

Adecuación de diseño para la ampliación vial de la Ruta Nacional No.147 (Radial Lindora) y obras conexas entre el puente sobre el río Corrogres incluyendo las transiciones en ambas márgenes y el puente sobre el río Virilla, así como el acompañamiento técnico durante la construcción de las obras.

Anexo No.14 Estudio social y medio ambiental

Proyecto: Setiembre 2018 Versión V0.4



**UNOPS**

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

---

ANEXO No.14 ESTUDIOS SOCIAL Y MEDIO AMBIENTAL

---

## 1. Introducción

UNOPS reconoce su responsabilidad de proteger a las personas y el medio ambiente y fomentar los resultados positivos para la sociedad de las comunidades en las que trabajamos. Por lo que ha establecido una política que permite gestionar las actividades e instalaciones de forma tal que se respeten y cumplan los principios de responsabilidad social y ambiental.

Entre dichos principios están:

Minimizar el impacto social y ambiental negativo de las actividades e identificar las oportunidades para maximizar el impacto positivo en todas las operaciones, proyectos y funciones.

Evitar las vulneraciones de los derechos humanos en todas las actividades y proyectos gestionados por UNOPS.

Respetar las buenas prácticas laborales, entre las que se incluyen la libertad de asociación y la erradicación de todas las formas de discriminación laboral, trabajo forzoso y trabajo infantil.

Anticipar, evitar o minimizará el impacto negativo sobre los derechos de las minorías, impedirá todas las formas de discriminación por motivos de origen étnico, nacionalidad, sexo, idioma, religión u opiniones políticas y, en particular, promoverá la igualdad de género y fomentará la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres en todos sus proyectos y operaciones.

Por lo tanto, todo proyecto bajo la gestión de UNOPS, que cuenten con un emplazamiento físico, incluidos aquellos que durante la evaluación social y ambiental se consideren como proyectos con riesgos y/o impactos sociales y ambientales moderados deberán cumplir de forma obligatoria con los requisitos mínimos de salud y seguridad laboral y gestión social y ambiental.

Dichos requisitos serán establecidos en el plan de gestión ambiental y social del área de proyecto y el área de influencia de este. En él se identificarán los procedimientos que deben seguir todos los miembros del personal que trabajan en el proyecto, incluidos el personal del contratista y subcontratas, el personal de UNOPS, del desarrollador y los visitantes.

## 2. Breve descripción del Proyecto

### 2.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto se localiza al norte del Gran Área Metropolitana, específicamente en la provincia de San Jose, cantón de Santa Ana, en el distrito de Pozos. El área de proyecto se localiza en la hoja cartográfica ABRA n° 3345 I, en las coordenadas CRTM05 1099671 – 479068 y 1101678 – 478274 (Figura 1) y se encuentra a una altitud aproximada de a 850 msnm.

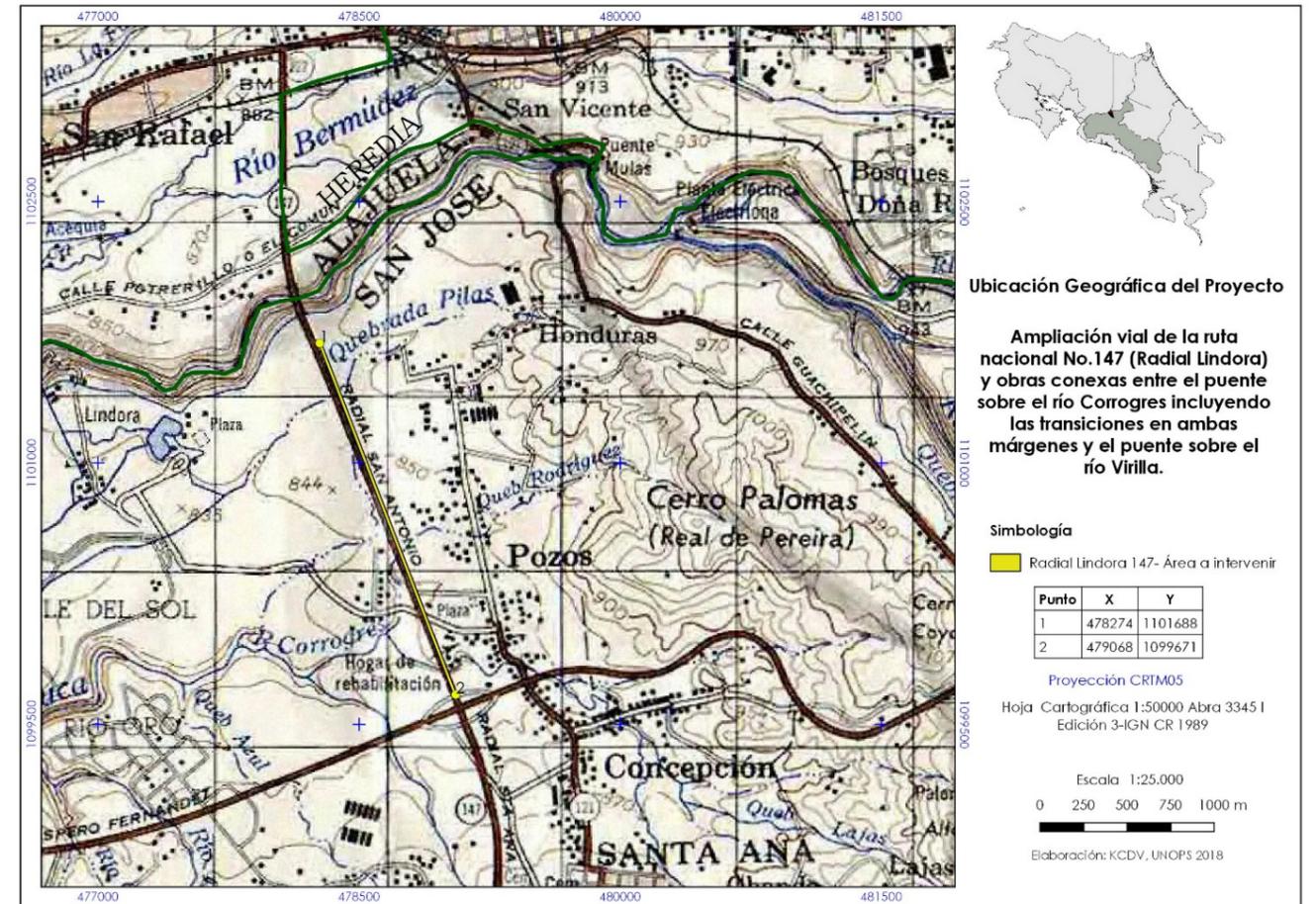


Figura 1. Ubicación geográfica del Proyecto.

Esta ruta nacional comunica el cantón de Santa Ana con San Antonio de Belén, que es una vía por la que circulan unos 32 mil vehículos diarios. Por lo que es de gran importancia comercial e industrial, es la ruta principal por donde salen los productos de exportación tanto de Santa Ana como de otras localidades cercanas, debido a que es una ruta directa al aeropuerto Internacional Juan Santa María, y porque sobre esta vía se localizan gran cantidad de industrias y comercios (Municipalidad de Santa Ana).

Por lo tanto, este proyecto está inmerso en un entorno urbano (figura 2), existiendo relictos del medio natural solamente en las orillas de los cursos de agua que atraviesa dicha carretera, los cuales sufrirán intervención en puntos específicos, ya que será necesario ampliar las alcantarillas y añadir carriles a los puentes.



**Figura 2.** Vistas de diferentes sectores de la Radian Lindora (RN 147), donde se aprecia el entorno urbano y comercial en el cual se desarrollará el proyecto.

## 2.2 Descripción de las obras

El proyecto consiste en la ampliación de la radial que conecta San Antonio de Belén con Santa Ana, ruta nacional No.147, cuyo tránsito promedio diario supera los 30.000 vehículos y constituye una de las zonas de mayores problemas de tránsito dentro del Gran Área Metropolitana de San José. Cuenta con una longitud de intervención de 2,400 km.

La propuesta, resultante de los análisis correspondientes, consiste en la ampliación de la ruta de tres carriles a cinco carriles en el eje principal, y generar dos ejes alternos conocidos como “calles marginales”; además, de un conjunto de obras conexas entre las que se encuentran la sustitución de cuatro pasos transversales de agua (de sur a norte: río Corrogres, quebrada Rodríguez, quebrada sin nombre y quebrada Pilas), obras de arte, estabilización de taludes, habilitación del sistema de drenajes de la vía, entre otros.

El proyecto tiene tres condicionantes que limitan el proceso constructivo, las cuales son el mantener el flujo vehicular permanentemente, mantener los accesos a las propiedades abiertos y con la menor interrupción posible. El tercero es el limitado espacio disponible para la ejecución de las obras que integran el proyecto, que hace más compleja la resolución de los impactos que se puedan generar al medio natural y al entorno social del área de influencia directa.

En planos PT se muestran la vista en plana con la indicación de zona y la respectiva sección transversal de referencia. En las vistas de secciones transversales se muestra el paso a paso para completar las obras previstas para cada zona.

### Estructuras mayores

Completados los requisitos, se inician las obras aguas arriba del puente existente sobre el Río Corrogres (Zona 1 / SECCION B-B). Se debe de realizar la excavación en los costados del río y la construir todos los cimientos y la colocación de todos los arcos, inclusive por debajo la estructura existente. Una vez colocados los arcos y realizado el relleno se habilitarán dos carriles aguas arriba del puente existente (Zona 2 / SECCIÓN B-B), para pasar proceder con el desmontaje / demolición de la estructura existente y completar los rellenos en los costados.

Paralelamente al inicio de las obras en Río Corrogres, se inician las obras aguas arriba en la Quebrada Sin Nombre (Zona 4.1 / SECCIÓN E-E) y las obras aguas arriba en la Quebrada Rodríguez (Zona 4.2 / SECCIÓN G-G). Para ambas estructuras el proceso constructivo previsto consiste en habilitar el tránsito en el costado izquierdo, mientras se construye la nueva estructura aguas arriba. Teniendo construidas y habilitado al menos dos carriles aguas arriba, se procede a trabajar aguas abajo. Para la Quebrada Sin nombre, estas obras están representadas en la Zona 5 (SECCIÓN E-E) y para la Quebrada Rodríguez se muestra la Zona 6 (SECCIÓN G-G). Para la Quebrada Sin Nombre, se ha previsto realizar una excavación tipo vado (bajando aproximadamente 1.5 m debajo de la rasante actual) para lograr el espacio adecuado para realizar las excavaciones con taludes seguros que permita la construcción de las obras y que estas permitan hacer el cambio de los carriles temporales de tránsito.

Completadas las obras mayores en la Quebrada Sin Nombre y Quebrada Rodríguez, se inician las obras aguas arriba en la Quebrada Pilas (Zona 8 / SECCION I-I). el proceso constructivo previsto consiste en habilitar el tránsito en el costado izquierdo, mientras se construye la nueva estructura aguas arriba. Teniendo construidas y habilitado al menos dos carriles aguas arriba, se procede a trabajar aguas abajo (Zona 9 / SECCIÓN I-I). Para la Quebrada Pilas, dado un muro de gaviones existente en el costado izquierdo, y para minimizar el riesgo de un posible fallo de esa estructura mientras los carriles temporales se mantienen en el costado izquierdo, se ha previsto separar el tránsito vehicular una distancia 3 m desde la cara del gavión. Para lograr el espacio adecuado para el cambio de ubicación de los carriles temporales de tránsito, se ha previsto construir un relleno estabilizado con concreto hasta la altura de corona de la nueva alcantarilla de arco.

### Sistemas públicos

De manera paralela y conjunta con las obras de drenaje menor y estructura de pavimentos que se construirán en las márgenes de la calle, se debe de realizar la construcción de los nuevos sistemas de agua potable y los sistemas de conducción y soporte para luminarias, y así también los sistemas del sistema sanitario.

Drenaje, pavimentos y otros

Se contempla el inicio de la excavación y construcción de los pilotes que funcionarán como muro de retención para el corte vertical en el sector del 0+100 a 0+300 lado derecho (Zona 3 / SECCIÓN C-C). Por el tipo de proceso constructivo para la construcción de los pilotes, el Contratista debe coordinar el acceso a la propiedad del PANARE y trabajar sobre el terreno natural (el sitio dispone de acceso y espacio para el personal y equipo a ejecutar la construcción de los pilotes).

Exceptuando los trabajos del muro de pilotes entre el 0+100 y 0+300 LD, el resto de obras contempladas a realizar en dentro de las obras de “Drenaje, pavimento y otros”, considera realizar de manera conjunta todas las actividades para dejar el tramo ampliado (ampliación del tronco principal y la marginal), construido al menos hasta nivel de base asfáltica. Esta actividades incluyen la excavación de vía (incluyendo la demolición de las estructuras existentes), la excavación y rellenos para las estructuras (a saber tuberías públicas, potables, sanitarias, iluminación, estructuras de drenaje, muros de concreto reforzado, y rellenos estabilizados, etc), la colocación de la subbase y la base asfáltica.

Se plantea iniciar los trabajos de movimiento de tierra, estructuras de drenaje y obras complementarias en el tramo del 0+610 a 0+820 del lado derecho (Zona 11.3 / SECCIÓN F-F). El inicio de las obras de movimiento de tierra de iniciarse cuando inicien las obras en la Quebrada Sin Nombre y Quebrada Pilas.

Se continúa con todas las actividades en el lado derecho del proyecto, entre el borde del tronco principal y el borde externo de construcción del proyecto, entre estaciones 0+800 y 2+100 (Zona 7.1 – SECCIÓN H-H y Zona 7.2 SECCIÓN J-J). Durante esta fase, se contempla que se mantengan en funcionamiento los carriles del tronco principal y las vías marginales existentes del lado izquierdo.

Una vez concluidos las obras necesarias para la habilitación del tránsito temporal por la el lado derecho entre 0+610 a 2+150, se inician las obras en el lado izquierdo, comenzado en el tramo entre las estaciones 0+100 y 0+610 del lado izquierdo (Zona 10.1 / SECCIÓN D-D), continuando con el tramo 0+610 a 0+820 (Zona 10.2 / SECCIÓN F-F), seguido por el tramo 0+820 y 1+830 (Zona 10.3 / SECCIÓN H-H, cerrando con el tramo entre el 1+830 a 2+150 (Zona 10.4 / SECCIÓN J-J).

Completadas las obras del lado izquierdo entre el 0+100 y 2+150, se inician las obras entre el 0+000 y el 0+100 del lado derecho (Zona 11.1 / SECCIÓN C-C y SECCIÓN D-D).

Los trabajos finales para la estructura de pavimento será la colocación de la sobrecapa en el tronco principal, (y en las ampliaciones del tronco principal y marginales si no fueron colocados previamente). Las zonas a intervenir son las 11.1 y 12.1, 12.2, 12.3 12.4 y 12.5.

Señalización horizontal y vertical

Al finalizar los trabajos de sobrecapado, se realizarán los trabajos de demarcación horizontal y vertical, que incluye todas las zonas del proyecto.

Fase de entrega de entrega de obra, corrección de defectos y recepción

Una vez que se hayan realizado todas las obras del proyecto, el Contratista debe entregar el proyecto. La Administración, procederá a realizar una revisión, y de acuerdo con lo observado, se solicitarán la corrección de los defectos (si los hubieren), los cuales deben ser atendidos por el Contratista.

Superada la etapa de corrección de los defectos (si los hubo), la Administración procederá con la recepción del proyecto.

### 3. DIAGNÓSTICO DEL ENTORNO

#### 3.1. COMPONENTE FÍSICO

##### 3.1.1 Geología

##### 3.1.1.2. Datos zona sobre la zona estudiada

El proyecto se desarrollará en derecho de vía, sobre la ruta nacional 147 conocida como Radial Lindora que se extiende desde el intercambio con la ruta nacional 27 hasta el puente sobre el río Virilla. Figura 3.

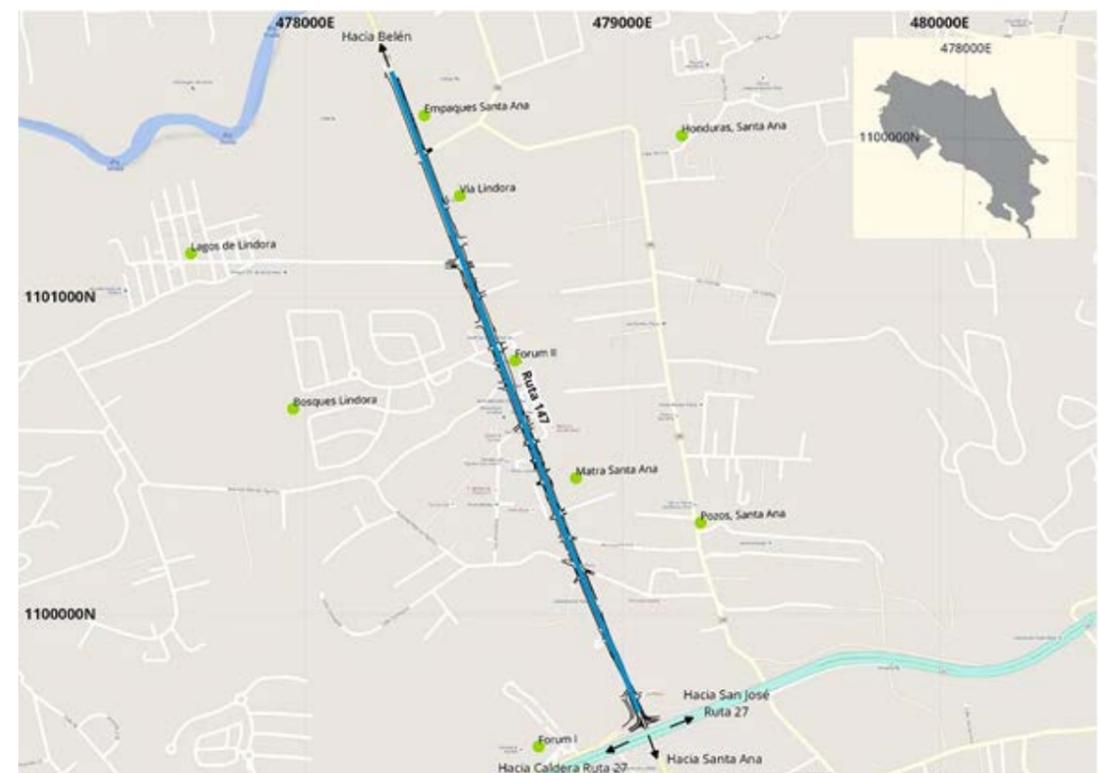


Figura 3. Ubicación del proyecto

##### 3.1.1.3. Objetivos del estudio

El objetivo del estudio es el de determinar la condición geológica de la zona y verificar ambientalmente su viabilidad.

##### 3.1.1.4. Metodología aplicada para llevarlo a cabo.

La metodología aplicada consistió en revisar la información existente, verificación de campo y generación de los mapas temáticos correspondientes.

3.1.2. Unidades geológicas superficiales y del subsuelo superior, descripción básica de las unidades y sus atributos litopetrofísicos fundamentales

3.1.2.1 Formación Colima (Lavas Intracañón)

Williams (1952) nominó la unidad litoestratigráfica Lavas Intracañón, pero fue Fernández (1969), quien tomando en cuenta la estratigrafía de Williams (1952), definió los acuíferos de la subcuenca norte del río Virilla, dándole una nueva nomenclatura, usando nombre geográficos. De esta manera se nombró Formación Colima para las lavas y rocas estratigráficamente asociadas, y Tiribí para las ignimbritas sobreyacentes. Echandi (1981), actualizó la geología de las unidades volcánicas de la vertiente norte del río Virilla desde un punto de vista hidrogeológico usando correlaciones de pozos. Según Kussmaul & Sprechmann (1982), debería usarse el nombre de "Formación Lavas Intracañón", de acuerdo a la guía estratigráfica de uso mundial, pero debido a que Colima ha sido más utilizado por geólogos e hidrogeólogos y también que es un nombre geográfico autóctono, y no de posición de afloramientos, permanece su nombre.

Esta formación se encuentra aflorando de forma aislada en los cañones de los ríos Virilla, Torres, Tiribí, Tibas, Bermúdez y María Aguilar, y en algunos tajos; por lo que su estratigrafía se ha aclarado con base en testigos de pozos perforados. Su descripción ha sido ampliada por Echandi (1981), quien la divide en tres miembros: Miembro Belén (o Colima Inferior, andesitas porfíricas con dos piroxenos), Ignimbritas Puente de Mulas y Miembro Linda Vista (o Colima Superior, que consiste de andesitas afíricas).

La Formación Colima tiene un espesor promedio de unos 100 m y el máximo podría ser de hasta 350 m. Kussmaul (1988) plantea un espesor promedio de 97 m y un volumen de 35 km<sup>3</sup> para toda la formación.

El origen de esta formación se supone que se debe a eventos efusivos a lo largo de fisuras con dirección en la base de la Cordillera Central. Gans et al. (2003), le asigna una edad a esta formación de en 0,330 Ma, con base en varias edades obtenidas con 40Ar/39Ar. Marshall et al. (2003), establece edades de 758±16 ka (también 40Ar/39Ar), para el Miembro Belén y el Miembro Linda Vista, 371±49 ka o bien 337±7 ka y el Miembro Puente de Mulas sería según Gans et al. (2003) de 440-570 ka.

3.1.2.2. Formación Tiribí

Son ignimbritas que afloran al pie de los volcanes de la Cordillera Central, y llegan al menos hasta 75 km al oeste hasta la costa pacífica (cf. Pérez, 2000). Afloran principalmente en cortes de camino y quebradas a lo largo de la cuenca del río Virilla, en sus cañones y en varios tajos, y que forman una topografía plana al norte del Virilla. Se ha puesto en el mapa sin color y aparece principalmente en el sector central del mapa, aunque también aflora en el extremo sur. Tienen una edad de 322 ka (Pérez et al., 2006). Subyacen a las lavas del Miembro Bermúdez de la Formación Barva en la zona de estudio y al sur de la naciente Ojo de Agua y se extienden en toda el área del proyecto.



EPICLASTOS DE

LAVAS COLIMA

Figuras 4 y 5. Arriba: vista desde el puente del río Virilla en la Ruta 27. Abajo: vista inmediata al norte del puente. Estratigrafía de las formaciones Colima-Tiribí regionalmente en la zona de estudio.

Sobreyace a la unidad epiclástica de Colima sobre la ruta 147 y ruta 27, a la cual calcinó (Figura 6), o bien a los otros miembros de Colima fuera de la carretera, e incluso a las volcanitas y sedimentitas más antiguas. Aparece en el cañón del Virilla con columnas de enfriamiento y en muchos sectores de la carretera y alledaños (Figura 6), como en la Próspero Fernández, en el sector sur antes del puente del Virilla, cerca de la intersección con la Guácima y después de la intersección con Turrúcares (Figura 6) y en el mapa de la Figura 7.



Figura 6. Izq.: Ignimbrita de la Fm. Tiribí en el cauce del río Siquiaries y su periferia inmediata. Se observan las columnas de enfriamiento. A la izquierda se ve sobreyacida por bloques de lava del depósito del Miembro Avalancha El Coyal, en margen izquierda del río. A la derecha, un detalle textural de la ignimbrita soldada, con escorias aplastadas como se presentan a lo largo de la ruta 147.

3.1.3. Contextualización rápida respecto a los datos geológicos regionales relevantes

El proyecto se ubica desde el punto de vista geológico, sobre la Formación Tiribí que consiste en ignimbritas fracturadas con fiambres de colapso y flujo y presentan buena estabilidad geotecnica. Son rocas formadas por flujos piroclásticos soldadas.

3.1.4. Datos geomorfológicos relevantes procesos de erosión – sedimentación, datos de geodinámica externa relevantes

La geomorfología regional presente en el área de proyecto se caracteriza por dos aspectos en su origen: el primero es que ha sido conformada por la depositación sucesiva de coladas de lava con génesis fisural y un segundo aspecto sería el que en el área se han depositado los materiales denominados en la literatura como piroclastos, constituidos por la caída de flujos de ceniza, lapilli e ignimbritas con un espesor de cercano a los 50 m.

La depositación de estos materiales ha sido la responsable de conformar un relieve relativamente plano que es interrumpido por algunos valles fluviales conformados por los ríos de la zona, los cuales han ejercido una erosión fluvial sobre los materiales señalados anteriormente, originando los valles fluviales y cañones por donde discurren actualmente los cuerpos superficiales.

La geomorfología presente en un kilómetro a la redonda del área donde se desarrollará el proyecto se caracteriza por que presenta una pendiente con dirección al noroeste, esta morfología posiblemente es producto de un frente de colada de lava, cubierto y suavizado por los depósitos tobáceos.

Primeramente, se debe de señalar que analizando la geomorfología presente en el área circunvecina al proyecto, se puede clasificar en una sola “Macro Unidad Geomorfológica”, la cual ha sido conformada por varias formaciones geológicas de origen volcánico, como se mencionó en el apartado de geomorfología regional. La diferencia entre esta macro-unidad se puede asociar con los cambios de pendiente que se presentan en ella, agruparse en tres subunidades que son las siguientes:

Sub - unidad de relieve plano con pendientes entre 0 a 3%: Esta se localiza al Norte del área de estudio, es una zona que presenta un declive suave del terreno, su mayor manifestación se puede observar en las inmediaciones de la calle con dirección a La Asunción de Belén.

Sub - unidad de relieve plano con pendientes entre 7 a 6%: Bajo esta categoría se ubica el proyecto, se extiende a lo largo de la ruta 147.

Sub - unidad de relieve plano con pendientes entre 7 a 10%: Esta categoría de pendientes se localiza en las inmediaciones del CENADA.

3.1.4.1. Procesos de geodinámica externa

Localmente el AP, no presenta evidencias de erosión de ningún tipo, las zonas donde podrían presentarse una geodinámica activa están en los cursos de agua en la región, los cuales están lejos del sitio de interés.

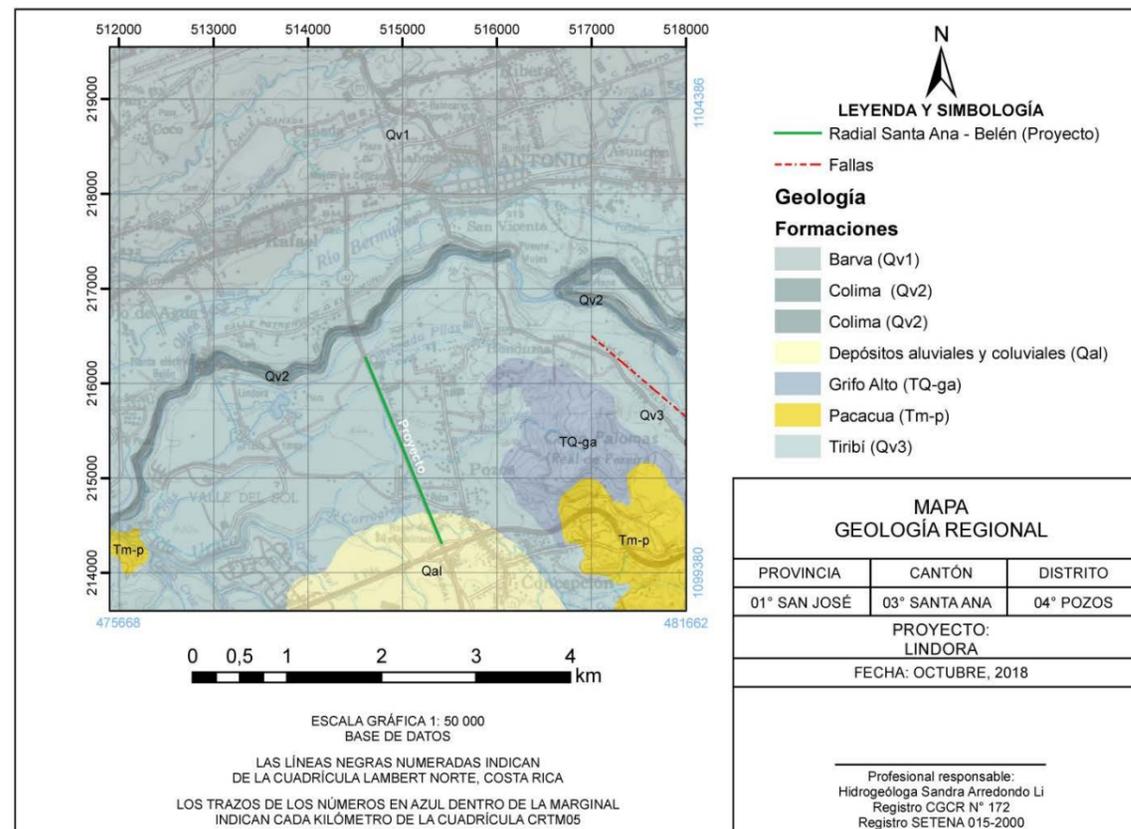


Figura 7. Mapa geológico

Por su parte, por sus características topográficas y como el terreno se encuentra en una zona urbana, donde existen sistemas de desfogue de aguas adecuados, la acción erosiva de las aguas superficiales es poco significativa, por lo tanto se sobreentiende que el AP está libre de este efecto.

3.1.5. Síntesis de resultados y conclusiones geológicas

El modelo geológico de zona del AP, se caracteriza por presentar un basamento volcánico, iniciando por las lavas de la Formación Colima, seguido por los depósitos ignimbríticos de la Formación Tiribí, así como la Unidad Coluvio-aluvial en las zonas circunscritas a los cauces de los ríos.

Específicamente bajo el AP, se presenta una estratigrafía de al menos 2,5 m de suelos arcillosos desarrollados las ignimbritas Tiribí con un espesor promedio de 50 m, hasta llegar a los depósitos de lavas de las Formaciones Colima Superior e Inferior.

Tomando en cuenta las condiciones planas del terreno, así como las consideraciones geotécnicas del terreno, se considera viable la construcción de las instalaciones proyectadas, ya que las condiciones geológicas y las características geotécnicas no desfavorecen la instalación del proyecto.

4. Hidrogeología

4.1. Datos hidrogeológicos del entorno inmediato

Con base en el análisis de la información geológica disponible, la información de pozos con información adecuada del Archivo Nacional de Pozos en el SENARA (cuadro No.1) y perforación exploratoria realizada se concluye que el proyecto se ubica sobre el acuitardo Tiribí que sobreyace a los acuíferos lávicos del Valle Central denominados Colima Superior y Colima Inferior.

No obstante, lo anterior, se presenta a continuación una descripción de cada uno de los acuíferos que se encuentran en subsuelo, presentados del más profundo al más somero:

4.2. ACUÍFERO COLIMA

4.1.1 ACUÍFERO COLIMA INFERIOR

Este acuífero se desarrolla en lavas fracturadas intercaladas con tobas, que se consideran impermeables. Estas lavas pertenecen al Miembro Belén, descrito por (Echandi, 1981).

Según Gómez (1987), corresponde con el acuífero más profundo del Valle Central y a la fecha no se conocen sus límites laterales.

Este acuífero es muy variable en su espesor, en la parte alta de la cuenca del río Virilla no se ha logrado atravesar por completo la secuencia de lavas, solamente el pozo AB-738, ubicado en la parte baja de la cuenca atravesó completamente el Miembro Belén, determinándose un espesor de 73 m. El acuífero es confinado no surgente en algunos sectores y la transmisividad media es de 4500 m<sup>2</sup>/día, el coeficiente de almacenamiento asignado es entre 5\*10<sup>-4</sup> y 5\*10<sup>-3</sup> (BGS-SENARA, 1985).

4.1.2. ACUÍFERO COLIMA SUPERIOR

Este acuífero se extiende de noreste a suroeste, a lo largo de las pendientes del volcán Barva (Arredondo, 1994). Según Gómez (1987), está ubicado en lavas del Miembro Linda Vista descrito por (Echandi, 1981), con un espesor variable, encontrándose desde 24 m en el pozo AB-738, hasta 9 m en el pozo AB-908 (cuenca baja del río Virilla). En cuanto a los parámetros hidráulicos del acuífero, se puede decir que la permeabilidad asignada es de 214 m/día y la transmisividad media es de 5000 m<sup>2</sup>/día, el coeficiente de almacenamiento es de 0,10. Estos valores fueron obtenidos de pruebas de permeabilidad tipo Gilg-Gavard, realizadas en los piezómetros y de los pozos de bombeo del Campo de pozos de la Valencia.

Los niveles de agua en el área de estudio varían dependiendo del acuífero que capten y de la condición de confinamiento que puedan tener.

Cuadro No.1. Registro pozos cercanos

POZO	LAMBERT E	LAMBERT N	PROF mbns	NE (prof en m)	Caudal (L/s)	Litología resumida	Acuífero
AB-2367	514.882	216.050	110	50.7	1.70	0-6 arcilla 6-39 tobas e ignimbritas 39-60 aluvión 60-70 brecha lávica 70-90 lava 90-92 paleosuelo 92-104 lava 104-110 brecha volcánica	Colima Superior
AB-1232	514.880	215.780	90	77.3	1.72	0-5 suelo limoso arcilloso 5-42 material volcanicllástico 42-45 paleosuelo 45-60 lavas grises 60-85 lavas negras 85-90 lavas grises	Coima Superor

POZO	LAMBERT E	LAMBERT N	PROF mbns	NE (prof en m)	Caudal (L/s)	Litología resumida	Acuífero
AB-2084	513.340	215.300	92	62.50	ND	0-2 arcilla gris 2-43 material tobáceo 43-92 lavas masivas, brechosas	Colima Superior
AB-2254	513.240	215.300	90	74.58	3.46	0-0.5 suelo arcilloso 0.5-6 toba arcillosa 6-16 toba matriz cenicienta 16-30 lava 30-45 no hay muestra 45-50 lava 50-70 lava andesítica 70-76 lava y brecha 76-78 lava densa 78-81 lava y brecha 81-90 lava andesítica	Colima Inferior
AB-1657	513.180	215.260	100	77	2	0-20 suelo 20-30 toba gris 30-40 lava porosa 40-74 toba soldada 74-96 toba gris 96-100 material heterogéneo	Colima Inferior

Fuente: Archivo nacional de pozos del SENARA.

ND: no hay dato

El mapa hidrogeológico y la sección transversal se presentan en las Figuras 2 y 3.

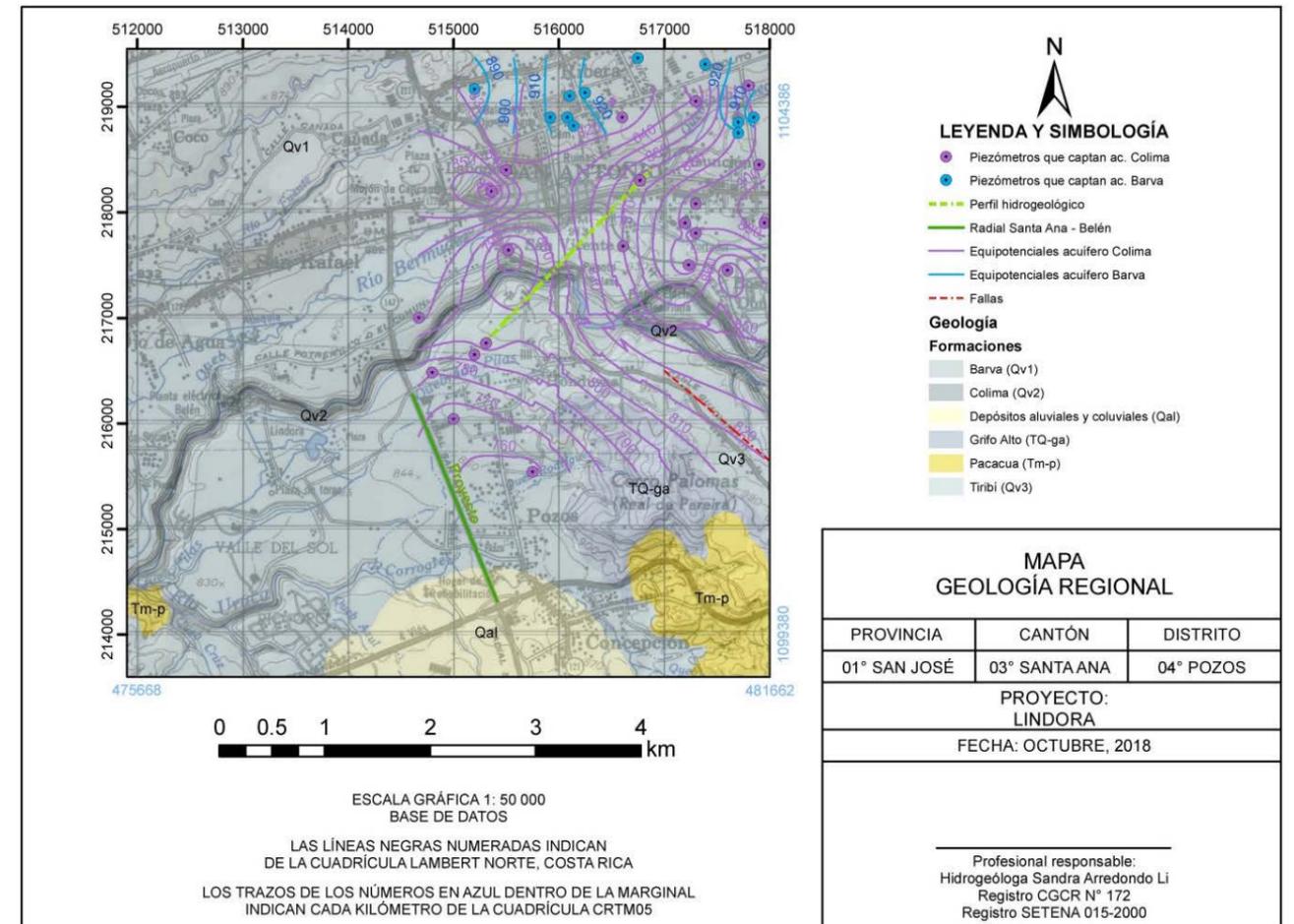


Figura 8. Mapa hidrogeológico

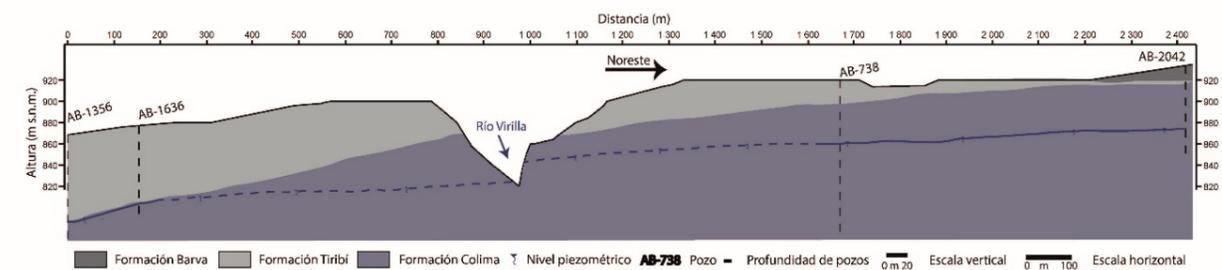


Figura 9. Perfil hidrogeológico

### 3.1.2.3 Condiciones climáticas

La precipitación promedio anual para la zona de estudio se encuentra entre los 1750 mm a los 2000 mm. La estación seca se encuentra definida entre los meses de diciembre y abril y tiene una duración aproximada de 3 meses. Lo que se considera estación lluviosa se presenta desde mayo a noviembre, donde la mayor precipitación se concentra en los meses de septiembre y octubre.

La temperatura promedio anual presenta un rango entre los 17 a los 24 grados °C, con variaciones de nubosidad y viento que presenta una dirección general de noreste a suroeste.

El brillo solar varía dependiendo del mes, donde en la época seca registra en promedio 8 horas y en la época lluviosa se reduce a 4 horas.

La humedad relativa registra valores entre enero y febrero, inferior al 70% con máximos de hasta 85% para los meses más lluviosos.

### 3.1.2.4 Condiciones hidrogeológicas locales y caracterización básica del acuífero subyacente, así como propiedades básicas del acuífero subyacente.

A partir de la información analizada, se observa que la propiedad se localiza sobre las rocas ignimbríticas de la Formación Tiribí que actúan como un acuitardo de varios metros de espesor que cubre a las lavas fracturadas y brechosas de la Formación Colima Superior y ésta a su vez, sobreyace a Colima Inferior, separadas entre sí por otro acuitardo denominado Puente de Mulas.

Estas formaciones geológicas lávicas albergan acuíferos que llevan el mismo nombre y que presentan buenas condiciones para explotación de aguas subterráneas, dependiendo del grado de fracturación y espesor de brechas que sean captados en pozos individuales.

En la zona de estudio no se ubican nacientes o manantiales cercanos al proyecto, ya que éste se ubica en el sector sur del río Virilla que es una barrera hidráulica de descarga acuífera para los acuíferos que se ubican en el sector norte del río, no así el proyecto que se localiza en el sector sur de él y donde las características de los acuíferos existentes en esta zona son de menor rendimiento por encontrarse en las partes más distales y con menor espesor y posibilidad de recarga por acuíferos superiores que no están presentes en este sector.

### 3.1.2.5 Propiedades básicas del acuífero subyacente

A partir de la información analizada y como ya se ha mencionado, el acuífero adyacente al proyecto se desarrolla dentro de los depósitos de Lavas Colima Superior, varios pozos captan este acuífero fisurado, se determina que la dirección de

flujo es predominantemente hacia el noroeste con descarga al río Virilla que es el colector hidráulico de los acuíferos del valle central.

Por las características propias del acuífero, se determina que en algunos sectores presenta características de confinamiento, producto la presencia de capas arcillosas de muy baja permeabilidad y cobertura del acuitardo Tiribí, que son producto de eventos volcánicos en diferentes épocas que han podido generar en algunos sectores paleosuelos calcinados, esto puede someter a presiones la tabla de agua y variaciones en el comportamiento del flujo y en otros sectores puede tener un carácter tipo acuífero libre.

### 3.1.2.6 Modelado hidrogeológico local

Desde el punto de vista hidrogeológico, el AP se encuentra sobre un acuitardo que cubre a un acuífero fisurado desarrollado en las lavas de la Formación Colima Superior, esta cobertura del acuitardo presenta varias decenas de metros de espesor, lo que aporta una cobertura de protección contra contaminantes al acuífero más cercano a la superficie en la zona del proyecto.

Por las características del material sobreyacente al acuífero Colima Superior, éste puede tener características desde libre hasta confinado, reporta caudales en pozos individuales para la zona del estudio de bajo rendimiento (caudales de hasta 2 L/s), no así en el sector norte del río Virilla donde los caudales de este acuífero pueden rendir valores superiores a los 80 L/s, esta condición se relaciona con la barrera hidráulica que aporta el cañón del río Virilla que en su margen izquierda (donde se desarrollará el proyecto) se encuentran las partes más distales del acuífero Colima Superior y donde el adelgazamiento y características petrofísicas pueden generar menores caudales en rendimientos por pozos individuales que en el sector norte y este que son sus zonas de recarga.

El acuífero Colima, recibe recarga por percolación de acuíferos superiores, que no se encuentran en la zona del proyecto, como el acuífero Barva, y por infiltración de lluvia en los sectores de mayor altitud y al este del proyecto, donde esta formación pueda aflorar en los cauces de los ríos.

### 3.1.2.7 Cálculo del tiempo de tránsito de contaminantes

Para analizar los tiempos de tránsito en la zona no saturada se tomaron datos registrados de valores en los suelos residuales de la Formación Tiribí.

#### **ZONA NO SATURADA**

El tiempo de tránsito del flujo vertical (t) en la zona no saturada, bajo condiciones de carga hidráulica se determina con la fórmula de Darcy:

$$t = (b \times \theta) / K$$

Para el sector donde se ubica el proyecto:

$b$  = espesor de la zona no saturada en metros. Se toma como espesor de la zona no saturada, el valor promedio de los pozos registrados, de 30 m.

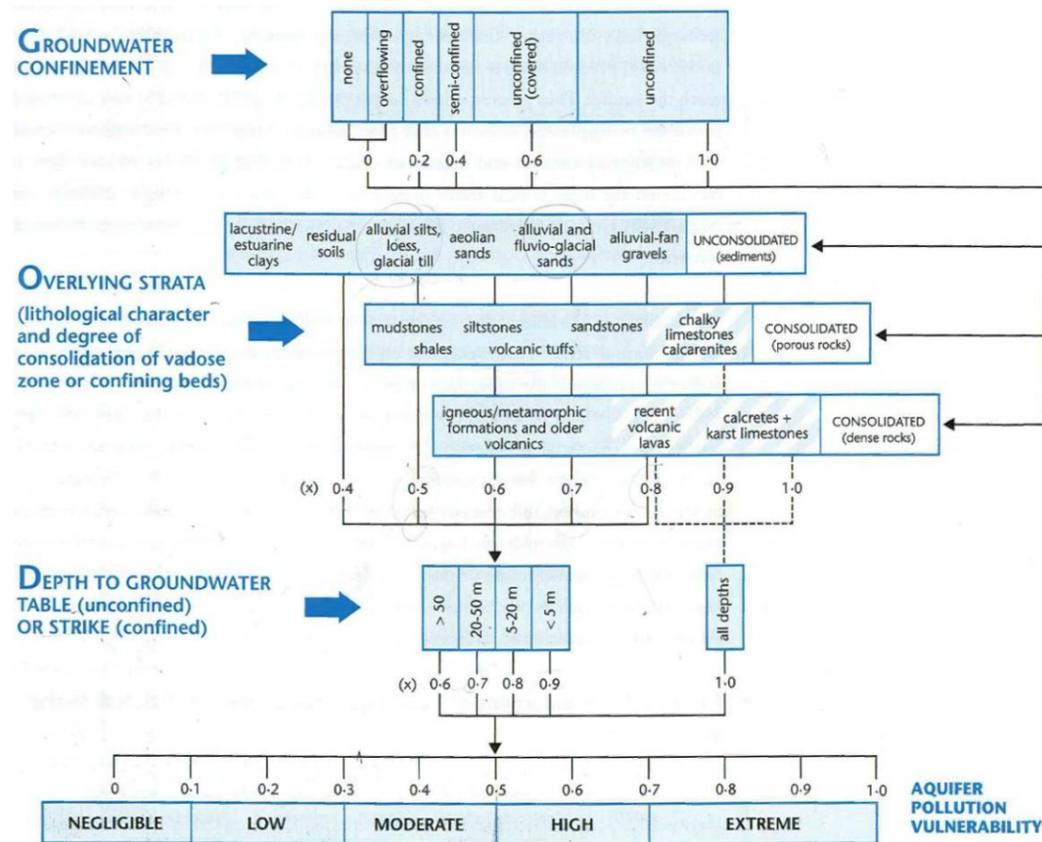
$\theta$  = porosidad efectiva media en la zona no saturada, según BGS-SENARA es de 12%.

$K$  = conductividad hidráulica vertical. El dato de permeabilidad registrado suelos residuales ignimbríticos 0.010 m/día.

De los cálculos anteriores, se obtiene un tiempo de tránsito vertical total, para la zona no saturada en el sector donde se desarrollará el proyecto es de 360 días, lo cual muestra que existe un tiempo de degradación que supera la norma de 100 días para medios fisurados en relación con el potencial de contaminación por patógenos.

3.1.2.8 Análisis de vulnerabilidad utilizando el método GOD

A continuación, se presenta el análisis, para determinar su condición de vulnerabilidad siguiendo el método GOD (Figura 4).



Fuente: Foster, et al, 2002.

Figura 10. Diagrama determinación de vulnerabilidad acuífera método GOD.

Cuadro No. 2. Evaluación de la vulnerabilidad acuífera según método GOD.

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado libre cubierto	libre cubierto ya que el acuífero a evaluar es Colima Superior que tiene una cobertura de 30 m en promedio del acuitardo Tiribí.	0.60	Baja
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Tobas soldadas	0.60	
Profundidad del nivel freático	Según registro de pozos de la zona donde se ubica el proyecto, el nivel freático se ubica a más de 50 m de profundidad.	0.60	
Evaluación de vulnerabilidad	de	0.216	

Como resultado del análisis de vulnerabilidad, se identifica que el acuífero tiene una vulnerabilidad baja para la zona de estudio donde se ubica el proyecto.

3.1.2.9 Síntesis de resultados y conclusiones hidrogeológicas, análisis de vulnerabilidad a la contaminación basado en el modelo hidrogeológico local

Con base en el análisis realizado se concluye que el proyecto no afectará al acuífero más cercano a la superficie, esto se debe a que se encuentra cubierto con una capa de por lo menos 30 m de espesor de un acuitardo formado por depósitos de tobas soldadas denominadas rocas ignimbríticas pertenecientes a la Formación Tiribí.

El acuífero más cercano al proyecto se conoce como Colima Superior, es un acuífero fisurado en lavas con características andesíticas generadas por fisuras existentes y que se extienden desde la zona al este de la capital hasta el sector donde se localiza el proyecto, más al oeste el que predomina es el acuífero más profundo conocido como Colima Inferior que de igual forma se alberga en lavas fisuradas.

El acuífero Colima Superior, descarga preferentemente en el cañón del río Virilla, que actúa como un colector hidráulico de los acuíferos, como descarga natural a través de flujo base o manantiales en el sector norte de su cauce y fuera del área del proyecto.

Por otro lado, el análisis de tiempos de tránsito por contaminantes patógenos mostró que la susceptibilidad a ser contaminado por estos es baja debido a que el valor encontrado supera la vida de las bacterias en medios anóxicos.

Mismo resultado presentó el análisis de vulnerabilidad acuífera realizado con el método GOD, donde el valor muestra que presenta una condición de baja vulnerabilidad para la zona donde se ubica el proyecto a desarrollar.

### 3.1.3 Amenazas naturales

#### 3.1.3.1 Resumen de conclusiones técnicas

La geaptitud de la zona del proyecto en términos de amenazas naturales del terreno, muestra que en la actualidad no se identifica afectación por efectos de actividad volcánica significativa, en este momento la caída de ceniza de forma leve se genera por la actividad del volcán Turrialba, pero sin generar problemas para el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, la actividad sísmica como amenaza siempre está presente en el país, debido a la actividad tectónica que lo caracteriza, sin embargo, no se ha identificado a la fecha, fallamiento local activo ni cercano al proyecto.

La amenaza por condición de deslizamientos y licuefacción no se considera que pueda afectar el desarrollo de la actividad debido a que se construirá en una zona con pendientes suaves a moderada y las características de los suelos residuales, no muestran potencial de licuefacción ya que no son suelos arcillosos saturados.

#### 3.1.3.2 Evaluación de la amenaza / riesgo por fallamiento geológico, sismicidad y potencial de licuefacción.

#### Afectación hidrometeorológica

Según la CNE (2000), la zona donde se encuentra el proyecto, se localiza dentro de una región, que básicamente presenta amenazas hidrometeorológicas y geológicas (sísmica, deslizamientos).

En zonas aledañas al proyecto, existen cursos de agua importantes, como el río Corrogres, río Virilla y otras quebradas de menor caudal como la Quebrada Rodríguez, que dentro de la red de drenaje hay que prever afectación por fuertes y prolongadas lluvias ya que para las quebradas la capacidad de carga en cuanto al volumen de agua en ciertos picos de tormentas podría ser insuficiente por lo que se podría prever un riesgo de desbordamiento en los sectores topográficos más bajos de la zona.

#### Afectación por deslizamientos (geodinámica externa).

Por las características topográficas, geológicas y climáticas, existen una gran cantidad de regiones vulnerables a deslizamientos, donde los sectores más vulnerables son sobre todo hacia los márgenes de los principales ríos, donde la pendiente en conjunto con la erosión y el alto contenido de humedad del suelo favorece esta clase de proceso. No obstante, a nivel local, no se espera afectación por este tipo de actividad de geodinámica externa (deslizamiento) que puedan afectar al proyecto.

#### Afectación por sismicidad

Donde se localiza el área del proyecto, se denomina como la región sísmica denominada Valles y Serranías del Interior del País, caracterizada por eventos sísmicos superficiales generadas en fallas geológicas locales. Actividad sísmica originada por choque de placas (Cocos-Caribe), puede causar daño significativo sin llegar a grados extremos. Entre los efectos que puede causar un terremoto superficial en la zona se pueden mencionar:

Fracturación importante en el terreno.

Deslizamiento de tierra, sobre todo hacia los sectores aledaños a los ríos de la zona.

Sin embargo, no se identifica fallamiento geológico local en la zona donde se ubica el proyecto, la falla más cercana que ha sido mapeada se localiza a más de 2 km al este del proyecto, según se observa en el mapa geológico de la Figura No. 2 que se presenta a continuación:

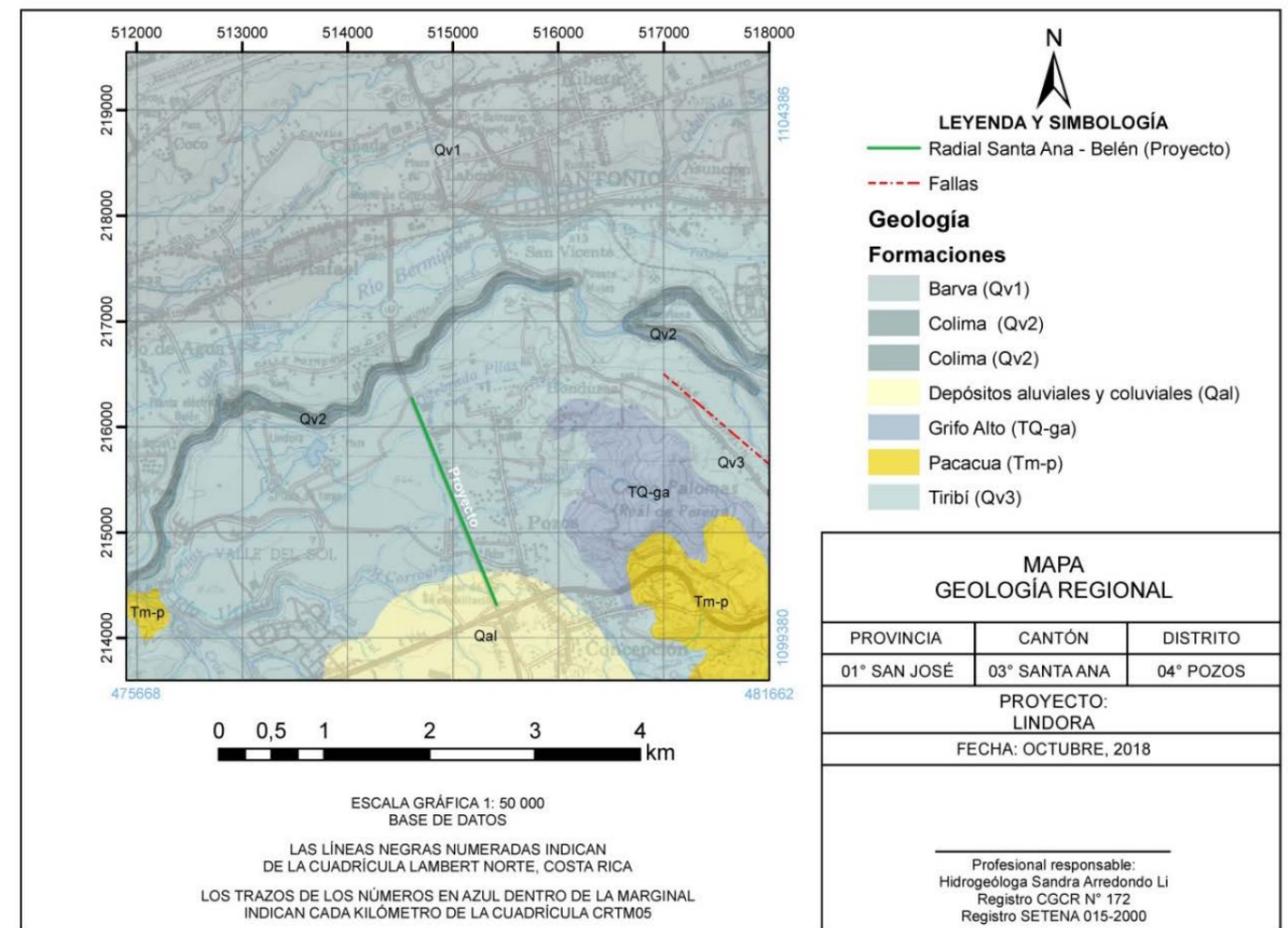


Figura No. 11. Mapa geológico y estructural de la zona donde se ubica el proyecto.

Con base en los lineamientos del Código Sísmico vigente, se deben tomar las consideraciones estructurales de diseño que contemplan las edificaciones en esta zona.

### 3.1.3.3 Potencial de licuefacción

Según la geología existente en la zona y las características físicas de los suelos residuales existentes, no se identifica potencial de licuefacción para el área del proyecto.

### 3.1.3.4 Actividad volcánica

La zona donde se localiza el proyecto, se encuentra en la zona de influencia de los Volcanes Barva Irazú y Turrialba, con posible caída de cenizas en caso de una erupción importante. Los principales efectos posiblemente serían:

- Pérdidas en actividad agrícola y ganadera.
- Contaminación de ríos.
- Colapso de viviendas, por acumulación de cenizas en los techos.
- Problemas de salud a la población en general.

Para el proyecto no se identifica afectación en la actualidad por actividad volcánica.

### 3.1.3.5 Síntesis de resultados y conclusiones geológicas

La geaptitud de la zona del proyecto en términos de amenazas naturales del terreno, muestra que en la actualidad no se identifica afectación por efectos de actividad volcánica significativa, en este momento la caída de ceniza de forma leve se genera por la actividad del volcán Turrialba, pero sin generar problemas para el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, la actividad sísmica como amenaza siempre está presente en el país, debido a la actividad tectónica que lo caracteriza, sin embargo, no se ha identificado a la fecha, fallamiento local activo ni cercano al proyecto.

La amenaza por condición de deslizamientos y licuefacción no se considera que pueda afectar el desarrollo de la actividad debido a que se construirá en una zona con pendientes suaves a moderada y las características de los suelos residuales, no muestran potencial de licuefacción ya que no son suelos arcillosos saturados.

## 3.2. COMPONENTE BIOLÓGICO

### 3.2.1. Zonas de Vida

De acuerdo con la clasificación de Zonas de vida de Holdridge, el proyecto se ubica dentro de la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano (Figura 8). Los bosques típicos de esta zona de vida, presentan 106 especies de árboles en promedio por hectárea, estos pertenecientes 83 géneros y 40 familias, distribuidos en dos estratos. El estrato alto o dosel de entre 20 a 30 metros de alto y sin palmas arborescentes, el estrato medio o sub-dosel poco denso y un sotobosque donde las palmas constituyen elementos comunes en conjunto con especies arbustivas (Quesada, 2007).

Es la zona de vida con mayor fragmentación, deterioro y contaminación de los ecosistemas, donde los pocos parches de vegetación representativa están reducidos a escasas zonas de protección de ríos quebradas y algunos parches de bosque secundario ubicados en algunos de los cerros entorno a la GAM, estos bosques están compuestos principalmente por crecimiento secundario inicial e intermedio, y se encuentran bajo presión por la acelerada expansión urbana, van desapareciendo rápidamente (Quesada, 2007; Quirós, Ossenbach, Ramos, Vaillancourt, & Rodríguez, 2012) Esta zona de vida presenta una precipitación entre 1200 y 2200 mm, como promedio anual, con un periodo efectivo seco de 3,5 a 5 meses, y una bio-temperatura que varía entre los 18 y 26 °C. Se presentan extensas áreas de suelos volcánicos, fértiles donde el bosque original mayormente ha desaparecido, por ejemplo, el Valle Central (Bolaños, Watson, & Tosi, 1999).

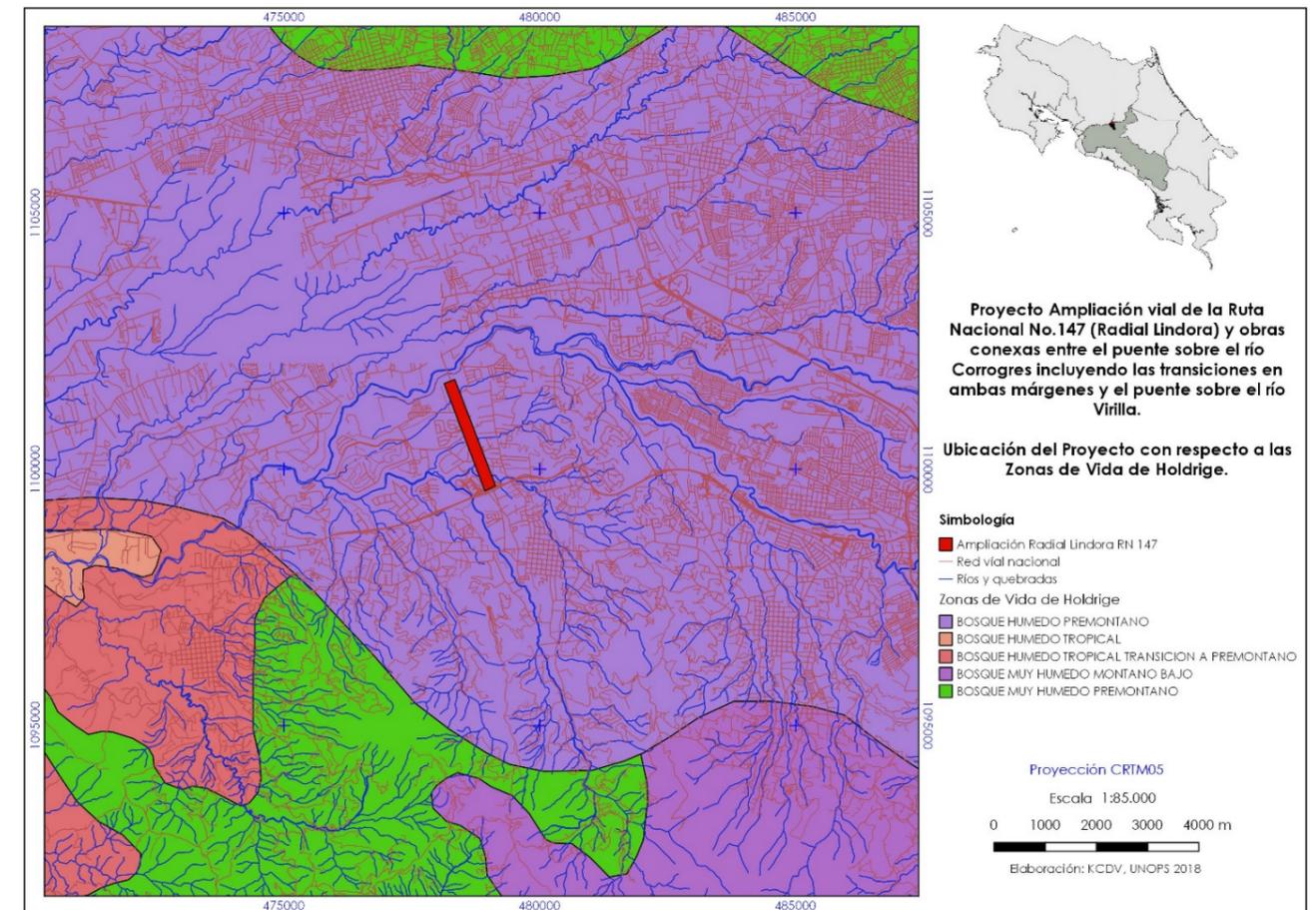


Figura 12. Ubicación del proyecto de acuerdo con las zonas de vida de Holdrige.

### 3.2.2. Áreas protegidas existentes en el entorno del proyecto.

De acuerdo a la división territorial basándose en el Sistema de Áreas de Conservación, el Proyecto se ubica en el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central. En el entorno inmediato y cercano al Proyecto, no existe ninguna área silvestre bajo categoría de manejo y protección, según se muestra en la figura13.

Sin embargo si se localizan las zonas de protección del río Corrogres, quebrada Rodriguez, quebrada sin nombre y quebrada Pilas, áreas catalogadas como ambientalmente frágil de acuerdo con el anexo 3 del Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, Decreto Ejecutivo Nº 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC. No obstante, este anexo señala también que, “...El hecho de que el AP forma parte de un AAF no representa necesariamente la prohibición o impedimento para el desarrollo del proyecto, obra o actividad, salvo que la legislación vigente así lo establezca. En este caso, el conocimiento de esa situación debe hacer que el Desarrollador identifique las limitantes técnicas ambientales y promueva un diseño de su proyecto, obra o actividad de forma tal que puedan superar dichas limitantes técnicas...”.

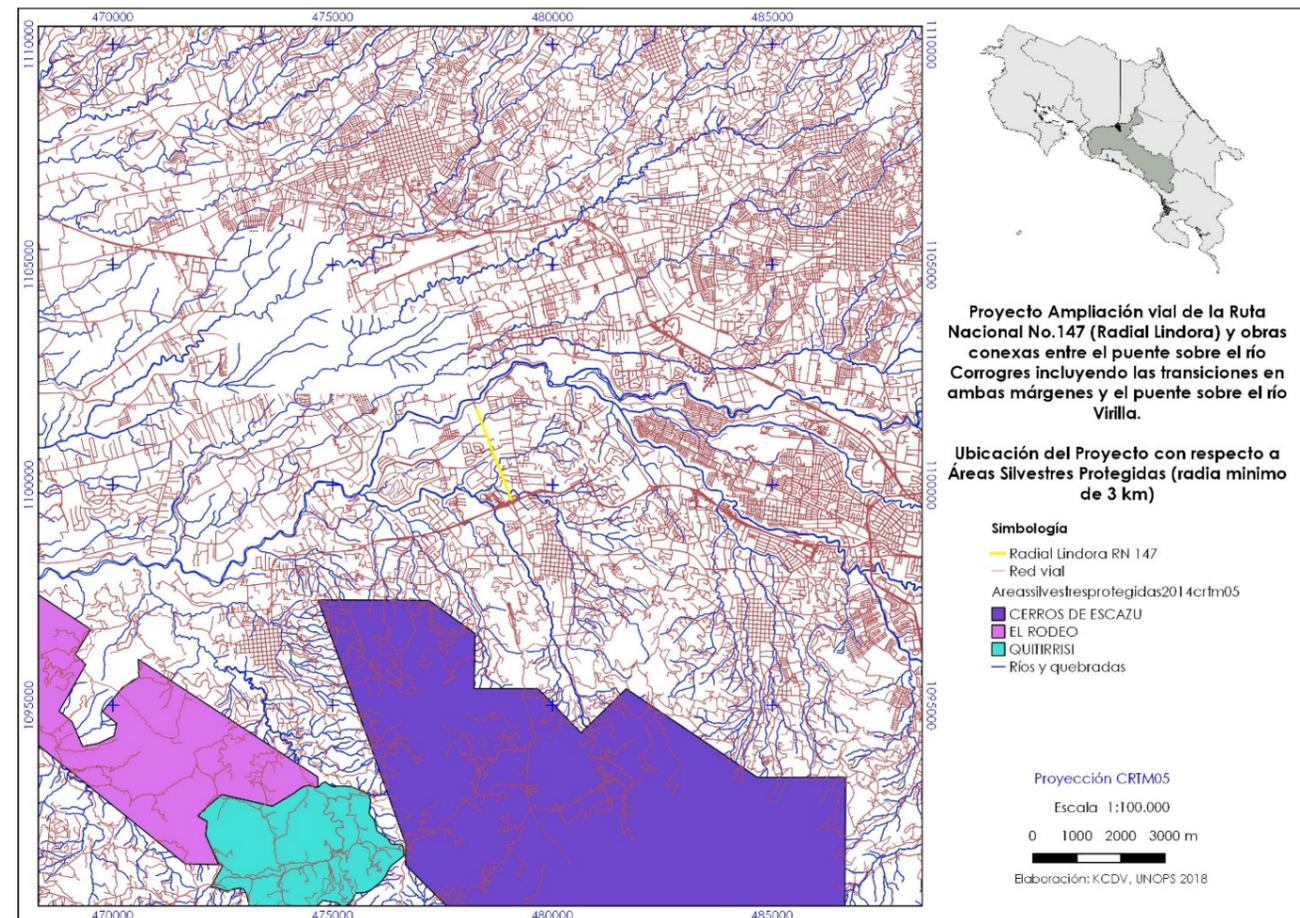


Figura 13. Ubicación del proyecto con respecto a Áreas Silvestres Protegidas.

### 3.2.3. Descripción general del entorno

El entorno inmediato al área de proyecto corresponde a un área urbana con un alto desarrollo principalmente industrial y comercial (figura 2). El entorno contiguo corresponde a un área mixta residencial de alta densidad con comercio e industria. En este entorno urbano esta incrustado las cuatro quebradas que atraviesa la ruta 147, siendo los últimos

relictos de ecosistemas naturales existentes entorno a dicha ruta en el sector a intervenir. Adicionalmente se localiza el río Virilla el cual representa el área natural más cercana al área de proyecto, pero no tendrá interacción con las actividades propias del proyecto.

La Radial Lindora es la ruta principal por donde salen los productos de exportación tanto de Santa Ana como de otras localidades cercanas, debido a que es una ruta directa al aeropuerto Juan Santa María y porque sobre esta vía se localizan gran cantidad de industrias, comercios y centro de oficinas (Municipalidad de Santa Ana).

### 3.2.4. Descripción general de la cobertura vegetal presente.

Como se mencionó anteriormente la cobertura vegetal natural solamente se localiza en las márgenes de las quebradas, reduciéndose una angosta franja delimitada por las colindancias de los comercios, en algunos de los sectores la zona de protección ha sido irrespetada e invadida por los comercios. Además, se encuentran algunos parches de charrales o áreas abiertas con árboles esparcidos localizados en lotes vacíos, los cuales no serán intervenidos por el proyecto.

Adicionalmente se observa la vegetación ornamental tanto ubicada en áreas verdes de la carretera como en áreas verdes del comercio, correspondiendo a especies mayoritariamente ornamentales.

A continuación, se presenta una caracterización de la cobertura vegetal existente en los sectores que serán intervenidos por la ampliación de la carretera.

#### 3.2.4.1. Vegetación del río Corrogres

En río Corrogres presenta una cobertura vegetal conformada principalmente por especies arbóreas (figura 10). En la margen derecha del río, específicamente en el derecho de vía la cobertura corresponde a charral aguas abajo del puente existente, charral conformado por zacate gigante (*Pennisetum purpureum*) el cual es cortado periódicamente, además hay dos palmeras múltiples (*Dypsis lutescens*) aguas arriba del puente ya que dicha áreas se ha integrado al área verde del establecimiento comercial ubicado en este sector. Luego del charral se observan árboles de Inga vera (guaba), *Tecoma stans* (vainillo), *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Mangifera indica* (mango), *Acnistus arborescens* (güitite). En la margen derecha la cobertura es arbórea conformada por especies como *Albizia adinocephala* (gavilancillo), *Tecoma stans* (vainillo), *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Cedrela odorata* (cedro amargo), *Cupania guatemalensis* (huesillo). Entre la vegetación de porte bajo se observa *Solanum wendlandii* (volcán), *Cissus biformifolia*, *Iponea* spp. (churrystate), *Cyperus* sp., entre otras.



Figura 10. Vistas de la cobertura vegetal del río Corrogres.

### 3.2.4.2. Vegetación de la quebrada sin nombre

En el área a intervenir la cobertura vegetación es escasa, conformada por especies de árboles pioneros, tales como *Muntingia calabura* (capulín), *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Albizia adinocephala* (gavilancillo), *Tabebuia rosea* (roble de sabana), *Cupania guatemalensis* (huesillo), *Luehea candida* (guácimo blanco), *Croton draco* (targua). También se observa especies de porte menor las cuales son típicas de áreas degradadas como lo es *Ricinus communis* (higuerilla). También se observan especies exóticas como *Mangifera indica* (mango) y especies exóticas invasoras como *Bambusa vulgaris* (bambú) y *Pennisetum purpureum* (zacate gigante) (figura 11).

### 3.2.4.3. Vegetación de la quebrada Rodriguez

La cobertura vegetal en esta quebrada es prácticamente nula aguas arriba de la carretera, conformándose por un charral compuesto por *Pennisetum purpureum* (zacate gigante), *Musa* sp. (plátano), *Cyperus* sp., mientras que aguas debajo de la carretera la cobertura vegetal tiene mayor representatividad, compuesta igualmente por especies de estadíos sucesionales tempranos, como *Acnistus arborescens* (güitite), *Tecoma stans* (vainillo), *Inga* sp. (guaba), además se observa especies ornamentales ya que las márgenes han sido invadidas por los jardines o parqueos de los comercios

contiguos, por lo que hay *Cyca* sp. (*Cyca*), *Codiaeum variegatum* (croto), *Duranta* sp. (pingo de oro), entre otras especies ornamentales (figura 12).



Figura 14. Vistas de la cobertura vegetal presente en la quebrada sin nombre.



Figura 15. Vistas de la cobertura vegetal presente en la quebrada Rodriguez.

### 3.2.4.4. Vegetación de la quebrada Pilas

La cobertura vegetal de la margen derecha corresponde a un charral con algunos árboles. La especie que predomina es *Pennisetum purpureum* (zacate gigante) y algunos árboles pequeños de *Inga vera* (guaba), *Croton draco* (targua), *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Acnistus arborescens* (güitite), con algunas especies de arbustivas como *Ricinus communis* (higuerilla), *Montanoa hibiscifolia* (tora) esto en la margen derecha de la quebrada (figura 13).

En la margen izquierda la cobertura esta mejor conformada correspondiendo a un crecimiento secundario, donde se pueden observar arboles desarrollados de *Tabebuia rosea* (roble de sabana), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Mangifera indica* (mango), *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Ficus jimenezii* (higuerón), *Bursera simarouba* (indio desnudo), *Albizia adinocephala* (gavilancillo), *Acnistus arborescens* (güitite), *Trichilia havanensis* (uruca), *Anacardium excelsum* (espavel), *Cojoba arborea* (lorito), entre las especies de porte alto también se encuentra *Bambusa vulgaris* ( bambú), las especies

de porte bajo son escasas observándose algunos individuos de *Randia* sp. (crucillo), *Ricinus cumunis* (higuerilla), *Piper peltatum* (anisillo).



Figura 16. Vistas de la cobertura vegetal presente en la quebrada Pilas.

#### 3.2.4.5. Vegetación vial

A orillas de la carretera se encuentran algunos árboles (figura 14), los cuales deberán de ser removidos para la construcción de las marginales. Entre las especies de estas áreas se localizan *Delonix regia* (Malinche), *Terminalia catappa* (Almendro de playa), *Ficus jimenezii* (Higueron), *Albizia adinocephala* (gavilancillo).



Figura 17. Vista de algunos de los árboles existentes en el derecho de vial.

#### 3.2.5. Eliminación de la cobertura vegetal.

Para la ampliación de la vial, así como para la construcción de los nuevos pasos de aguas será necesario la eliminación de vegetación incluyendo especies arbóreas. Los sitios donde se deberá cortar mayor cantidad de árboles, corresponden a donde se construirán los nuevos pasos sobre el río Corrogres y las tres quebradas.

Se estima que se deben cortar aproximadamente 20 árboles, para lo cual se solicitara el permiso de corta correspondiente ante la oficina del SINAC. Adicionalmente se cuenta con el Decreto N° 39662-MINAE-MOPT en el cual se establece la Declaratoria de Conveniencia Nacional para el proyecto de Ampliación de la Ruta Nacional N° 147, sección río Corrogres-ruta nacional No.122.

#### 3.2.6. Caracterización de la fauna terrestre.

Como se mencionó anteriormente el entorno natural fue fuertemente modificado por lo que las especies asociadas a esta escasa cobertura vegetal corresponden a especies generalistas capaces de sobrevivir en habitats alterados con alta presencia antropogénica. Las especies de fauna presentes se pueden centran en dos grandes grupos, las que residen permanentemente en dichos relictos y los utilizan como sitios de paso para trasladarse a otros de mayor tamaño. La diversidad y riqueza de especies en estos sitios es baja, observándose principalmente especies de aves y los sitios donde se registraron fueron en las quebradas y el río Corrogres.

Entre las especies de aves que se observaron están *Quiscalus mexicanus* (zanate), *Turdus grayi* (yigüirro), *Pitangus sulphuratus* (cristo fue), *Thraupis episcopus* (viudita), *Zonotricha cappensis* (come maíz), *Piaya cayana* (cuco ardilla), *Myiozetetes similis* (pecho amarillo), entre otros.

El único mamífero que se observó fue *Sciurus variegatoides* (ardilla), sin embargo en la zona se han observado *Procyon lotor* (mapache) y *Nasua narica* (pizote) por lo que es de esperar su presencia al menos en el río Corrogres.

Durante las observaciones realizadas no se observaron especies de anfibios y solamente se registró un individuo de *Ameiva festiva* en el río Corrogres.

#### 3.2.7. Caracterización de la fauna acuática.

Como se mencionará anteriormente el área donde se desarrollará el proyecto está inmersa dentro de un entorno urbano, por lo que los cuerpos de agua atraviesan áreas residenciales y comerciales, siendo históricamente el receptor de las aguas residuales provenientes de dichas áreas. Por lo que tanto el río Corrogres como las quebradas sin nombre, Rodríguez y Pilas están bajo una fuerte influencia antrópica, donde es evidente la escasa cobertura vegetal de sus márgenes y la contaminación de sus cauces tanto por aguas residuales como por desechos sólidos. La pérdida de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos genera que la diversidad de especies sea baja.

Durante el periodo de observación solamente se registraron dos especies de peces *Poecilla reticulata* y *Astyanax aeneus*, especies típicas de observar en los cauces de ríos y quebradas del Valle Central, especies que toleran o sobreviven en

aguas contaminadas y estancadas. No se detectó ningún otro organismo acuático asociado al medio acuático (figura 15).



**Figura 15.** Individuos de *Poecilla reticulata* en quebrada Rodríguez, y vista del cauce de dicha quebrada.

#### 3.2.8. Especies de flora o/y fauna bajo algún grado o categoría de protección.

De acuerdo con las observaciones de campo realizadas, así como las características del entorno en el cual se desarrollará el proyecto, no se localizaron especies en listadas bajo categorías de protección, por lo contrario, las especies encontradas son típicas de áreas alteradas, crecimientos secundarios iniciales e intermedios, por lo que no se dará afectación a poblaciones de fauna y flora amenazadas o en peligro de extinción.

#### 3.2.9. Conclusiones

De acuerdo a las observaciones realizadas en el área a intervenir por el proyecto, donde se pudo constatar y caracterizar el estado de los remanentes naturales y al del entorno inmediato y adyacente. El área de influencia del proyecto corresponde a un área ya impactada desde hace varias décadas, donde ha ido en crecimiento el área comercial e industrial en detrimento del uso residencial y sobre todo en la erradicación del ecosistema natural previamente existente, del cual solamente quedan algunos remanentes pequeños asociados a los cursos de agua que recorren la zona de intervención.

Estos remanentes presentan una baja diversidad de especies tanto vegetales como de fauna. La cobertura vegetal que se observó asociada al río Corrogres y las quebradas corresponde a crecimientos secundarios dominados por pocas especies, principalmente especies de crecimiento rápido típicamente colonizadoras de áreas alteradas, acompañadas por algunas pocas especies de estadios sucesionales secundarios. En el punto de traslape entre el escaso medio natural y el antrópico se da una mezcla con especies típicamente ornamentales, especies exóticas de crecimiento rápido y varias consideradas como colonizadoras altamente eficientes (invasora) de cualquier hábitat.

En cuanto a la fauna silvestre asociado a esta cobertura vegetal se observan principalmente especies de aves típicas de encontrar en áreas alteradas con alta presencia antrópica. El ecosistema acuático esta evidentemente contaminado

debido al vertido de aguas residuales provenientes de las áreas residenciales y algunas comerciales que aún no cuentan con el adecuado sistema de tratamiento de aguas residuales agravado por la falta del alcantarillado sanitario público que las recolecte y diría hacia un sistema de tratamiento adecuado.

Dadas estas características del entorno el cual ya se encuentra alterado e impactado, así como a la descripción de las obras y las actividades necesarias para la sustitución de en los pasos transversales y en sí la ampliación de la radial de tres a cinco carriles, se determina que la afectación a producir sobre la comunidad biológica existente en el área será puntual y orden temporal, dejando de causar efecto una vez concluida la obra, por lo que, no se considera necesario la realización de un estudio biológico de mayor profundidad o detalle.

Se es de suma importancia para que los efectos sobre el medio natural no se mantengan en el tiempo posteriormente a la conclusión de la obra y se irradian más allá del área de obras se debe de ejecutar las medidas necesarias para prevenir, mitigar y compensar dichas afectaciones.

### 3.3. COMPONENTE SOCIAL

La zona donde se ubica el proyecto presenta una transformación acelerada a zona industrial, comercial y habitacional, tipo residencial de media densidad, resaltan diversos centros comerciales, ofiencentros, estaciones de combustible, industria y condominios residenciales de nivel socioeconómico alto, aunque en la zona de influencia, el nivel socioeconómico familiar es variado, en un rango de medio a alto.

El flujo vehicular en la zona donde se ubica el proyecto es alto, principalmente en la vía a intervenir para la construcción del proyecto, que es la ruta 147.

El centro de población más cercano es Pozos de Santa Ana, en ese sitio se localiza la infraestructura comunal como la iglesia católica, escuela pública, plaza de deportes, servicios de salud, comercio a pequeña escala como pulperías, sodas y otros.

#### 3.3.1. Comercios y servicios

Quedan algunos sectores con extensos terrenos dedicados a la agricultura y ganadería a pequeña escala, principalmente a lo largo de la ruta 147, se localizan centros comerciales, servicios bancarios, gasolineras y residenciales de lujo.

Existe un fraccionamiento de la tierra notorio, ya que, a lo largo de la radial Lindora, quedan pocos terrenos sin uso actual y no se identifica residencias individuales. Los fraccionamientos se han realizado a lo largo del tiempo y recientemente en terrenos de áreas entre 5 y 1 hectárea.

El desarrollo residencial en la zona del proyecto es principalmente tipo condominio horizontal, que presentan una densidad de población media, la mayor densidad se localiza hacia el centro de la comunidad de Pozos de Santa Ana.

#### 3.3.2. Demografía

En la comunidad de Pozos, que es el centro de población cercano, de acuerdo al INEC, en ese distrito la distribución de población entre el centro urbano y rural presenta un índice de 1,4 distribuyéndose en mayor cantidad hacia el centro de la comunidad de Pozos.

El registro de la población por sexo para el distrito Pozos presenta un total de 18.872 personas donde 9.432 son hombres y 9.440 son mujeres. Figura No. 16.

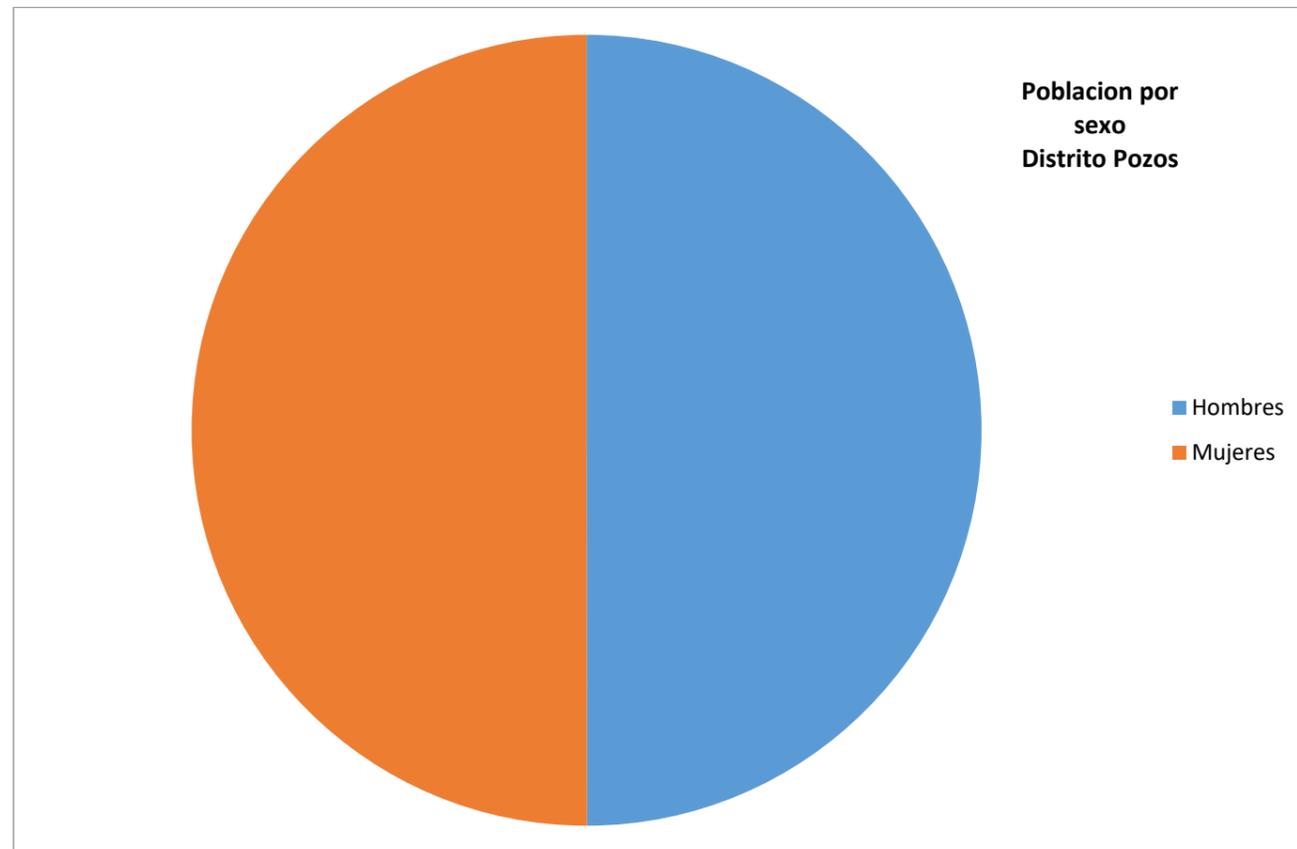


Figura 16. Distribución de población por sexo para el distrito Pozos.

En relación con la población total de Santa Ana (57.378), la comunidad donde se ubica el proyecto corresponde a un 32,9%.

### 3.3.2. Desarrollo económico en la zona de influencia del proyecto

#### 3.3.2.1. Comercio y servicios

Se distingue una variabilidad de comercio local entre servicios y manufactura, donde la mayoría realizan venta al por menor con predominio de actividades de restaurantes, alimentos, bebidas, servicios (estaciones de combustible, talleres), tiendas de ropa y otros, reparación y venta de automóviles, maquinaria pesada y agrícola y oficinas.

De los establecimientos comerciales, los de alimentos, bienes de consumo y servicios de transporte son los que representan la mayor cantidad.

La tendencia comercial de proveedor de materia prima, genera el incremento de intercambios desiguales, por los altos valores de los productos importados en la zona donde se localiza el proyecto.

#### 3.3.3.2. Escolaridad

Los datos de escolaridad para la zona se registran para el Cantón de Santa Ana, donde se tiene que existe un 37,9% en educación superior, un 15,3 % en educación secundaria completa, 16,4% en educación secundaria incompleta, 19,1% en educación primaria completa, 9,2% en educación primaria incompleta y un 2% sin ninguna escolaridad. Para un total de analfabetismo mayor a un 98% al último censo realizado.

Estas cifras muestran alta escolaridad a nivel universitario o parauniversitario que permite un desempeño en la fuerza de trabajo especializada para el país.

#### 3.3.2.3. Características económicas

La población económicamente activa ronda más del 50% de la población del cantón de Santa Ana para el segmento de la población mayor a 12 años que para el distrito de pozos es mayor al 75%, que a nivel de cantón sería aproximadamente un 26% de la población total.

#### 3.3.3.3 Servicios básicos disponibles

En la zona donde se ubica el proyecto, en su área de influencia directa existen servicios básicos disponibles como: telefonía, agua potable, electricidad, alumbrado público, recolección de basura, recolección de agua pluviales, internet, entre otros.

La electricidad y telefonía la suministra el ICE y la CNFL, el agua potable es suministrada por el AYA y la telefonía por diversas operadoras de este servicio.

Los servicios municipales en materia de recolección de aguas pluviales existen en la mayor parte del área de influencia, sin embargo, existen mejoras a realizar en algunos sectores. La recolección de basura también es un servicio municipal que se realiza varias veces al día y se ha instaurado la recolección de desechos separados para permitir el reciclaje y disminuir el volumen de recolección de basura de no uso. No existe por el momento servicio de alcantarillado sanitario en la zona por lo que la mayoría de los desarrollos tanto comerciales, industriales como residenciales cuentan con sus sistemas de tratamiento de forma individual.

En educación, a nivel de preescolar y primario existe el servicio en la escuela de la localidad, el secundario a nivel cantonal a nivel público, existen varios tipos privados en la zona de influencia.

Los servicios de salud como el EBAIS se localizan en la comunidad de Pozos y la clínica del centro de Santa Ana.

### 3.3.4. Impactos potenciales esperados desde el punto de vista social por el desarrollo del proyecto

Por la diversidad de uso del suelo en el área de influencia directa del proyecto, tomando en cuenta el nivel socioeconómico de visitación al comercio y en la zona residencial inmediata a la ruta 147, radial Lindora, aunado al alto tránsito vehicular que circula no solo en horas pico y entre semana, sino casi de forma permanente en este sector que será intervenido para la construcción del proyecto, se recomienda generar de forma detallada y con base en el estudio de impacto vial del proyecto, un plan de manejo del tránsito y accesos a comercios y servicios de la zona de forma tal que el impacto que pueda generar el cierre parcial o total en algunos momentos no solo en la ruta principal sino también a los accesos a ellos sea el menor posible, manteniendo un control y comunicación eficaz y oportuna con las personas,

grupos, empresas, vecinos y otros visitantes potenciales para que no se genere un problema en el desarrollo de la fase constructiva del proyecto.

#### 4. IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo con el diseño del proyecto, a las actividades necesarias para su ejecución y las características del entorno donde se desarrollará el mismo, el proyecto contempla una serie de actividades que generaran impacto sobre el medio natural y social del entorno.

A continuación, se presentan las actividades más importantes y los impactos que afectaran los factores socioambientales del área. Posteriormente se presentará el cuadro de medidas ambientales propuestas para prevenir, minimizar y compensar dichos impactos.

La mayor interacción de este proyecto con el medio natural se dará a nivel de los cuatro pasos transversales de agua, sitios donde se debe demoler las estructuras existentes y construir las nuevas que darán cabida a los 5 carriles que comprenden la ampliación.

Mientras que la mayor interacción social se dará durante la construcción de los carriles ya que estas actividades se realizan inmersas en un área urbana donde se mantendrá circulando tránsito acostumbrado, así como el tránsito de personas que laboran en las diferentes empresas y comercios existentes en el entorno. Debe desarrollarse un plan de comunicación efectiva y oportuna con los propietarios, comercios, vecinos y usuarios a los servicios que se prestan en el área de influencia directa para no generar afectaciones sociales y económicas.

Entre las actividades a realizar esta la eliminación de la cobertura vegetal o desmonte; donde se deberán eliminar árboles principalmente en las zonas de protección de los cuatro pasos de agua a intervenir, pero también aquellos existente en áreas verdes dentro del derecho vía a establecer. Esto genera afectación sobre la cobertura vegetal de la zona, disminuyendo el área cubierta con vegetación. Además, lo anterior sumado al movimiento del personal, vibración y ruido producto de la operación de la maquinaria, es de esperar que la avifauna, se desplace o desaparezca temporalmente; especies que una vez concluya la intervención volverán a dichos sitios ya que las mismas están adaptadas al ruido propio de la carretera y el comercio del área.

Otra actividad impactante es el movimiento de tierra lo que podría generar caída por rodamiento de material de excavación a los cauces, arrastre de sedimentos por escorrentía y/o barro que puede afectar al sistema de alcantarillado pluvial, así como a los cuerpos de agua, el ecosistema acuático no. Barro y polvo que afectaría a los ciudadanos que transitan la vía, así como a los diferentes comercios existentes. Adicionalmente el polvo puede afectar a la vegetación y fauna aledaña. La permanencia y el tránsito de maquinaria requerida para la excavación y traslado de material de excavación impactarían la circulación vial diaria en el área. El acarreo del material adicionalmente afecta las vías por donde tenga que transitar para llevar al sitio de disposición final

La demolición y excavación dentro del derecho de vía será un generador de ruido, polvo, además de generar afectación en la circulación vial por el tránsito de la maquinaria para el acarreo de material extraído. También afectaría a los servicios públicos como alcantarillados pluviales, sanitarios, servicios eléctricos y otros, además al comercio, empresas

y residencias por interrupción temporal de sus accesos, así como afectación al transporte de pasajeros masivo y a peatones que transitan por el área.

La demolición de las estructuras del puente y alcantarillas existentes puede generar impactos sobre el cauce del río Corrogres y las quebradas sin nombre, Rodríguez y Pilas. A demás esta actividad generaría ruido, polvo afectando la calidad del aire y a los ciudadanos localizados en sitios cercanos a dichos pasos de agua e interrumpiendo temporalmente la circulación por dichos puntos.

Construcción de la estructura de puente sobre el río Corrogres y las alcantarillas sobre las tres quebradas en cuanto al uso de concreto, equipo y maquinaria con potencial de derrame de aceite y combustible en la zona de los cauces, escombros, desechos, etc.

5. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES

De acuerdo con las observaciones y análisis realizados en cada uno de los componentes ambientales tanto físicos, biológicos y sociales del entorno donde estará inmerso el proyecto, así como al análisis de los posibles impactos que produciría la construcción de la obra sobre el entorno, se plantea las siguientes acciones o medidas que se deberán de implementar previa, durante y al finalizar la construcción para prevenir, mitigar y compensar cualquier alteración en el medio social y ambiental.

Factor ambiental afectado	Acción impactante	Medidas a implementar
Vegetación y Fauna silvestre	Desmante, tala, remoción y eliminación de toda la vegetación	<p>Previa a la eliminación de vegetación arbórea se contará con los respectivos permisos de corta, según lo establecido en la Ley Forestal y su Reglamento.</p> <p>Se ejecutará el Protocolo de rescate de fauna antes durante y posterior a la eliminación de vegetación, incluso durante la construcción de las estructuras.</p> <p>Para el rescate y liberación de fauna se deberán de seguir los protocolos establecidos y contar con el profesional o profesionales capacitados para realizar dicha labor</p> <p>Está prohibido la extracción de fauna y flora con fines distinto a los del rescate.</p> <p>Instruir al personal que labora en el proyecto sobre las prohibiciones legales en cuanto a la cacería, extracción, corta no autorizada, comercialización de flora y fauna, así como, muerte de las especies presentes en la zona.</p> <p>Se eliminará solamente la vegetación que sea estrictamente necesaria, es decir que interfiera con la construcción de las obras y a la cual se le ha tramitado el correspondiente permiso.</p> <p>La eliminación de la vegetación principalmente en las áreas a orillas de ríos, deberá ser tal y cual se establezca en el protocolo de rescate de fauna, además se deberá coordinar adecuadamente con gestión ambiental con el fin de que se realice el rescate y reubicación de la fauna que se pueda encontrar en el lugar durante dicho proceso.</p> <p>Durante la corta se debe evitar la afectación a vegetación adyacente y a estructuras o servicios.</p> <p>No se podrá depositar, acopiar o amontonar desechos vegetales dentro de los cauces, de caer material producto de la corta este debe ser inmediatamente retirado.</p> <p>Los trozos pequeños y delgados pueden triturarse para facilitar su posterior traslado. Se sugiere que dichos residuos tratados sean entregados a terceros (no comerciales) para compostaje. De lo contrario estos residuos y cualquier otro desecho de la corta deberán disponerse en un sitio autorizado para su recepción.</p> <p>De haber especies con valor comercial deberán disponerse de acuerdo a lo que indiquen los documentos relacionados con el permiso de corta y/o la ley forestal.</p> <p>La quema no será un medio de disposición final válido.</p> <p>Los árboles que queden dentro de la zona de construcción deben ser protegidos para evitar que sean dañados o mutilados por maquinaria o por el personal que labora en el proyecto.</p> <p>Se deben colocar anillos con cinta amarilla. Es importante que todas las personas involucradas entiendan que estos árboles son zonas protegidas y no áreas para apilar materiales, colgar maletines o recostar instrumentos de trabajo.</p> <p>Se deberá compensar la eliminación de la cobertura vegetal en las márgenes del río y las quebradas, por lo que se plantaran como mínimo 100 árboles de especies nativas y de la zona, en el área de influencia del proyecto, procurando ubicarlos en zonas de protección, para lo cual se debe contar con un plan de compensación vegetal.</p>
Suelo, recurso hídrico, vegetación, usuarios de la vía.	<p>Movimiento de tierra.</p> <p>Excavación para formación de taludes.</p> <p>Excavación para la fundación de bastiones.</p> <p>Excavación de los carriles nuevos.</p>	<p>Para la construcción de terraplenes y formación de taludes solamente se utilizará el área estrictamente necesaria de acuerdo a lo establecido en el método constructivo y el área de proyecto.</p> <p>Se debe demarcar y señalizar adecuadamente el área de trabajo e implementar lo establecido en el plan de manejo vial.</p> <p>Se debe evitar que ruede o deslice material de excavación hacia el tramo de calzada en uso.</p> <p>No se podrá arrojar ni colocar material en la zona de excavación o de corte al río, quebradas y su zona de protección u otra área no acondicionada para tal fin.</p> <p>Por lo anterior se deberá colocar barreras físicas para evitar la caída y arrastre de material al cauce.</p>

Factor ambiental afectado	Acción impactante	Medidas a implementar
		<p>Durante la excavación para la construcción de las fundaciones y pilotes se debe evitar la caída de materiales al cauce, se debe colocar barrera física como retención. Se debe hacer la excavación durante la época seca.</p> <p>Deberá tenerse especial cuidado en evitar daños a cualquier estructura cercana a la obra.</p> <p>Se evaluará y registrará en detalle el estado actual del entorno, considerando viviendas, vías de comunicación, andenes, fachadas, especies vegetales, realizando registros correspondientes, a través de actas, fotografías, videos, etcétera.</p> <p>Debe garantizarse la inexistencia de fugas de aceite o combustible de la maquinaria que está realizando los trabajos cerca o dentro del cauce. Cualquier maquinaria con fugas deberá ser retirada inmediatamente del sitio.</p> <p>No realizar labores de reparación ni mantenimiento de la maquinaria en el AP (área de proyecto).</p> <p>No se podrá cargar combustibles ni aceites cerca del cauce del río y quebradas.</p> <p>Contar con un plan de contingencia y los respectivos kits antiderrames de sustancias peligrosas. Los kits deben ubicarse en cada frente de obras y ser útiles sobre superficies duras o dentro del agua y ser capaces de contener combustibles y aceites.</p> <p>Deben contener como mínimo arena, recipientes y pala para recolectar, así como una sustancia biodegradable para degradar hidrocarburos (Microcat Remediat o similar).</p> <p>En caso de derrames aplicar el plan de contingencia correspondiente para contenerlo lo más pronto posible.</p> <p>Contar con el personal capacitado para enfrentar un posible derrame de sustancias peligrosas.</p> <p>Se debe mantener la calzada limpia de material suelto, barro, piedras y cualquier otro residuo producto de la excavación.</p> <p>Se debe mitigar al máximo la generación de polvo producto de la excavación. Se debe aplicar agua cuanto sea necesario sin generar barro y se debe dejar tapado el material acopiado temporalmente.</p> <p>Se debe evitar el arrastre o caída de material de excavación en el alcantarillado pluvial.</p> <p>Los sitios de acopio temporal deberán estar en derecho de vía, de ubicarse en propiedad privada se deberá contar con los permisos respectivos.</p> <p>Las áreas de acopio temporal de material removido, deberán quedar suficientemente alejadas de fuentes de agua y su zona de protección, de igual forma no se deberá colocar en sitios donde vayan a estar bajo la influencia de algún curso de agua sea este natural o artificial.</p> <p>El retiro de los materiales sobrantes deberá realizarse en forma coordinada con el avance de las excavaciones, a fin de reducir el arrastre de materiales, ya sea por polvo o por barro.</p> <p>Debe protegerse con plástico o lonas impermeables de la acción erosiva del agua y el viento.</p> <p>El acopio temporal no debe interferir con el tránsito peatonal y/o vehicular.</p> <p>El material que se remueva debe ser llevado a sitios de acopio autorizado o ser reutilizado en otros sitios dentro del área de influencia del proyecto que así se requieran previa autorización y coordinación.</p> <p>Regular la velocidad de las vagonetas en las áreas de trabajo y exigir que circulen con la góndola tapada con lona cuando trasladan material de excavación o materiales para la construcción.</p>
<p>Suelo, Cauces, usuarios de la ruta, infraestructura existente.</p>	<p>Colocación de sub-base. Colocación de capa asfáltica</p>	<p>Los sobrantes de materiales a utilizar en esta etapa del proyecto, no podrán acopiarse o desecharse en el sitio, los mismos deben ser retirados y llevados a un sitio adecuado para su disposición final. Se debe solicitar la certificación respectiva a dicha empresa.</p> <p>Por ningún motivo se puede desechar residuos líquidos, sólidos o semisólidos, concentrados o diluidos producto de la colocación de subbase y capa asfáltica en cunetas, alcantarillas, áreas verdes, suelos que no correspondan a la calzada, ni en cuerpos de agua.</p>

Factor ambiental afectado	Acción impactante	Medidas a implementar
		<p>Los desechos peligrosos deben ser recolectados en recipientes adecuados y almacenados temporalmente en sitios con las condiciones idóneas. Posteriormente ser llevados a recolector autorizado para la disposición final de los mismos. Se debe solicitar la certificación respectiva a dicha empresa.</p> <p>Contar en el sitio donde se está asfaltando con materiales para la atención de derrames como mantas hidrofóbicas o barreras absorbentes.</p> <p>Revisión y mantenimiento periódico de la maquinaria para prevenir goteo y derrame de productos.</p>
	<b>Demolición de estructuras existentes</b>	<p>Los desechos de demolición de las estructuras existentes, no pueden quedar dentro de los cauces, no pueden acopiarse en la zona de protección y en áreas verdes o zonas públicas. Dichos desechos se deberán de acopiar en los sitios destinados y acondicionados para tal fin.</p> <p>Los sitios de acopio temporal de los desechos de demolición no podrán en ningún momento obstaculizar el paso peatonal, parada de autobuses, entrada a locales comerciales o residencias, ni ubicarse intersecciones ni invadir la calzada en uso.</p> <p>Los sitios de acopio temporal de desechos deben ubicarse cerca de los frentes de obras para que las vagonetas que los trasladen circulen el menor trayecto posible por la ruta.</p> <p>Los desechos de demolición deben ser llevados a un sitio autorizado para su recepción final, al cual se le deberá pedir certificación de funcionamiento correspondiente.</p> <p>Si los desechos acopiados temporalmente contienen finos que puedan ser levantados por el viento, se debe de cubrir el acopio para evitar la generación de polvo.</p> <p>Los sitios de acopio deben de manejo de aguas con trampas de sedimentos para evitar lo más posible el arrastre de partículas finas y pequeñas hacia el sistema de alcantarillado.</p> <p>Los sitios utilizados como acopio temporal, se deben de retirar todos los desechos al momento de desocuparlos.</p>
	<b>Construcción de las nuevas estructuras</b>	<p>No se puede lavar maquinaria, chompipas, herramientas dentro del cauce del río y quebradas.</p> <p>La zona de lavado de canaleta de chompipas y lavado de herramientas y equipos, debe de estar alejada del río y quebradas y sus zonas de protección, dicho sitio debe tener fosas para la contención de residuos.</p> <p>Las fosas de residuos de concreto deben de estar impermeabilizada con un textil. Los residuos deben ser llevados posteriormente a un sitio autorizado para su disposición final. Se debe solicitar el permiso ambiental a dicha empresa receptora.</p> <p>Colocar colectores para aceites en áreas de lavado de herramientas y maquinar.</p> <p>Cuando se realicen actividades dentro del cauce se debe evitar la caída de materiales y residuos sólidos y/o líquidos al cauce. Para tal fin se debe de colocar barreras en el lecho del río o quebrada para retener cualquier residuo solido o líquido que pueda caer.</p> <p>Se deberá realizar limpieza del área de trabajo al terminar la jornada.</p> <p>No se podrá arrojar residuos de construcción como concreto, formaleta, varillas, etc., dentro del cauce del río y las quebradas ni sus zonas de protección.</p> <p>De ser posible los desechos de formaleta u otros de madera no se pueden desechar como residuos, en primera instancia se deben reutilizar en el mismo u otro proyecto, o buscar quien los reciba para su reutilización.</p> <p>Queda terminantemente prohibida la utilización de aguas superficiales, salvo que se cuente con la respectiva concesión o permiso para aprovechamiento de este recurso.</p> <p>En caso de aprovechamiento de fuentes de agua, contar previamente con el permiso de la autoridad competente.</p> <p>No se debe de acopiar escombros, tierra o materiales entorno a los árboles y otra vegetación.</p> <p>No se deben de clavar letreros, tablas u otros en los troncos de los árboles.</p> <p>De usar agua del suministro local se deberá contar con los permisos correspondientes.</p> <p>Dicho permiso y captación de agua potable deberá ser utilizada únicamente en el área de proyecto y actividades del proyecto. Para lo cual deberá de llevarse un registro.</p>

Factor ambiental afectado	Acción impactante	Medidas a implementar
		<p>Una vez concluida la obra se deberá de cancelar dicho permiso e informar a las partes.</p> <p>Áreas que se utilicen temporalmente como accesos, áreas de acopio de materiales deberán de quedar libres de residuos materiales y de superficies impermeables si no existían previamente.</p>
<p>Suelo y recurso hídrico Generación de desechos ordinarios / contaminación de suelo y fuentes de agua. Generación de malos olores</p>	<p>Proceso constructivo</p>	<p>Se implementarán Plan de Manejo de Residuos para el manejo de desechos sólidos y líquidos.</p> <p>El manejo de residuos se debe realizar en los diferentes frentes de obras, áreas de acopio, bodegas y áreas comunes, etc.</p> <p>Los residuos sólidos ordinarios que genere el personal en las instalaciones temporales y en los frentes de trabajo, deberán ser recolectados en el punto de generación, para lo cual se deberá contar con recipientes debidamente rotulados y tapados.</p> <p>Recipientes para desechos orgánicos no deben dejar salir lixiviados al medio.</p> <p>Los residuos ordinarios, reciclables y reutilizables deberán disponerse finalmente en sitios autorizados y certificados para tal fin.</p> <p>Se deberá mantener personal encargado del manejo de residuos sólidos y proporcionar apoyo logístico a la implementación de estas obligaciones durante la construcción.</p> <p>Se debe impartir charlas al personal para la capacitación y reforzamiento para la correcta disposición de los residuos producidos.</p> <p>Usar cabinas sanitarias para el manejo de las aguas residuales, se deberá de mantener cabinas sanitarias en cada frente de trabajo.</p> <p>Las cabinas deben contar con los implementos necesarios de limpieza personal.</p> <p>En la medida de lo posible utilizar jabones y desinfectantes (productos de limpieza tanto personal como general) biodegradables.</p> <p>No se permitirá desaguar aguas jabonosas al medio sin previo tratamiento.</p> <p>Colocar trampas de grasas en desagües de pilas.</p> <p>Se les debe dar mantenimiento periódico para evitar malos olores.</p> <p>La empresa que brinde el servicio debe contar con los permisos correspondientes y certificar el adecuado manejo de las aguas.</p>
<p>Almacenamiento de sustancias peligrosas /Generación de residuos especiales</p>	<p>Proceso constructivo</p>	<p>De mantener en el sitio de obras sustancias como hidrocarburos, aditivos, pinturas, solventes y cualquier otro considerado como peligroso, deberá mantenerse en una bodega cuyo piso estará impermeabilizado, ventilado y protegido de las inclemencias del tiempo.</p> <p>Colocar los tanques de almacenamiento aceites o productos químicos en general en un área impermeabilizada, con un sistema de doble contención, con capacidad suficiente para contener un eventual derrame en el sitio. El sitio de almacenamiento deberá ser de acceso restringido y permanecer cerrado.</p> <p>Mantener las boletas informativas de los productos y residuos almacenados.</p> <p>El acceso a dicha bodega será restringido y se deberá mantener las boletas informativas de los productos almacenados.</p> <p>Deberá realizar y ejecutar un plan de manejo de desechos especiales y peligrosos.</p> <p>Se deberá realizar y ejecutar un plan de contingencia.</p> <p>Deberá disponerse de contenedores separados para la recolección de residuos especiales; en el caso de que se produzcan.</p> <p>Deberá capacitarse al personal para el reconocimiento y separación correcta de desechos especiales.</p> <p>Se deberá utilizar medios de disposición finales aprobados y certificados para tal tipo de desechos, salvo excepciones autorizadas por las entidades competentes.</p> <p>Recolección, tratamiento y disposición adecuada de los sedimentos recolectados en trampas de áreas de lavado de herramientas y maquinaria, así como de las trampas de grasas.</p>

Factor ambiental afectado	Acción impactante	Medidas a implementar
		<p>No se podrá almacenar ni mantener grandes cantidades de hidrocarburos en el sitio de proyecto.</p> <p>Mantener una mínima cantidad de combustibles en sitio (consumo de un día), el cual se deberá de tener en una tanqueta móvil, esto ya que en las cercanías existen estaciones de servicio donde se surtirá dicha tanqueta móvil la cual abastecerá a la maquinaria en sitio cada vez que sea necesario.</p> <p>La tanqueta contará con los dispositivos para dispensar el combustible de forma que se eviten derrames o goteos en el sitio, además se colocará bajo el sitio donde se realizará el proceso, un recipiente tipo bandeja con arena, con el fin de en caso de algún goteo éste sea recogido mediante este sistema para posteriormente disponer el material que se impregne de combustible de forma adecuada.</p> <p>En caso de contingencias por derrames de poca magnitud o goteos, cada máquina (excavadora, tractor, etc.) contará con un Kit anti derrames que deberá contener como mínimo lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Felpas absorbentes para recolección de hidrocarburos.</li> <li>• Almohadillas absorbentes para recolección de hidrocarburos.</li> <li>• Bolsas plásticas para recolección de material impregnado con hidrocarburos.</li> <li>• Pala.</li> </ul> <p>Material para recolección de hidrocarburos (musgo especial que se utiliza para ello o alguno afín).</p> <p>Cedazo para recolección del material en caso de que se encuentre en algún almacenamiento de agua (charco o zanja con agua).</p> <p>Los lubricantes usados que se generen por el mantenimiento en la maquinaria deberán ser almacenados temporalmente en estañones con tapa para su posterior traslado al sitio de acopio.</p> <p>Señalizar los sitios de almacenamiento, indicando los cuidados que deberán tenerse en sus alrededores (p.ej. restricciones para el fumado).</p>
<p>Salud y seguridad de los trabajadores.</p>	<p>Proceso constructivo</p>	<p>La contratista y subcontratistas deberán contar con una Póliza de Riesgos del Trabajo, vigente y con cobertura para las tareas, labores o trabajos a realizar; además, deberán presentar constancia de que todos los trabajadores se encuentran asegurados o copia de la inclusión provisional del trabajador, de conformidad con lo establecido en el Código de Trabajo sobre la protección de los trabajadores.</p> <p>Se deberá contar con un plan de salud ocupacional y atención de emergencias acorde con las diferentes actividades del proyecto. Protocolos de atención para cada caso específico y ejecutar simulacros periódicos por ejemplo en evacuación por sismo, accidentes laborales, contar con cuadrillas o brigadas de rescate y emergencia, además del equipo completo de atención y botiquín básico en el sitio, en este sentido, contar en todos los frentes de trabajo: botiquín, camilla, férulas, entre otros, de conformidad a lo señalado por el encargado de SYSO del Contratista.</p> <p>Tener el personal capacitado para proveer de primeros auxilios en caso de una emergencia leve.</p> <p>Tener al menos una unidad móvil de desplazamiento rápido.</p> <p>Tener mapeado el sitio de atención más cercano dependiendo del tipo de accidente y la gravedad de la lesión.</p> <p>Exigir al personal el uso de equipo de protección personal acorde a los riesgos de su puesto.</p> <p>Asegurar que todos los empleados y visitantes en la construcción utilicen el equipo de protección personal básico (ejemplo: chaleco, zapatos y casco), se debe aportar el equipo mínimo para cada caso.</p> <p>Identificar y señalar las zonas de riesgo tales como zanjas y huecos, mediante cintas alusivas. Debe existir suficiente rotulación en todo el proyecto que identifique las zonas especiales, de riesgo y otras, mediante rótulos metálicos de tamaño adecuado según la norma y a los que se les debe dar el mantenimiento periódico para que permanezcan en buen estado.</p> <p>Los trabajos peligrosos y el manejo de maquinaria lo deben de realizar personal capacitado para tal fin.</p> <p>Controlar que el personal de la obra expuesto a ruidos altos respecto al parámetro establecido, cuenten con dispositivos de protección personal.</p>

Factor ambiental afectado	Acción impactante	Medidas a implementar
		<p>Mantener agua potable e hidratantes para abastecer a los trabajadores.</p> <p>Mantener área para protección en caso de lluvia y descanso a los trabajadores. Los sitios de protección y descanso (área de alimentación) deben contar con condiciones adecuadas (mesas y sillas). Además, debe de proveerse de sitios para guardar ropa, maletines, etc., mientras se está elaborando.</p> <p>Las áreas de descanso no deben utilizarse para almacenar maquinaria, equipos ni materiales.</p> <p>Charlas de inducción a todo el personal, charlas diarias en seguridad y ambiente al personal. Contar con charlas de seguridad para visitantes.</p> <p>Tener en lugares visibles los números de atención de emergencias y definir la persona que da la alerta.</p> <p>Colocar suficientes cabinas sanitarias para satisfacer las demandas de los obreros, acorde con la regulación vigente, una por cada 20 (veinte) operarios.</p> <p>Se deberá de dotar de zonas de limpieza junto a las cabinas sanitarias, abastecidas con agua potable, jabón y toallas para secado.</p>
Afectación a la seguridad vial	Proceso constructivo	<p>Contar con un plan de manejo de tránsito elaborado y aprobado por la autoridad correspondiente.</p> <p>Se deberá cumplir con lo establecido en el "Manual de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA)", sobre los dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías.</p> <p>En lo posible, realizar el trasiego de materiales fuera de las horas pico.</p> <p>Durante el transporte de materiales circular con la góndola cubierta, a fin de evitar la caída de materiales en las calles.</p> <p>Cumplir los límites de velocidad establecidos por las regulaciones vigentes.</p> <p>Limpiar las llantas de las vagonetas antes de que éstas abandonen el AP.</p> <p>Como parte del Plan de Buenas Prácticas Ambientales el constructor deberá exponer las políticas sobre prevención de accidentes viales durante el proceso constructivo, considerando CR-2010-104.03; 104.05:</p> <p>Señalización vial informando sobre la ejecución de las obras constructivas, en el inicio de cada frente de trabajo.</p> <p>Contar con personal capacitado, vestido con chalecos reflectantes y con sistemas de comunicación, para direccionar el tráfico.</p> <p>Durante la noche dejar luces reflectivas de alerta en cada frente de obra ubicados aledaños a carreteras y caminos, para que los conductores se percaten de que estarán ingresando al sector de construcción y reduzcan la velocidad.</p> <p>Se deberá evitar el paso de peatones ajenos al proyecto por los sitios de obra. Aislar los frentes de obras de pasos peatonales.</p>
/Control y prevención del ruido.	Proceso constructivo	<p>Definir horarios de trabajo que no alteren la tranquilidad pública, lo cual se aplicará para la jornada laboral del personal constructivo y para los momentos de carga y descarga de material constructivo y desechos.</p> <p>Realizar un monitoreo de los niveles de ruido a lo largo de las actividades constructivas, con el fin de identificar la necesidad de tomar medidas correctivas para evitar afectación.</p>
Afectación a servicio público.	Movimiento de tierra, demolición de estructuras y trazado de carriles	<p>Se deberán proteger las líneas de servicio público como sistemas de alcantarillado (tubería) y líneas de transmisión eléctrica aéreo y subterráneo, fibra óptica y otros, para prevenir eventuales daños y repararlos en forma inmediata si llegaran a darse.</p> <p>Coordinar con la entidad de competencia, en caso de reubicación de tubería o postera existente dentro del área del proyecto.</p> <p>Se deberá restituir la infraestructura existente (si es modificada) a su condición actual, o a una más favorable, durante la ejecución del proyecto.</p>
Hallazgos arqueológicos.	Movimiento de tierra, demolición de estructuras y trazado de carriles	<p>En materia de hallazgos arqueológicos, deberá atender a lo indicado en las regulaciones nacionales, las cuales indican que si en el transcurso de los trabajos se detectan restos arqueológicos, deberán suspenderse las labores en el área, dando parte al Museo Nacional de Costa Rica y/o al arqueólogo responsable del proyecto, acatando las recomendaciones que esta entidad o el profesional en la materia, detallen.</p>

Factor ambiental afectado	Acción impactante	Medidas a implementar
Construcción de la Ora/ cambio de costumbres comunales por presencia de trabajadores.	Proceso constructivo	Como parte del Plan de Buenas Prácticas Ambientales, la empresa constructora deberá incluir un capítulo de buenas costumbres, que será de acatamiento obligatorio, el cual incluya: Normas de convivencia en el área de proyecto. Normas de convivencia con las comunidades cercanas a los frentes de trabajo. Sanciones en caso de incumplimiento El constructor debe contar con una persona encargada de atender los conflictos laborales y darles una solución.
Medidas para potenciar los beneficios por generación de empleo.	Proceso constructivo	Se mantendrá la política de priorizar la búsqueda de habitantes locales como empleados, de forma que se ayude a la economía local y se logre un mayor apoyo comunitario al proyecto. Se recomienda que el constructor coordine con las Alcaldías Municipales para el establecimiento de Bolsas de Empleo, que le faciliten ese proceso.
	Conclusión del Proceso constructivo	Esto se aplica para aquellas actividades y obras complementarias cuyo periodo de utilidad se limita a la construcción de la obra y que dejan de ser funcionales una vez construido el proyecto.  Estas obras complementarias corresponden a los campamentos, parqueo de maquinaria y vehículos, bodegas, cabinas sanitarias, patio de materiales y los accesos al sitio de construcción. Estas áreas serán limpiadas, desmantelando y retirando la infraestructura, se retirará además la capa impermeable que se haya colocado sobre el suelo.
Socioambiental	Proceso constructivo	Se deberá elaborar un plan de comunicación en coordinación con UNOPS para que el proceso constructivo del proyecto genere la menor afectación e impactos potenciales posibles en los usuarios de los servicios, comercio y vecinos del área de influencia directa.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARREDONDO, S., 1994: Aguas subterráneas y manantiales. - En: DENYER, P. (ed.): Atlas Geológico de la Gran Área Metropolitana, Costa Rica.- 275 págs. Ed. Tecnológica de Costa Rica, Cartago.
- Bolaños, R., Watson, V., & Tosi, J. (1999). Mapa Ecológico de Costa Rica. Zonas de Vida. Centro Científico Tropical.
- Bussing, A. (1988). Peces de las Aguas Continentales de Costa Rica. Editorial UCR.
- CNE, 2000: Mapa de amenazas naturales potenciales, Hoja Abra y Barva. 1 hoja, 1:50 000.
- CROSBY, I. B., 1940: geology of the Virilla Canyon, Meseta Central Occidental, Costa Rica. -Proc. 8th Amer. Scientific Congr. 4: 483-494.
- CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. R., 1983: Hidrología Subterránea. 1161págs. -Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. Tomo I.
- DENYER, P. & ARIAS, O., 1991: Mapa geológico hoja Abra. - Escuela Centroamericana de Geología, Instituto Geográfico Nacional. 1 hoja 1:50 000.
- ECHANDI, E., 1981: Unidades Volcánicas de la Vertiente Norte de la cuenca del Río Virilla. -11 págs. Universidad de Costa Rica. San José. [Tesis Lic.].
- FERNÁNDEZ, M., 1969: Las unidades hidrogeológicas y los manantiales de la vertiente norte de la cuenca del río Virilla. Investigaciones de aguas subterráneas en Costa Rica. - Informe Técnico 27, 56 pp.
- Fournier Origgí, L. A.; Flores Vindas, E. M *et al.* (1985). *Flora arborescente del Valle Central de Costa Rica*. San José: Jiménez y Tanzi.
- GANS, P.B., ALVARADO, G., PÉREZ, W., MACMILLAN, I., & CALVERT, A., 2003: Neogene Evolution of the Costa Rican Arc and Development of the Cordillera Central. Abstract, Geological Society of America, Cordilleran Section, 99th Annual, April 2003.
- GÓMEZ, A., 1987: Evaluación del potencial de los acuíferos y diseño de las captaciones de agua subterránea en la zona de Puente Mulás, provincia de Heredia, Costa Rica.-23 págs. Universidad de Costa Rica, San José [Tesis Lic.].
- Hartshorn, G. (1991). Plantas. En D. Janzen, Historia Natural de Costa Rica. San Pedro: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- INBio. (1999). Estudio Nacional de biodiversidad. Obtenido de INBio: [http://www.inbio.ac.cr/es/biod/minae/Estudio\\_Pais/estudio/sp-amenazadas.html](http://www.inbio.ac.cr/es/biod/minae/Estudio_Pais/estudio/sp-amenazadas.html)
- Jiménez, Q. (1993). Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. San José: Varitec, S.A.
- Jiménez, Q. (2001). Manual Dendrológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- KUSSMAUL, S. Y SPRECHMANN, P., 1982: Estratigrafía de Costa Rica (América Central) II: Unidades litoestratigráficas ígneas. -V Congreso Latinoamericano de Geología, Buenos Aires, 1982, Actas I: 73-79.
- KUSSMAUL, S.; 1988: Comparación petrológica entre el piso volcánico del Valle Central y la Cordillera Central de Costa Rica. Revista Ciencia y Tecnología, volumen 12, números 1 y 2, UCR.
- MARSHALL, J.S., IDLEMAN, B.D., GARDNER, T.W. & FISHER, D.M., 2003: Landscape evolution within a retreating volcanic arc, Costa Rica, Central America. *Geology*, 31,5:419-422.
- MÉNDEZ, J. & HIDALGO, P., 2004: Descripción geológica del deposito de Debris Avalanche El Coyol, Formación Barva, Costa Rica, *Revista Geológica de América Central*, 30:199-202.
- PEREZ, W., 2000: Vulcanología y Petroquímica del evento ignimbrítico del Pleistoceno Medio (0.33 Ma) del Valle Central de Costa Rica. -170 págs. Univ. de Costa Rica. San José. [Tesis Lic.].
- PÉREZ, W., ALVARADO, G.E. & GANS, P.B., 2006: The 322 ka Tiribí Tuff: stratigraphy, geochronology and mechanisms of deposition of the largest and most recent ignimbrite in the Valle Central, Costa Rica. - *Bulletin of Volcanology*, DOI 10.1007/s00445-006-0053-x.
- PROTTI, R., 1986: Geología del flanco sur del volcán Barva, Heredia, Costa Rica. -*Bol. Volcanol. Univ. Nac.*, 17: 23-31.
- Quesada, R. (2007). Los Bosques de Costa Rica. Obtenido de CIENTEC: <http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2007/RupertoQuesada.pdf>
- RODRÍGUEZ, 1994: Normas para el cálculo de tiempos de tránsito entre los drenajes de tanques sépticos y las fuentes de agua subterránea. Consecutivo DEP-RH-94-049, AyA.
- SENARA-BGS, 1985: Mapa hidrogeológico del Valle Central. - SENARA y British Geological Survey, 1 hoja 1:50 000.
- SINAC. (2015). Programas: Corredores biológicos. Obtenido de Sistema Nacional de Áreas de Conservación.
- Stiles, F. G. y A. F. Skutch. 1995. Guía de aves de Costa Rica. INBio, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. 686 p.
- VARGAS, A., 2000: Acuíferos.- En: DENYER, P. & KUSSMAUL, S. (comp.): Geología de Costa Rica. 1ª ed.- 515 págs. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.
- WILLIAMS, H., 1952: Volcanic history of the Meseta Central, Costa Rica. - *University of California Publications in Geological Sciences*, 29: 145-180.