatura promedio anual entre los años 2014-2019 alcanza los 27.2 °C y se observa poca variación en el promedio mensual. La diferencia entre el mes de abril, que fue el mes más caluroso, y el mes de noviembre, considerado el más frío, fue solamente de 2.1 °C, oscilando entre 28.4 y 26.3 °C. Asimismo, se puede observar en los registros que el año 2014 fue el más caluroso, con un promedio anual de 27.7 °C y el año con menor temperatura promedio fue el 2019 con 26.9 °C, lo que indica una baja variabilidad de este parámetro con tan solo una diferencia entre ambos de solo 0.8 °C, como se observa en la Tabla 6-6 y la Gráfica 6-2.

Tabla 6-6
Temperatura Promedio Mensual y Anual (°C).
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

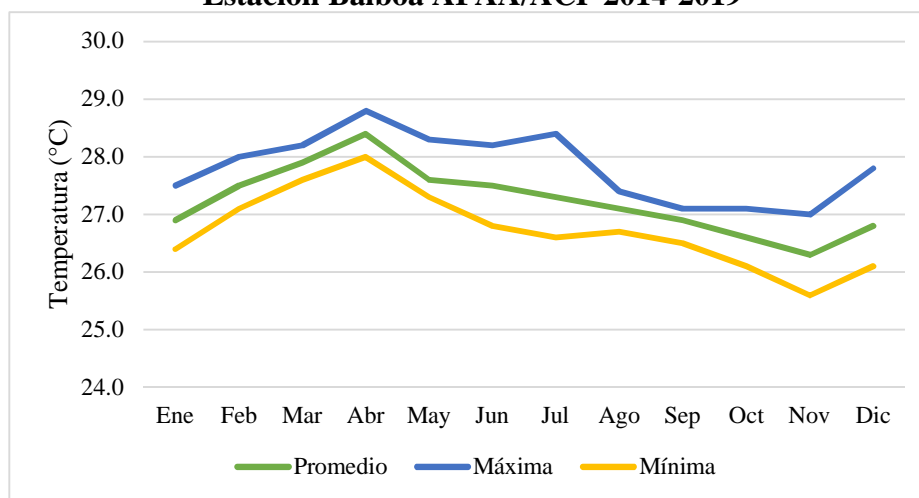
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Temperatura promedio anual
2014	27.5	28.0	28.2	28.8	27.7	27.9	28.4	27.4	27.1	27.1	27.0	27.2	27.7
2015	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	28.2	27.8	27.3	27.1	26.8	26.5	27.8	N/D
2016	27.4	27.9	28.2	28.4	27.5	26.8	26.6	27.1	26.5	26.4	25.6	26.5	27.1
2017	26.5	27.2	27.9	28.0	27.4	26.8	26.9	26.7	26.9	26.8	26.1	26.6	27.0
2018	26.4	27.4	27.7	28.6	28.3	27.9	27.6	27.3	27.0	26.7	26.4	26.1	27.3

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Temperatura promedio anual
2019	26.6	27.1	27.6	28.1	27.3	27.1	26.7	26.7	26.7	26.1	26.3	26.7	26.9
Temperatura promedio	26.9	27.5	27.9	28.4	27.6	27.5	27.3	27.1	26.9	26.6	26.3	26.8	27.2
Temperatura máxima	27.5	28.0	28.2	28.8	28.3	28.2	28.4	27.4	27.1	27.1	27.0	27.8	27.7
Temperatura mínima	26.4	27.1	27.6	28.0	27.3	26.8	26.6	26.7	26.5	26.1	25.6	26.1	26.9

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-2
Temperatura Mensual (°C).
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.3 Humedad Relativa

La humedad relativa registró un promedio anual de 80.2 %. Mensualmente el promedio osciló entre 69.7 % en febrero y 86.9 % en el mes de septiembre, estas oscilaciones están relacionadas de alguna manera con los cambios entre ambas épocas (lluviosa y seca). En la época seca los valores de este parámetro no superaron el 74.1%, en cambio en la época lluviosa se mantiene por encima del 82.0%. (Ver Tabla 6-7 y Gráfica 6-3).

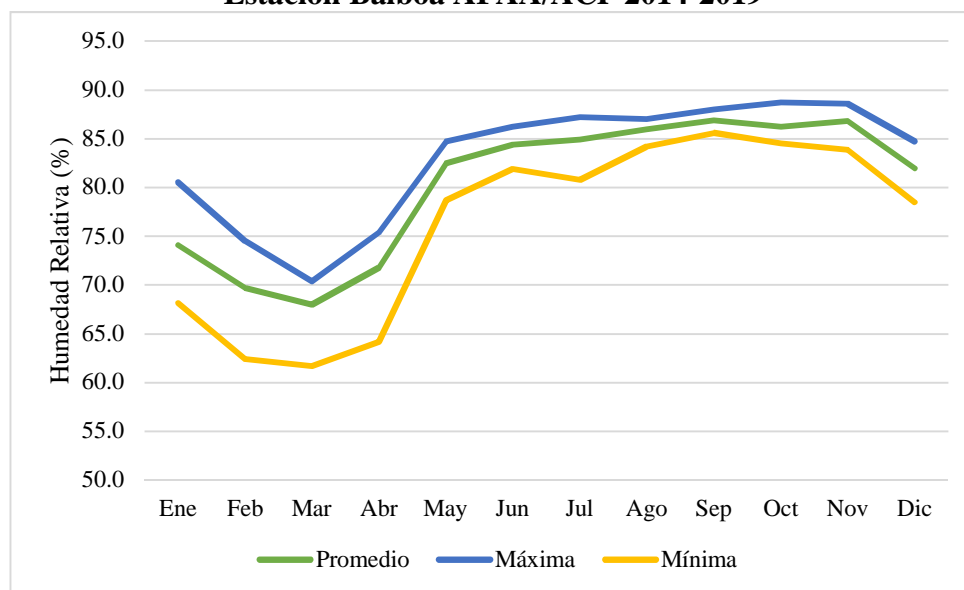
Tabla 6-7
Humedad relativa promedio mensual y anual (%)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Temperatura promedio anual
2014	68.1	62.4	61.7	64.2	78.7	83.7	80.8	84.2	86.4	85.2	83.9	82.2	76.8
2015	N/D	N/D	69.6	N/D	N/D	81.9	82.8	86.1	87.9	88.7	88.6	82.8	N/D
2016	74.9	70.5	70.4	72.3	84.7	86.2	87.2	85.9	86.9	86.7	87.9	82.9	81.4
2017	73.9	71.0	69.6	74.7	83.7	84.6	85.5	86.0	85.6	84.5	85.8	81.1	80.5
2018	80.5	74.5	68.6	75.4	83.6	85.7	86.8	87.0	88.0	85.4	87.5	78.5	81.8
2019	73.1	70.1	67.9	72.2	81.9	84.6	86.5	86.8	86.4	86.6	87.3	84.7	80.7
Humedad promedio	74.1	69.7	68.0	71.8	82.5	84.4	84.9	86.0	86.9	86.2	86.8	82.0	80.2
Humedad máxima	80.5	74.5	70.4	75.4	84.7	86.2	87.2	87.0	88.0	88.7	88.6	84.7	81.8
Humedad mínima	68.1	62.4	61.7	64.2	78.7	81.9	80.8	84.2	85.6	84.5	83.9	78.5	76.8

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-3
Humedad relativa promedio mensual y anual (%)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.4 Velocidad y Dirección del Viento

Los registros de la estación de referencia indican que, durante el año, la velocidad promedio del viento en el periodo 2014-2019 osciló entre 6.2 km/h en el mes de noviembre y 12.0 km/h durante en el mes de marzo, tal y como se observa en la Tabla 6.8 y Gráfica 6-4. Según la escala de Beaufort, se consideran brisas entre muy débiles a moderadas. Entre los meses de enero a abril (época seca) se registraron valores que oscilaron entre 9.6-12.0 km/h, este panorama se reduce durante la temporada lluviosa con velocidades entre 6.2 y 8.0 km/h.

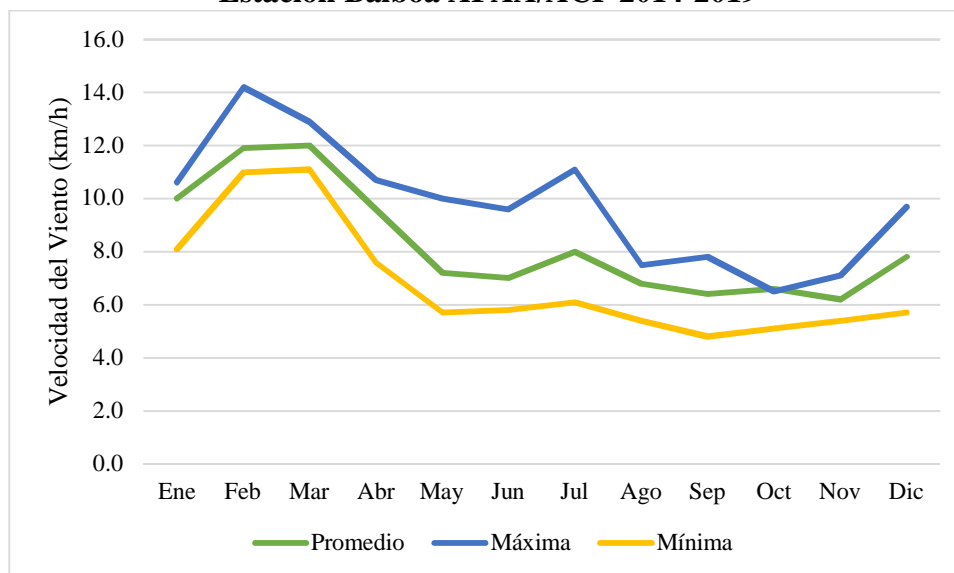
Tabla 6-8
Velocidad Promedio Mensual y Anual (km/h)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Velocidad promedio anual
2014	10.1	11.8	11.1	10.5	5.9	7.0	8.1	6.2	4.8	6.5	6.0	7.6	8.0
2015	N/D	N/D	12.9	10.7	10.0	9.6	11.1	9.6	7.8	7.0	7.1	9.7	N/D
2016	11.2	14.2	12.5	10.7	8.1	6.8	8.0	7.5	7.4	7.1	6.7	7.5	9.0
2017	10.1	11.4	11.7	9.4	7.4	6.6	7.8	5.5	6.6	7.7	6.0	8.0	8.2
2018	8.1	11.3	12.5	7.6	5.7	5.8	6.6	6.5	5.7	6.2	6.1	8.4	7.6
2019	10.6	11.0	11.4	8.9	6.0	6.3	6.1	5.4	5.8	5.1	5.4	5.7	7.3
Velocidad promedio	10.0	11.9	12.0	9.6	7.2	7.0	8.0	6.8	6.4	6.6	6.2	7.8	8.0
Velocidad máxima	10.6	14.2	12.9	10.7	10	9.6	11.1	7.5	7.8	6.5	7.1	9.7	9.0
Velocidad mínima	8.1	11.0	11.1	7.6	5.7	5.8	6.1	5.4	4.8	5.1	5.4	5.7	7.3

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

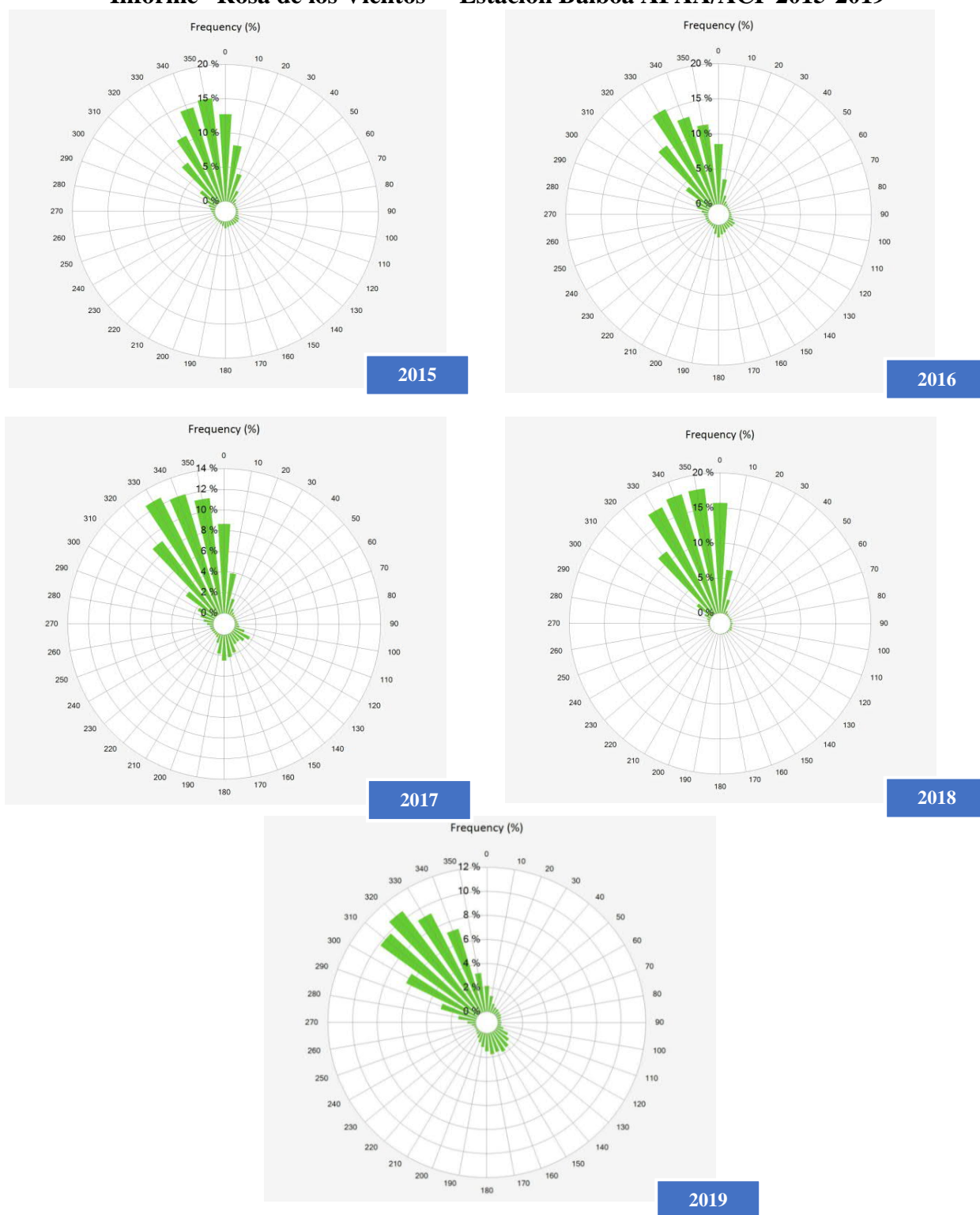
Gráfica 6-4
Velocidad del Viento Promedio Mensual (km/h)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

En cuanto a la **dirección del viento**, durante la mayor parte del año los vientos tienen una dirección predominante de Noroeste, como se muestra en la siguiente figura (Ver Figura 6-6).

Figura 6-6
Informe “Rosa de los Vientos” - Estación Balboa AFAA/ACP 2015-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.5 Radiación Solar

Los datos del promedio anual de la radiación solar alcanzan los 179 W/m². Al realizar las comparaciones promedio mensuales a lo largo del año, se observa que existe un período de mayor radiación entre los meses de enero a marzo, donde los valores varían entre 206 y 242 W/m², siendo el mes de febrero el mes con mayor radiación solar. Ver Tabla 6-9. Entre los meses de abril y diciembre la radiación varía con un rango de menor intensidad con valores entre 149 y 199 W/m², siendo el mes de junio en el que menor radiación solar se reportó con un valor de 149 W/m². Ver Gráfica 6-5.

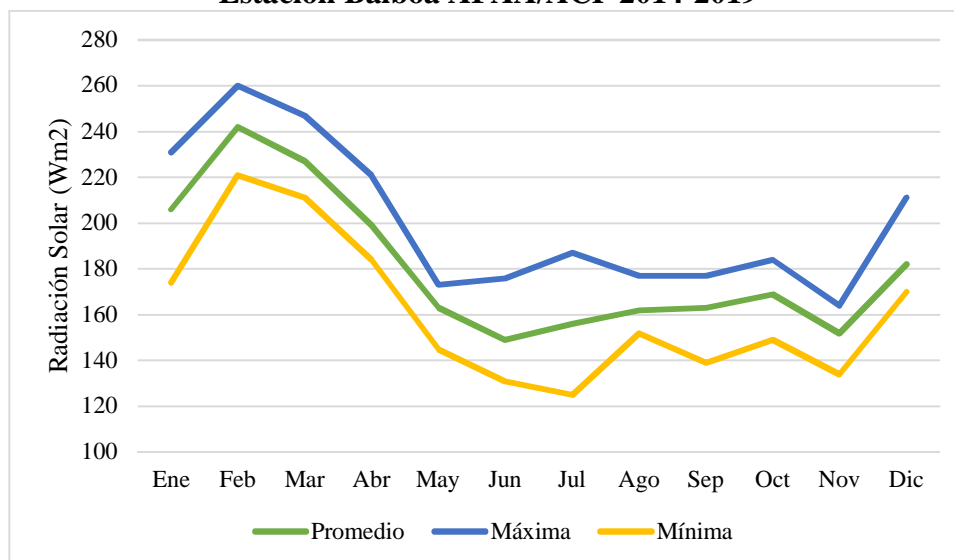
Tabla 6-9
Radiación Solar Mensual Promedio (W/m²)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Intensidad promedio anual
2014	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2015	N/D	N/D	215	195	168	176	177	162	160	163	149	176	174
2016	208	221	211	203	145	131	125	152	166	168	134	170	169
2017	212	250	234	184	160	135	131	167	139	149	163	179	175
2018	174	260	230	193	173	148	159	154	174	180	152	211	184
2019	231	239	247	221	168	157	187	177	177	184	164	174	194
Radiación promedio	206	242	227	199	163	149	156	162	163	169	152	182	179
Radiación máxima	231	260	247	221	173	176	187	177	177	184	164	211	194
Radiación mínima	174	221	211	184	145	131	125	152	139	149	134	170	169

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc., con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-5
Radiación Solar Mensual Promedio (W/m²)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.6 Evaporación

En los registros que se muestran en la Tabla 6-10, se observa que la evaporación promedio anual registrada en el periodo 2014-2019 fue de 1,756 mm, variando entre 1,627 y 1,906 mm. Los meses de enero a abril (época seca) fueron el periodo de mayor evaporación promedio (179 -231 mm) siendo marzo el mes que mayor valor alcanzó; estos resultados son propios de la época. El periodo de menor evaporación promedio se extiende desde mayo a diciembre (101-132 mm), reportando el valor más bajo en el mes de septiembre. Ver Gráfica 6-6.

Tabla 6-10
Evaporación Mensual (mm)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

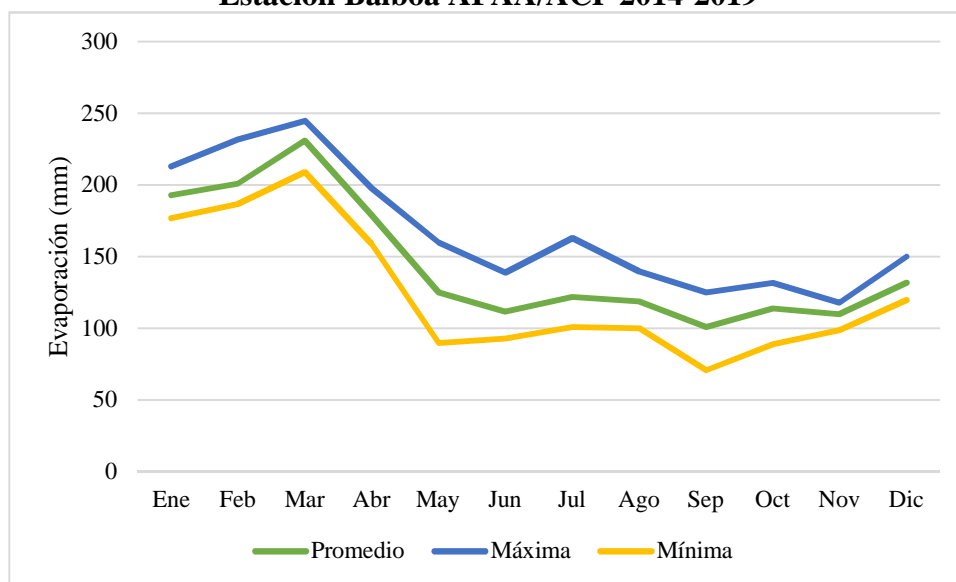
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Evaporación promedio anual
2014	177	187	228	197	146	107	163	121	125	126	117	120	1815
2015	195	192	244	184	160	139	150	129	115	132	116	150	1906
2016	213	232	236	198	90	119	113	140	96	116	118	130	1799
2017	185	200	209	161	117	107	101	N/D	104	112	N/D	N/D	N/D
2018	185	199	223	159	116	107	101	102	98	108	99	130	1627
2019	201	196	245	178	122	93	102	100	71	89	103	133	1633

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Evaporación promedio anual
Evaporación promedio	193	201	231	179	125	112	122	119	101	114	110	132	1756
Evaporación máxima	213	232	245	198	160	139	163	140	125	132	118	150	1906
Evaporación mínima	177	187	209	159	90	93	101	100	71	89	99	120	1627

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-6
Evaporación Mensual (mm)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.6 Hidrología

En esta sección se resumen las características hidrológicas más importantes del área del estudio como: la cuenca hidrográfica donde se ubica el Proyecto, la descripción de las fuentes de agua superficiales, su calidad de agua, información de aguas subterráneas y la caracterización del acuífero.

El proyecto se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica No. 142 denominada Ríos entre el Caimito y el Juan Díaz. Esta cuenca forma parte de la vertiente del Pacífico, y se ubica en la

provincia de Panamá y Panamá Oeste en las siguientes coordenadas 8°50' y 9° 05' de Latitud Norte y 79°30' y 79°40' de Longitud Occidental. Esta cuenca hidrográfica ocupa una superficie de 383 km², limita al Norte con la cuenca del río Chagres, al Sur con la Bahía de Panamá, al Este con la cuenca del río Juan Díaz y al Oeste con la cuenca del río Caimito. Su principal cuerpo de agua es el río Matasnillo, pero el mismo se encuentra fuera del área de influencia del proyecto.

La elevación promedio de la cuenca es de 67 m.s.n.m. y el punto más alto se encuentra al Suroeste de la cuenca a una altura máxima de 507 m.s.n.m., la cuenca tiene una precipitación promedio anual de 2,122 mm; el 86% de la lluvia ocurre entre los meses de mayo y noviembre.

6.6.1 Calidad de las Aguas Superficiales

Durante la inspección realizada el 1 de noviembre de 2021 se pudo evidenciar que dentro del área donde se desarrollará el proyecto Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3 no existen cuerpos de agua. Sin embargo, se observó un cuerpo de agua que rodea parte del área del proyecto cuya ubicación actual se relaciona con las actividades de construcción realizadas por el Parque Logístico Vacamonte (como se mencionó en el Capítulo 5). Para conocer la calidad del agua de este cuerpo de agua, se usó como referencia el punto PFW-2 de los muestreos realizados para el Proyecto Planta de Prefabricado para la Línea 3 del Metro de Panamá. En la Tabla 6-11 se presentan los resultados de ese análisis.

Tabla 6-11
Resultados del punto de referencia (PFW-2)

Análisis	Resultados	Límites Normativa	
	PFW-2	Decreto Ejecutivo No. 75*	Anteproyecto Aguas Naturales, tipo 3C**
Oxígeno disuelto (mg/l)	3.41	>7	> 6
Temperatura (°C)	27.4	Variación menor a 3°	Variación menor a 2°
Conductividad (µS/cm)	0.394	NC	NC
pH (Unidades de pH)	8.70	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Salinidad (%)	0.01	NC	NC
Coliformes totales (CFU/100 ml)	24 196	NC	NC
Sólidos totales (mg/l)	263	NC	NC
Turbiedad (NTU)	22	<50	< 100 (época seca)

Análisis	Resultados	Límites Normativa	
	PFW-2	Decreto Ejecutivo No. 75*	Anteproyecto Aguas Naturales, tipo 3C**
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	4.5	< 3	< 10
Aceites y grasas (mg/l)	< 10	< 10	< 20

*Norma Decreto Ejecutivo No.75 de 4 de junio de 2008.

**Aguas tipo 3C, destinadas a armonía paisajística, consumo humano con tratamiento avanzado, riego de vegetales no consumibles, generación de energía y navegación.

NC: no considerado en las normativas.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá, elaborado por URS Holdings, Inc., mayo 2021.

El Oxígeno Disuelto presentó valor de 3.41 por debajo de lo indicado en las normativas. Mientras que el pH estuvo ligeramente por encima de los rangos establecidos en las normativas utilizadas, mostrando que el cuerpo de agua posee condiciones alcalinas.

En general los resultados de los análisis de las aguas superficiales del curso de agua que colinda con el área del proyecto Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3, reflejaron valores dentro de las normativas para los parámetros analizados. Sin embargo, los niveles de la demanda bioquímica de oxígeno según el anteproyecto de aguas naturales tipo 3C estuvieron dentro de los valores permitidos (< 10 mg/l), mientras que, de acuerdo con el Decreto Ejecutivo No. 75, presentó un valor ligeramente mayor con respecto a la normativa de referencia (< 3 mg/l). Finalmente, los altos valores de coliformes totales son un indicativo de que este curso de agua se encuentra bastante intervenido como es de esperar en zonas que han sido urbanizadas o que cuentan con comercios e industrias en su entorno.

Estudio Hidrológico

Para fines de descartar riesgos de inundación debido a las obras requeridas para la planta de prefabricados, deben considerar las recomendaciones indicadas en el estudio hidrológico con respecto a realizar adecuaciones en el tramo del cauce circundante al proyecto, para aumentar su capacidad de transporte para al menos un caudal de diseño con un periodo de retorno de 50 años, (ver estudio hidrológico en el Anexo 6-1).

6.6.1.a Caudales (máximos, mínimos y promedios anuales)

No aplica. Dentro del proyecto no se observaron cuerpos de agua superficiales.

6.6.1.b Corrientes, Mareas y Oleajes

El área de influencia del proyecto Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3 no colinda con la Bahía Bique, por lo tanto, no se presenta información sobre corrientes, mareas y oleajes.

6.6.2 Aguas Subterráneas

De acuerdo con la información existente en el Mapa Hidrogeológico de Panamá, el 100 % del área de influencia directa del proyecto corresponde a zonas de acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, conformados por una mezcla de rocas volcánicas, las lavas son masivas y los aglomerados se encuentran compactos (B1b). El área de influencia indirecta comprende 72 % aproximadamente de la misma categoría hidrológica de la definida anteriormente, un 16% aproximadamente corresponden a acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas (B1a), conformados por una mezcla de rocas volcánicas fragmentarias consolidadas y poco consolidadas; el porcentaje restante corresponde a agua. Ver Tabla 6-12.

Los pozos más productivos se localizan en zonas fracturadas y la calidad química de las aguas es generalmente buena. En la Figura 6-7, al final del capítulo se observan las categorías hidrogeológicas del área.

Tabla 6-12
Formaciones Hidrogeológicas en el Área de Influencia del Proyecto

Categoría Hidrogeológica	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
B1a	0.000	0.000	25.112	15.774
B1b	14.916	100.000	114.411	71.869
Agua	0.000	0.000	19.672	12.357
Total	14.916	100.000	159.195	100.000

Elaborado por URS Holdings, Inc.

6.6.2.a Identificación del Acuífero

Esta sección no aplica para Estudios de Impacto Ambiental categoría II.

6.7 Calidad del Aire

Las actividades que se desarrollan en la zona donde se construirá el proyecto son de tipo industrial-logístico. Adicionalmente el proyecto se encuentra cerca a la vía que conduce hacia el Puerto de Vacamonte la cual presenta un importante flujo vehicular, principalmente en horas de operación del puerto, como resultado de esta realidad es de esperarse que una de las principales fuentes de contaminación del aire sea de emisiones vehiculares.

Para conocer la calidad del aire en el área de influencia del proyecto se utilizó como referencia los resultados del punto de muestreo realizado para el estudio del Proyecto Planta de Prefabricado para la Línea 3 del Metro de Panamá.

En la Tabla 6-13, se presenta un resumen de los valores obtenidos comparándolos con los límites establecidos en el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente de la República de Panamá.

Tabla 6-13
Resultados de las Mediciones de Calidad del Aire

Punto	Promedios Intervalos de 1 hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio para 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		En 8 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	NO ₂	NO ₂	PM ₁₀	CO
PFA	47.28 - 211.00	147.61	10.77	0.17
Anteproyecto de Norma	---	150	150	10,000

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá, elaborado por URS Holdings, Inc., mayo 2021.

➤ **Análisis de los resultados de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)**

El promedio de 24 horas de NO₂ (147.61 µg/m³) se encuentra, por debajo del límite máximo indicado en el anteproyecto de norma (150 µg/m³).

➤ **Análisis de los resultados de Partículas Menores de 10 micras (PM₁₀)**

Se observa que la medición cumple con el límite máximo indicado en el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente de la República de Panamá que corresponde a 150 µg/m³.

➤ **Análisis de los resultados de Monóxido de Carbono (CO)**

El resultado de Monóxido de Carbono (CO) reportó un valor muy por debajo del límite máximo indicado en el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire de Panamá el cual es 10,000 µg/m³ en 8 horas.

Modelaje de la Calidad del Aire

A fin de evaluar las afectaciones al ambiente y a la comunidad que se podrían generarse por el desarrollo del proyecto, aun cuando la vivienda más cercana se localiza a aproximadamente 350 metros y entre el proyecto y esta se localiza un pequeño cerro, el cual puede comportarse como barrera frente a la dispersión de los gases, se procedió a realizar un modelaje de calidad de aire para determinar el efecto potencial de las emisiones provenientes de las calderas con las que contará la planta, los resultados del mismo se presentan en el Anexo 6-2.

En dichos resultados se observa que el aporte del proyecto, en cuanto a las emisiones de NO₂, SO₂ y material particulado respirable (PM₁₀), no generarán concentraciones de dichos parámetros que superen los límites máximos establecidos en el Anteproyecto de Norma de Calidad del Aire para Panamá, lo cual implica que las emisiones de las calderas no ocasionarán condiciones de calidad del aire desfavorable para dichos parámetros en el área residencial cercana.

Por otro lado, se determinó que la pluma de dispersión en la cual las concentraciones de los parámetros mencionados no van a superar los límites máximos establecidos en el Anteproyecto de Norma de Calidad del Aire para Panamá, se localizará a una altura de 32.85 metros sobre el nivel del suelo.

6.7.1 Ruido

Para conocer los niveles de ruido ambiental previo al inicio de obras, se utilizó como referencia los puntos de medición realizados para el estudio del Proyecto Planta de Prefabricado para la Línea 3 del Metro de Panamá. En este estudio se realizó la medición en tres (3) puntos situados en receptores sensibles cerca del área de influencia del proyecto. Los resultados se presentan en la Tabla 6-14.

Tabla 6-14
Niveles de Ruido Ambiental (Periodo Diurno)

Sitio de Monitoreo	Leq dB(A)	Lmin dB(A)	Lmax dB(A)	Decreto Ejecutivo No. 1* (dBA)
PFR-1	62.8	38.3	86.5	60
PFR-2	69.0	39.8	102.4	
PFR-3	73.0	48.7	101.1	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá, elaborado por URS Holdings, Inc., mayo 2021.

Los resultados de los niveles de ruido en los tres sitios muestreados reportaron valores por encima de la norma de referencia que indica como valor máximo 60 dB(A) en horario diurno. El resultado más alto fue el del sitio PFR-3 con un valor de 73.0 dB(A). Estos niveles pueden estar asociados al paso de vehículos y movimiento de equipo pesado.

6.7.1.a Vibraciones

En el caso de las vibraciones también se utilizó como referencia la información recopilada para el estudio del Proyecto Planta de Prefabricado para la Línea 3 del Metro de Panamá, en el cual se midieron tres (3) puntos ubicados cerca del área de influencia del proyecto.

Los resultados obtenidos durante las mediciones están relacionados con el paso de vehículos y equipo pesado. Las vibraciones existentes en el sitio se dispersan principalmente por el eje vertical con una Velocidad Pico de Partículas (VPP) con valores entre 0.127-0.413 mm/s. Estos resultados se encuentran muy por debajo del límite establecido en la norma de referencia por lo que se puede determinar que las vibraciones ambientales no están afectando las estructuras existentes.

Tabla 6-15
Resultados de las Mediciones de Vibraciones Ambientales

Punto de Medición	Eje de Medición-Receptor	Velocidad Pico de Partículas (VPP) (mm/s) / Frecuencia (Hz)		Límite Anteproyecto de Norma de Vibraciones Ambientales de Panamá VPP (mm/s)
		mm/s	Hz	
PFV-1	Eje Transversal	0.079	64	50 mm/s
	Eje Vertical	0.175	22	
	Eje Longitudinal	0.111	73	
PFV-2	Eje Transversal	0.190	10	
	Eje Vertical	0.413	14	
	Eje Longitudinal	0.159	20	
PFV-3	Eje Transversal	0.079	21	
	Eje Vertical	0.127	8.7	
	Eje Longitudinal	0.079	39	

Se resalta el eje en el cual se registró la mayor velocidad de partículas.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá, elaborado por URS Holdings, Inc., mayo 2021.

6.7.2 Olores

El olor se define como “una sensación percibida al interactuar moléculas volátiles que están presentes en el aire, con las células receptoras de la nariz”. La existencia de olores molestos es percibida por el sentido del olfato y transmitida a través de la membrana olfatoria a las células olfatorias del sistema nervioso central. El olor puede convertirse en un elemento molesto o perturbador, en la medida que interfiera con el bienestar físico, mental y social del ser humano².

² OMS, 1994.

En recorridos correspondientes a las actividades de levantamiento de línea base se realizó la caracterización de los olores percibidos en el área del proyecto y en su entorno inmediato, mediante inspecciones de reconocimiento para identificar las fuentes de olor.

Durante esta identificación el único olor percibido fue a tierra húmeda, por las lluvias que caen en el sector.

6.8 Antecedentes sobre Vulnerabilidad frente a Amenazas Naturales

Se denomina amenaza o riesgo natural a la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el ambiente por causa de un fenómeno natural. Entre las amenazas naturales analizadas en la presente sección se incluyen los sismos, las inundaciones, la erosión y deslizamientos.

Por su posición geográfica, 7° a 10° Latitud Norte y 77° y 83° Longitud Oeste, Panamá está sujeta a la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), Ondas del Este, tormentas tropicales, efectos secundarios de los huracanes y una intensa actividad convectiva de origen local. Estos fenómenos son típicos de la región tropical y se presentan con mucha frecuencia, más de una vez al año, y afectan diferentes áreas en todo el territorio nacional.

Otra amenaza derivada de las condiciones indicadas anteriormente son las precipitaciones continuas, moderadas o fuertes, que se producen por efecto de los frentes fríos que logran incursionar hacia el área de Centroamérica. Esta actividad generalmente afecta la vertiente del Atlántico que ocupa el 30% del territorio Nacional (longitud media de los ríos de 56 km y pendiente media de 2.5%) y la porción alta de algunas Cuencas del Pacífico (la vertiente del Pacífico ocupa el 70% del territorio nacional con longitud media de los ríos de 106 km y pendiente media de 2.27%).

La mayoría de los fenómenos observados están acompañados de vientos fuertes (40 a 50 km por hora) y temporales fuertes (75 a 88 km por hora) que afectan muchas viviendas y/o cultivos, y dan origen a inundaciones, deslizamientos de tierra en zonas con características geológicas favorables y en sitios donde la inestabilidad de los taludes es producto de la acción del hombre.

En cuanto a vientos huracanados, se puede indicar que, debido a la privilegiada posición geográfica de Panamá que la ubica debajo de la zona de huracanes, el Istmo no sufre los embates de los huracanes del Caribe, que son comunes. Sin embargo, en los últimos años, los riesgos meteorológicos han tenido cierta incidencia en el país; tal es el caso de los Huracanes Eta e Iota (noviembre, 2020) que al pasar por el Caribe afectó viviendas, cultivos puentes y vías de acceso, produciendo cuantiosos daños a la economía, en bienes e infraestructuras; además de pérdidas humanas.

En la Figura 6-8 (al final del capítulo) se puede observar que el área de influencia directa del proyecto se encuentra dentro de la zona marino costera vulnerable al cambio climático.

6.8.1 Riesgo Sísmico/Sismicidad

El Centro de Investigaciones Geofísicas y la Red Sismológica Nacional de Costa Rica (Fernández 2001), señalan que todos los países de América Central han experimentado el efecto de un tsunami. La mayoría de los pueblos costeros han sido golpeados por tsunamis locales y algunos de ellos por más de tres. Los tsunamis más grandes de América Central han ocurrido en las costas del Pacífico. Cerca de 37 tsunamis han golpeado esta costa desde 1539 hasta el presente. En Panamá, los tsunamis son escasos, pero a pesar de ello en las costas del Pacífico panameño se han dado seis (6) eventos de tsunami, siendo el primero en 1906 y el último en 1976 en la Provincia de Darién. El tsunami más cercano al área del Proyecto, que se ha registrado fue en la entrada Pacífica del Canal, en el año 1916, el mismo provocó un leve cambio del nivel del mar en dicha zona.

El Mapa Mundial de Riesgos de Tsunamis (Figura No. 6-9), registra las costas del Pacífico de Panamá como zonas de alto riesgo. De acuerdo, a este mapa, para un Periodo de Retorno de 100 años, se estima una altura de oleajes entre 6 y 7 metros lo que representa un riesgo considerable, para lo cual se deben establecer medidas de contingencia adecuadas asociadas a sistemas de alerta temprana y planes de evacuación.

Figura 6-9
Mapa de Riesgo de Tsunamis a Nivel Mundial



Fuente: International Strategy for Disaster Reduction

La sismicidad en esta zona es baja, por lo que el sector donde se ubica el proyecto no es considerado como sitio de riesgo sísmico. Según el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, el sector es considerado de bajo riesgo sísmico con una aceleración entre 2.6 y 2.8 m/s^2 en una escala que llega hasta 6.2 m/s^2 (Figura 6-10, al final del capítulo).

6.9 Identificación de Sitios Propensos a Inundaciones

El concepto de inundaciones se entiende como aquellos eventos que se presentan en zonas aledañas a los cauces de las corrientes naturales y que ocurren por causa de desbordamiento de estas.

A nivel nacional, el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), es el ente encargado de ayudar a proteger a la población de los daños ocasionados por desastres de cualquier origen; el cual ha estado trabajando en conjunto con diferentes estamentos estatales y asociaciones no gubernamentales en la planificación de acciones de prevención encaminadas a reducir las afectaciones producidas por las inundaciones en diferentes lugares a nivel nacional.

De acuerdo con el análisis de datos históricos y estadísticos e información recabada en las comunidades presentado en el Atlas Ambiental de la República de Panamá del año 2010, se presentan los resultados donde se obtuvo la susceptibilidad a inundaciones con respecto a las

cuencas hidrográficas a nivel nacional. En la Figura 6-11 (al final del capítulo) se puede observar que la cuenca No. 142 de los ríos entre el Caimito y el Juan Díaz, dentro de la cual se localiza el área del proyecto, alcanzó una susceptibilidad de inundación de nivel Alto.

En la Tabla 6-16 se presentan las categorías de vulnerabilidad a inundaciones en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Tabla 6-16
Vulnerabilidad a Inundaciones

Categoría	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Alto	14.916	100.000	138.483	86.990
Moderado	0.000	0.000	1.040	0.653
Agua	0.000	0.000	19.672	12.357
Total	14.916	100.000	159.195	100.00

Fuente: Generado por URS Holdings, Inc.

Como se observa en la tabla la totalidad del área de influencia directa del proyecto presenta una alta vulnerabilidad a inundaciones. En el área de influencia indirecta presenta un porcentaje de 87% aproximadamente de vulnerabilidad alta, 0.6% moderada y el porcentaje restante corresponde a agua.

6.10 Identificación de los Sitios Propensos a Erosión y Deslizamientos

La erosión es un proceso natural complejo que se modifica gravemente debido a las actividades humanas tales como limpieza de terrenos, agricultura, construcción, etc. La erosión se distribuye de forma muy irregular en tiempo y espacio. La pérdida de la vegetación protectora a través de la deforestación, fuegos y ganadería hacen al suelo vulnerable, al ser levantado y removido por la acción del viento y del agua. Adicionalmente, el sobre-cultivo y la compactación hacen que el suelo pierda su estructura y cohesión, y se erosione con más facilidad.

Las pérdidas de suelo por erosión y deslizamientos son importantes debido a que los suelos son transportados por la escorrentía superficial hacia las corrientes naturales como sedimentos en

suspensión. Los sedimentos tienen el potencial de contaminar las aguas, colmatar lagos y afectar ecosistemas sensibles aguas abajo de su fuente.

Los períodos de intensa y prolongada precipitación en la época lluviosa han inducido a través de la historia deslizamientos importantes en la República de Panamá, causando la pérdida de vidas humanas, destrucción de viviendas, carreteras y otras infraestructuras; así como, daños irreparables al ambiente.

La Figura 6-12 (al final del capítulo), presenta el resultado de un análisis de susceptibilidad a deslizamientos a nivel de distritos (Atlas Ambiental, 2010), en la cual se puede observar que, en el distrito de Arraiján, donde se ubica el proyecto, la susceptibilidad a deslizamientos es Muy Alta. Sin embargo, la baja pendiente existente en el área del proyecto, así como la intervención y compactación existente en el entorno, reducen considerablemente la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en dicha área.

Aunado a lo anterior, en las últimas décadas la zona costera de Panamá se ha modificado y urbanizado intensamente, lo que las hace aún más vulnerables a un aumento en el nivel del mar. Por sus características físico/naturales y los hechos humanos que en ellas concurren, son altamente vulnerables a los impactos adversos de los fenómenos climáticos, no solo en la dirección que señala el ascenso acelerado del nivel del mar, sino también por los impactos sobre los recursos hídricos, las actividades agropecuarias, ecoturísticas y los asentamientos humanos.

En base a estudios realizados sobre la vulnerabilidad de las zonas costeras al cambio climático, según la metodología descrita por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), se han identificado ocho zonas donde se observan los efectos del aumento acelerado del nivel del mar, el cual provocaría inundaciones, erosión, crecidas y marejadas, de acuerdo con los escenarios previstos para Panamá.

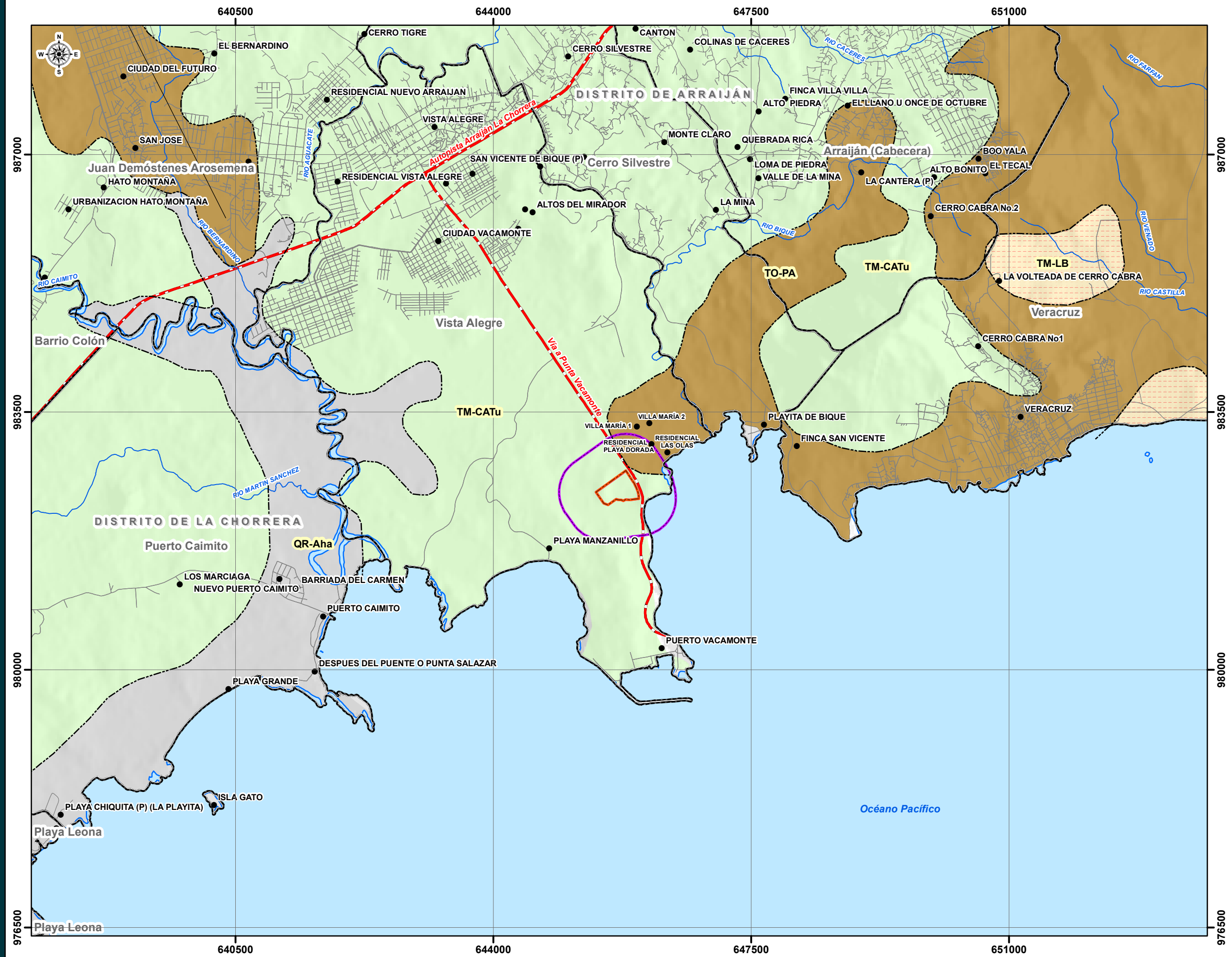
Estas zonas fueron seleccionadas según los siguientes criterios:

- Características topográficas y de relieve (geográficas y geomorfológicas).

- Población (número total de habitantes y densidad de población).
- Características sociales/económicas e infraestructuras existentes.
- Actividades económicas desarrolladas o proyecciones de desarrollo.
- Recursos económicos disponibles para la realización del estudio.

Los resultados muestran que las principales consecuencias previstas para la variación en el nivel del mar son la ocurrencia de inundaciones debido al desplazamiento de humedales y costas bajas; así como, la erosión de la línea costera. Otros de los impactos asociados fueron el aumento de la salinidad en los estuarios y la amenaza a los acuíferos de agua dulce; el incremento de las inundaciones por tormenta; la alteración de la amplitud de la marea en ríos y bahías; la alteración de los patrones de sedimentación y el decrecimiento de la cantidad de luz que reciben los fondos marinos.

En cuanto a las zonas costeras vulnerables de mayor afectación, se identificó como las zonas más vulnerables, aquellas áreas costeras del Pacífico, que poseen mayor extensión de zonas vulnerables. Nuestra área del proyecto se ubica en la zona 1 con un área de vulnerabilidad de 64.572 ha, dicha área incluye Pacora-Vacamonte. Tal como se observa en la Figura 6-12.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3

FIGURA N° 6-2
GEOLOGÍA

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

— Fallas interpretadas con imágenes LANDSAT, MSS, Radar y fotografías aéreas.
 - - - Límites geológicos aproximados.

FORMACIONES SEDIMENTARIAS				
PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN	SÍMBOLO	
CUATERNARIO	Aguadulce	Río Hato	QR-Aha	
TERCIARIO	La Boca	La Boca	TM-LB	

FORMACIONES VOLCÁNICAS				
PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN		
TERCIARIO	Cañazas	Tucué	TM-CATu	
	Panamá	Panamá (Fase Marina)	TO-PA	

Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

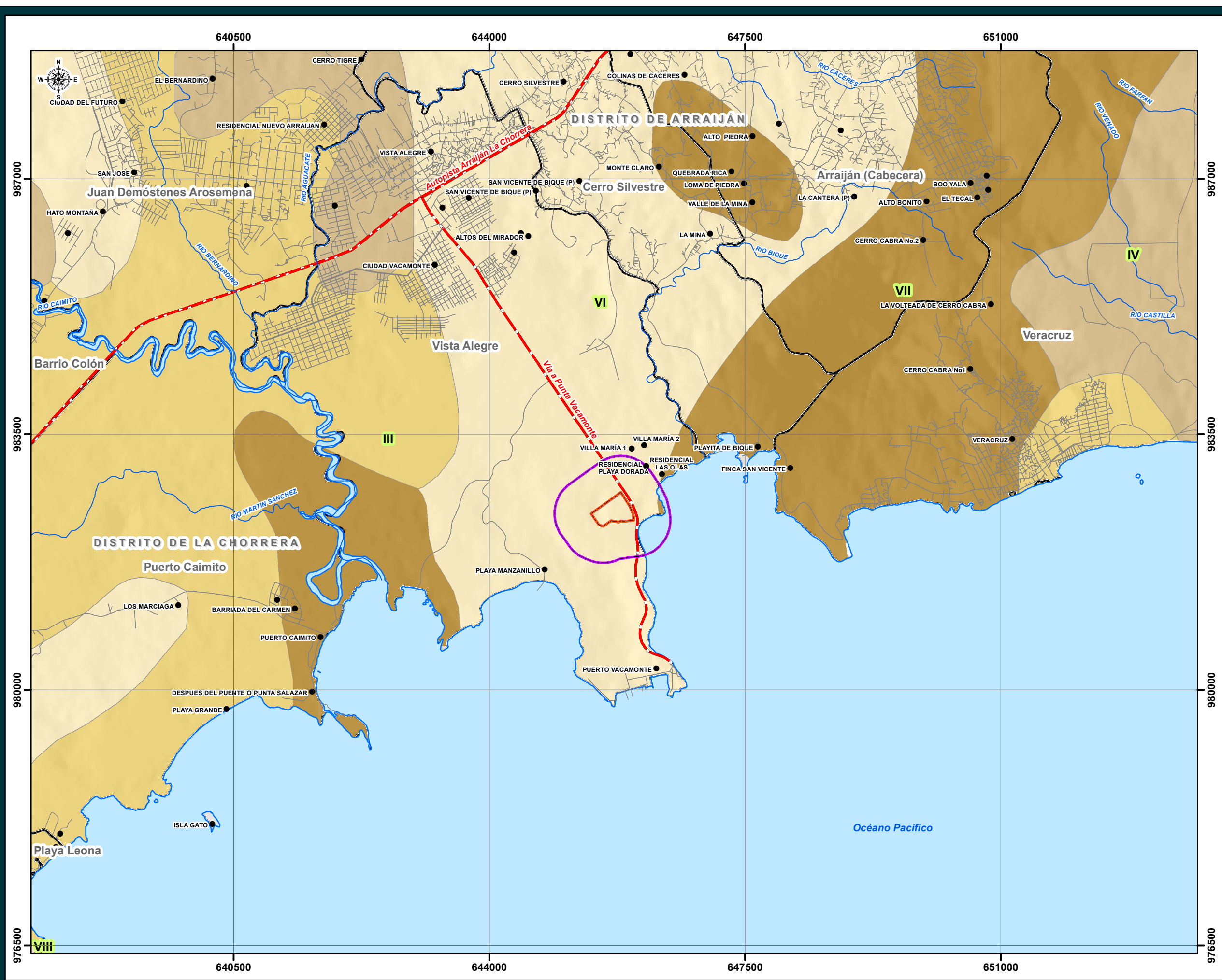
Escala:
1:50,000



Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:

Consultor:



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3

FIGURA N° 6-3

CAPACIDAD AGROLÓGICA DEL SUELO

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

Capacidad Agrológica

- III Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas.
- IV Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas.
- VI No arable, con limitaciones severas.
- VII No arable, con limitaciones muy severas.

Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala:
1:50,000

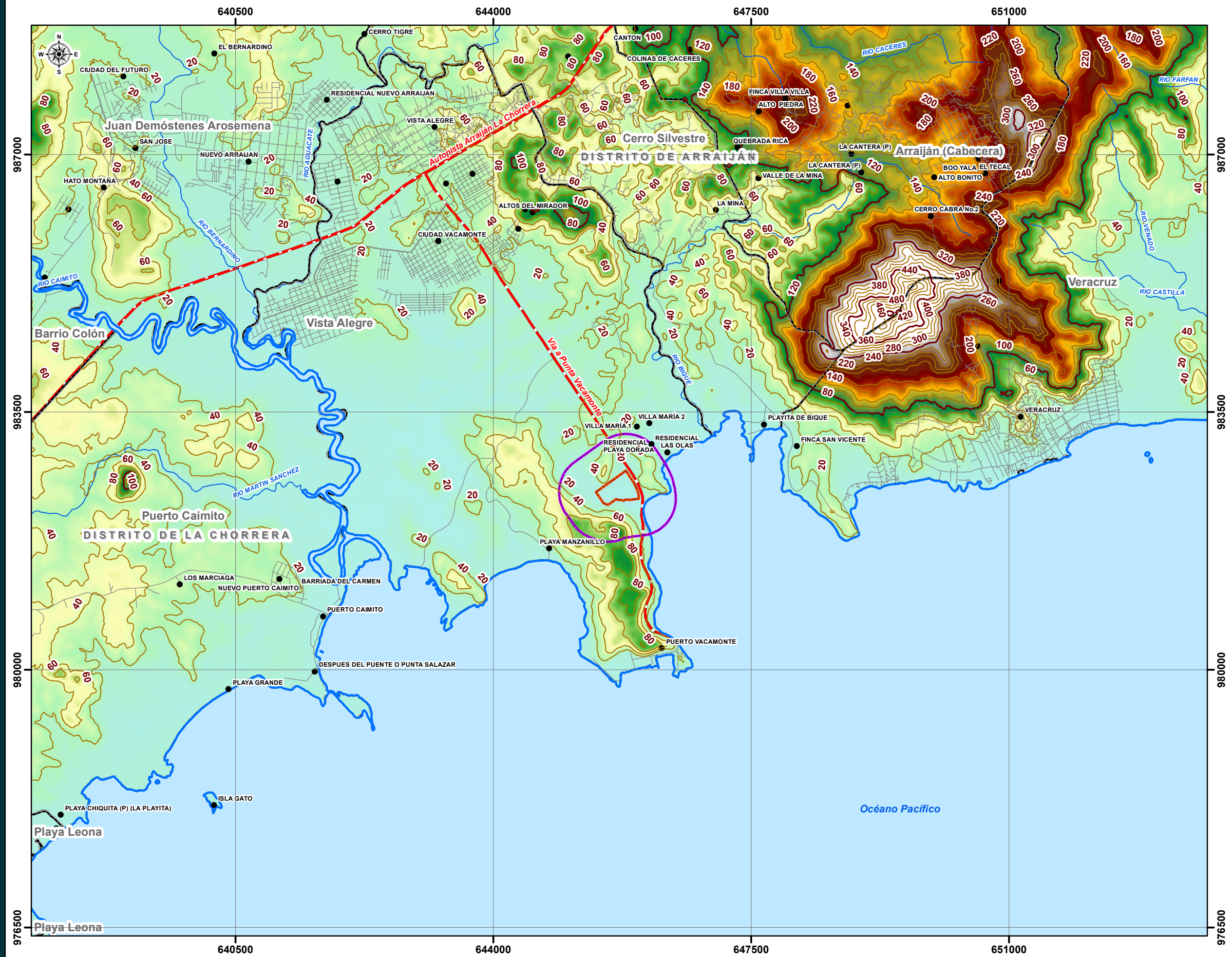
0 0.45 0.9 1.8 2.7 Km.

LOCALIZACIÓN REGIONAL

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor: **Línea 3** **HPH**
HPH CONSORCIO

Consultor: **AECOM**



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3

FIGURA N° 6-4
TOPOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

Curvas de nivel

- Curvas de nivel cada 100 mts.
- Curvas de nivel cada 20 mts.

Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala:
1:50,000

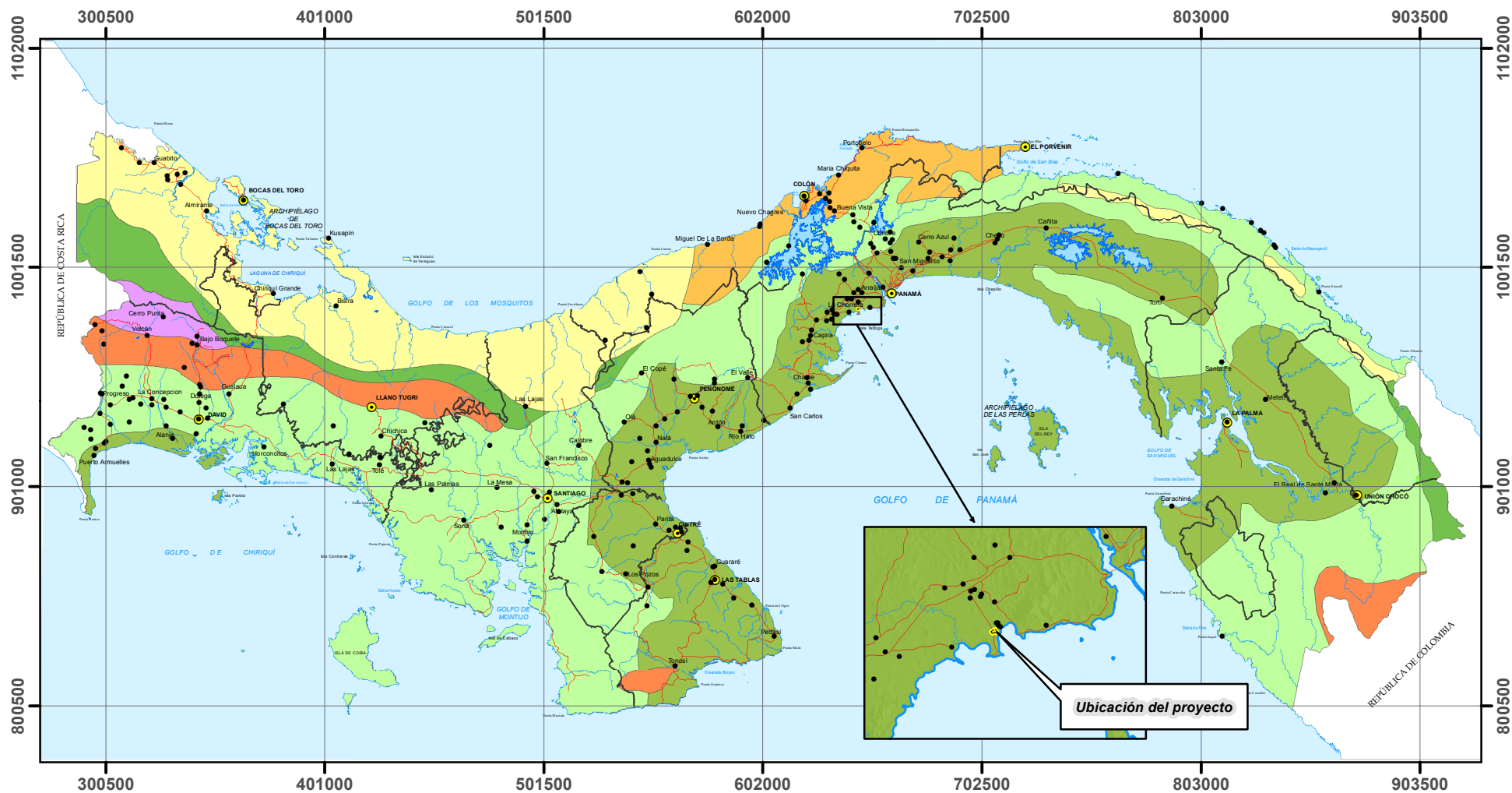
0 0.45 0.9 1.8 2.7 Km.

LOCALIZACIÓN REGIONAL

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor: **Línea 3** **HPH**
HPH CONSORCIO

Consultor: **AECOM**



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3**

FIGURA N° 6-5
TIPOS DE CLIMA SEGÚN MCKAY



LEYENDA

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Límite internacional — Costas ~ Ríos principales — Red vial ● Cabecera de provincia • Poblados principales Ubicación del proyecto | <p>Clasificación Climática</p> <ul style="list-style-type: none"> Clima Tropical de Montaña Baja Clima Subecuatorial con Estación Seca Clima Tropical Oceánico Clima Tropical Oceánico con Estación Seca Corta Clima Tropical con Estación Seca Prolongada Clima Oceánico de Montaña Baja Clima Tropicales de Montaña Media y Altas |
|---|--|

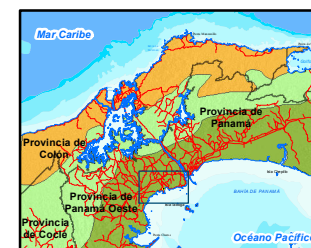


Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

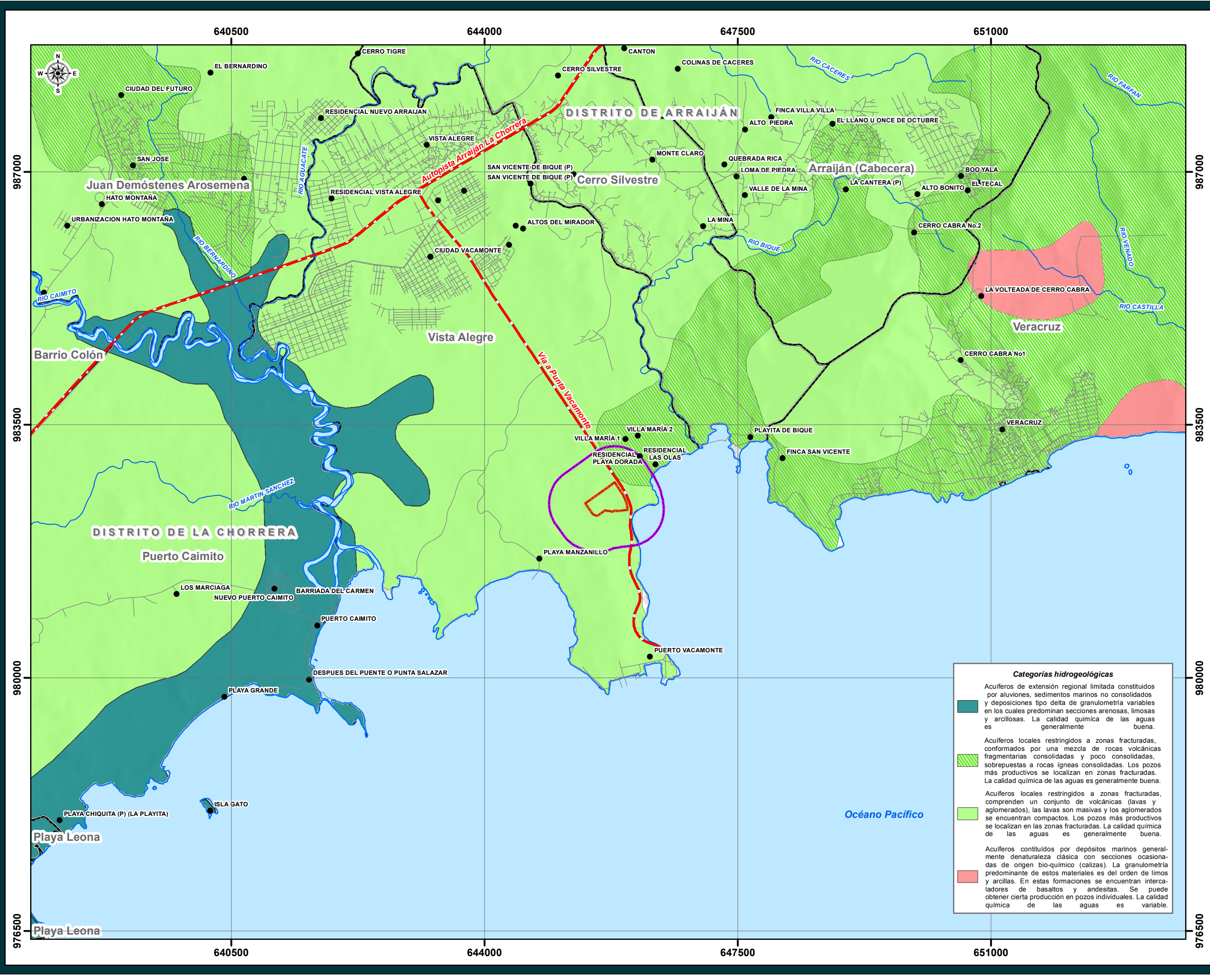
Escala
1:2,700,000



Localización Regional



Fuente: Base de Datos SIG. URS / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2,010.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3

FIGURA N° 6-7
HIDROGEOLOGÍA

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala:
1:50,000

0 0.45 0.9 1.8 2.7 Km.

LOCALIZACIÓN REGIONAL

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Categorías hidrogeológicas

Acuíferos de extensión regional limitada constituidos por aluviones, sedimentos marinos no consolidados y depósitos tipo delta de granulometría variables en los cuales predominan secciones arenosas, limosas y arcillosas. La calidad química de las aguas es generalmente buena.

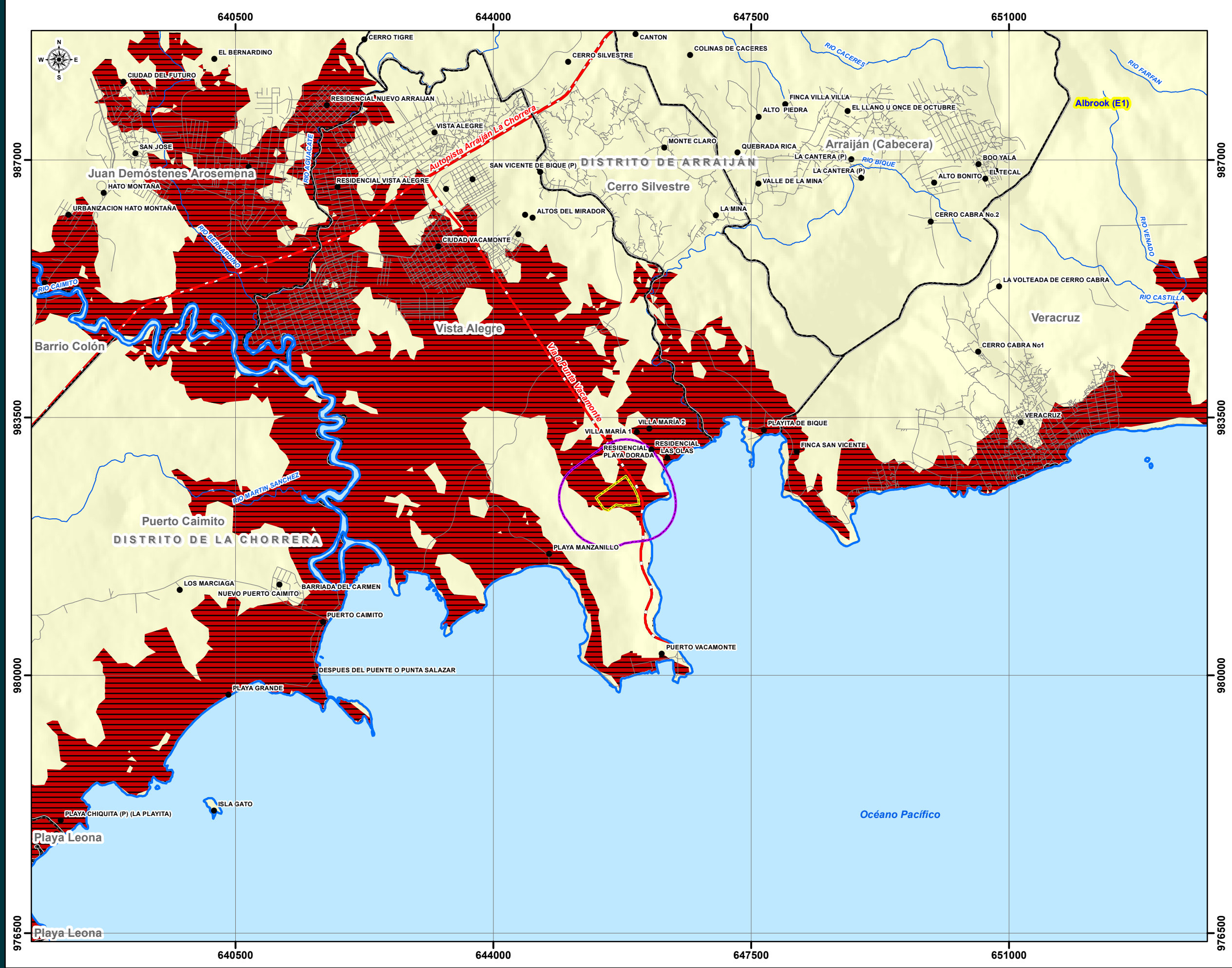
Acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, conformados por una mezcla de rocas volcánicas fragmentarias consolidadas y poco consolidadas, sobrepuestas a rocas ígneas consolidadas. Los pozos más productivos se localizan en zonas fracturadas. La calidad química de las aguas es generalmente buena.

Acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, comprenden un conjunto de volcánicas (lavas y aglomerados), las lavas son masivas y los aglomerados se encuentran compactos. Los pozos más productivos se localizan en las zonas fracturadas. La calidad química de las aguas es generalmente buena.

Acuíferos constituidos por depósitos marinos generalmente de naturaleza clásica con secciones ocasionales de origen bio-químico (calizas). La granulometría predominante de estos materiales es del orden de limos y arcillas. En estas formaciones se encuentran intercaldadores de basaltos y andesitas. Se puede obtener cierta producción en pozos individuales. La calidad química de las aguas es variable.

Promotor:

Consultor:



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3

FIGURA N° 6-8

ZONAS MARINO- COSTERAS VULNERABLES

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Límites de la provincia de Panamá Oeste

- Arriaján
- La Chorrera

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

Zonas marino- costeras vulnerables

Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala:
1:50,000

0 0.45 0.9 1.8 2.7 Km.

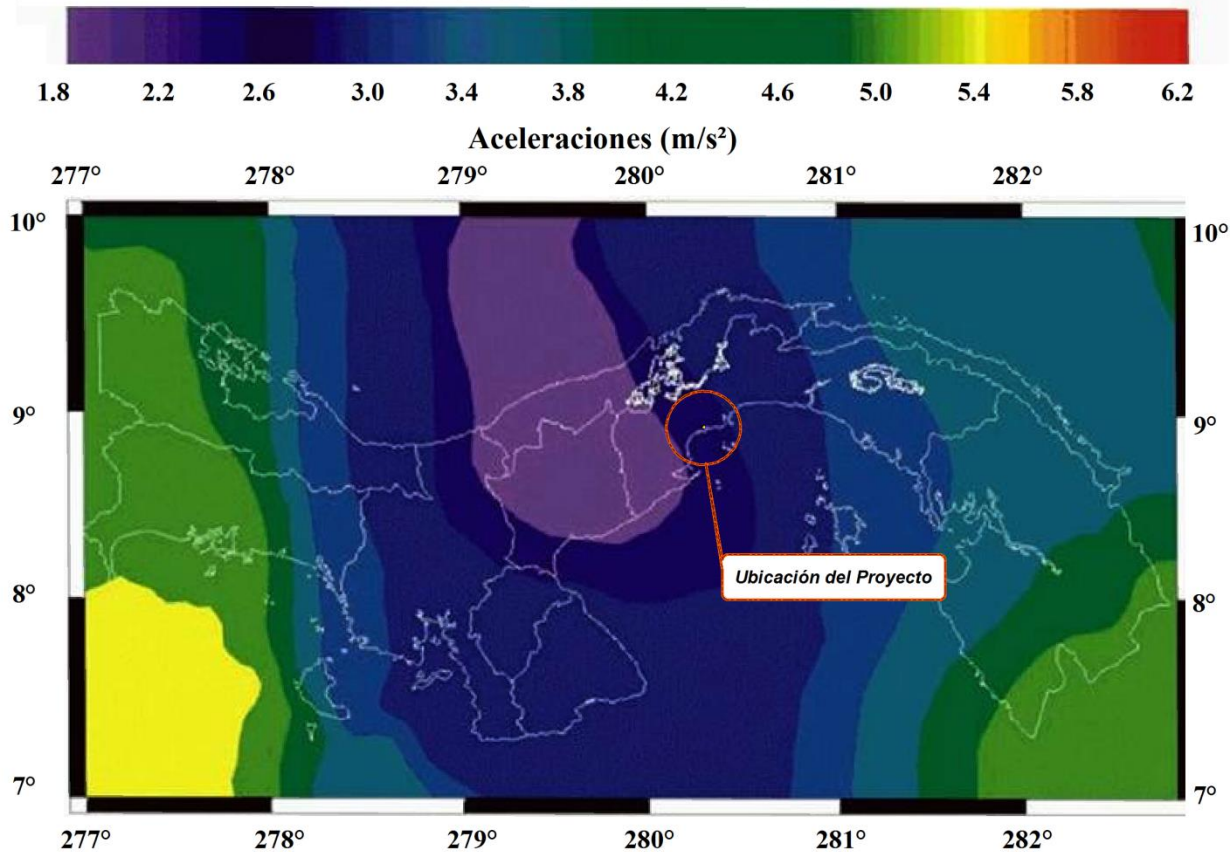
LOCALIZACIÓN REGIONAL

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor: **Línea 3** **HPH**
HPH CONSORCIO

Consultor: **AECOM**

Mapa de Amenaza con 10% de probabilidad de excedencia en 25 años




ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3
FIGURA NO. 6-10 AMENAZA SÍSMICA A NIVEL NACIONAL

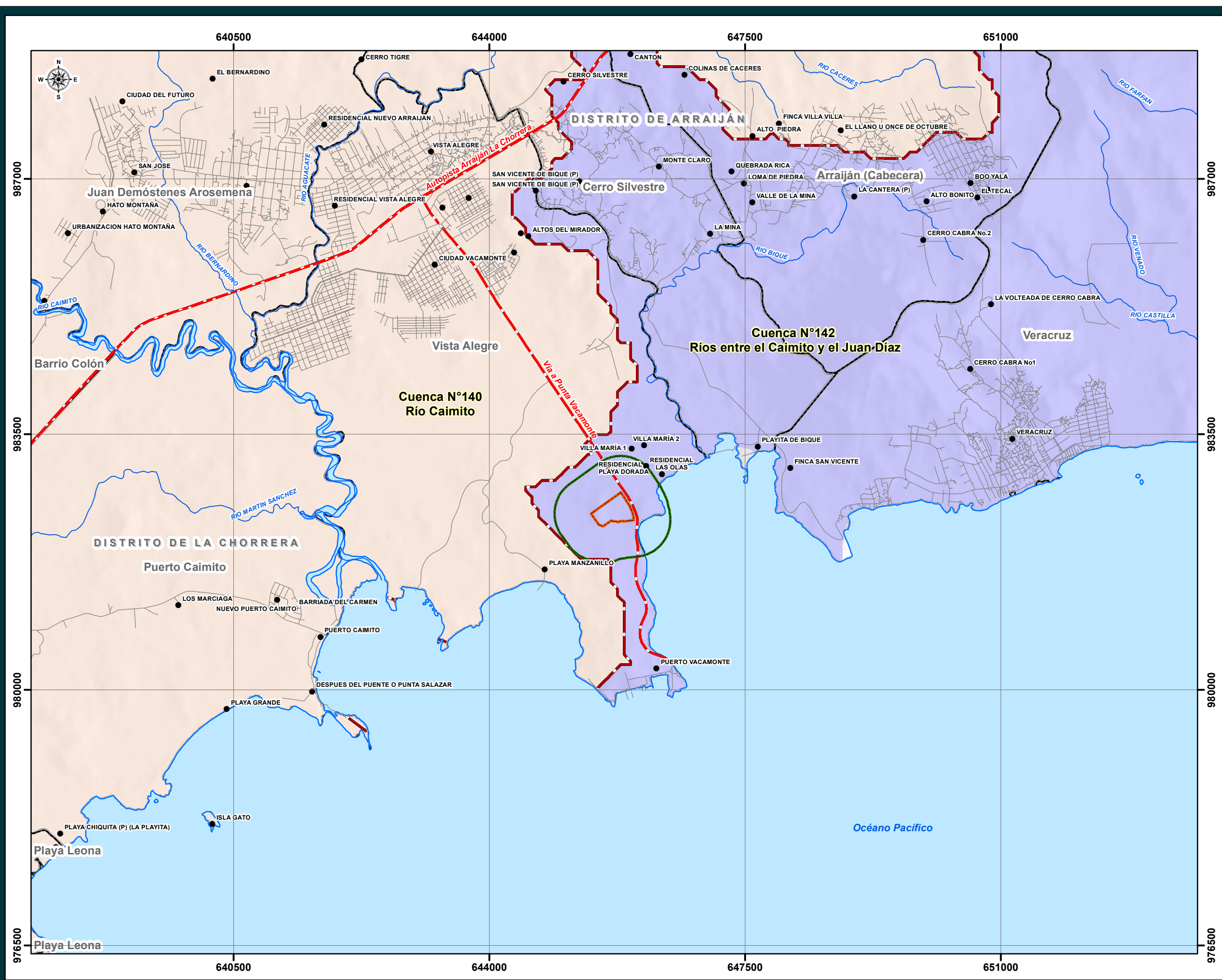
Promotor: 

Consultor: 



Fuente:

INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
Red Sismológica Nacional 



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3
FIGURA N° 6-11

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES
A NIVEL DE CUENCAS

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- ▭ Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- ▭ Área de influencia directa
- ▭ Área de influencia indirecta

▭ Límite de Cuencas Hidrográficas

Susceptibilidad a inundaciones por cuencas

- ▭ Muy baja
- ▭ Moderada
- ▭ Alta

Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala:
1:50,000

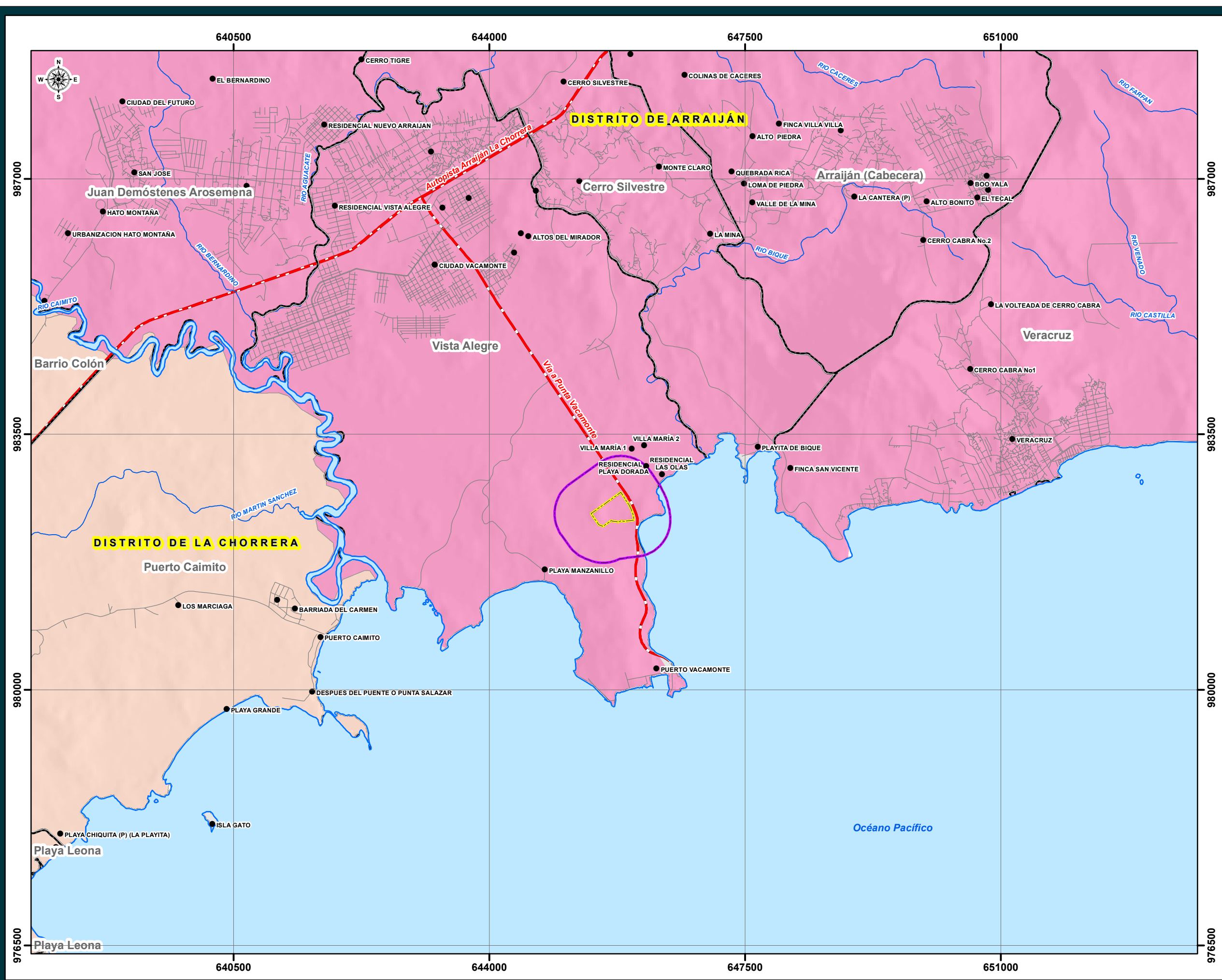
0 0.45 0.9 1.8 2.7 Km.

LOCALIZACIÓN REGIONAL

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:

Consultor:



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3
FIGURA N° 6-12

SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS
A NIVEL DE DISTRITOS

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- ▭ Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- ▭ Área de influencia directa
- ▭ Área de influencia indirecta

Susceptibilidad a deslizamientos por distritos

- ▭ Moderada
- ▭ Alta
- ▭ Muy alta

Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala:
1:50,000

0 0.45 0.9 1.8 2.7 Km.

LOCALIZACIÓN REGIONAL

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:

Consultor: