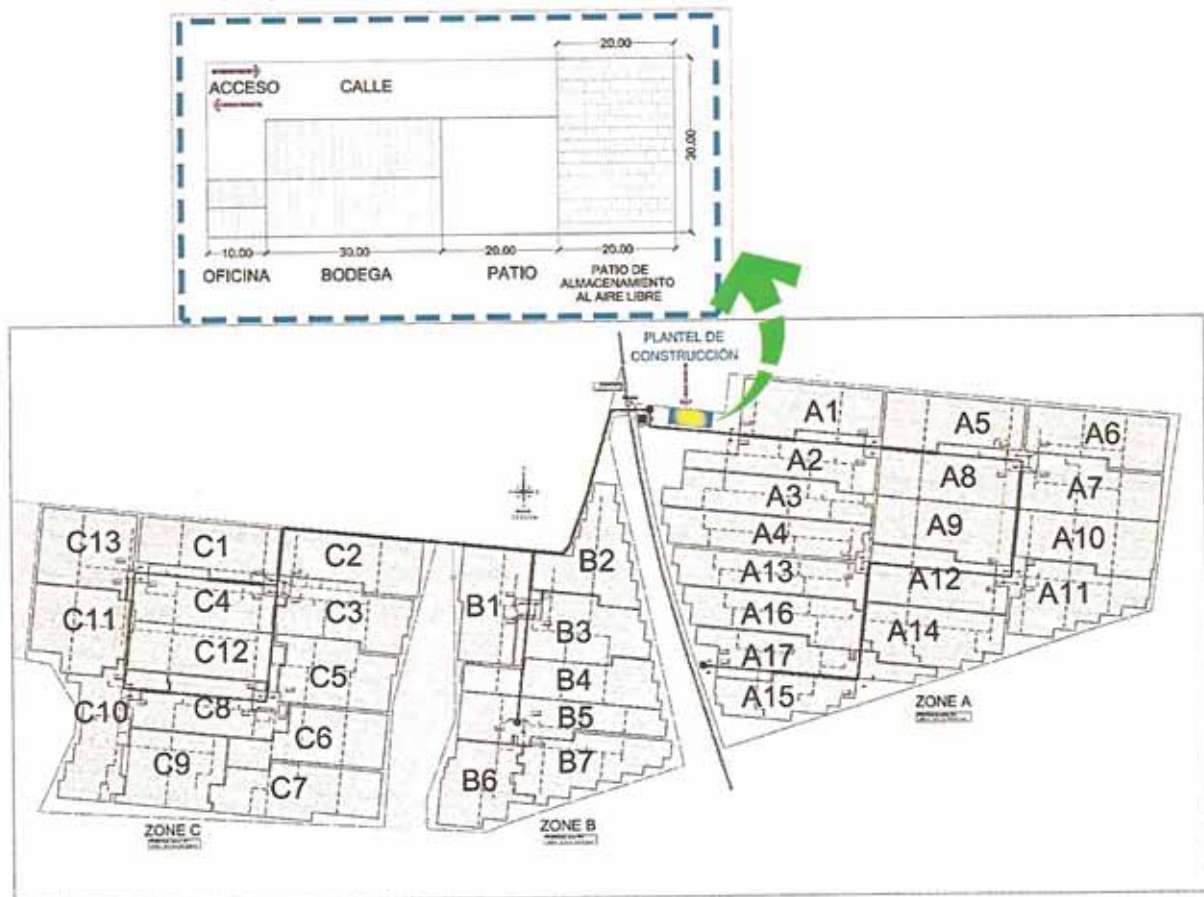


FIGURA IV-28 DETALLE DE INSTALACIONES PROVISIONALES

Fuente: Elaboración Eco Ingenieros en base a planos del Proyecto de Neoen.

IV.8 CAMPAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

No se instalará campamento de construcción, considerando la accesibilidad y cercanía a áreas pobladas. Así mismo de hará uso de la mano de obra local de las cercanías al proyecto.

IV.9 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Tras la preparación del terreno, se señalarán los límites del muro perimetral y se procederá a su ejecución para evitar, tanto posibles sustracciones del material, como la entrada en obra de personal ajeno a la misma. Se prepararán los caminos interiores y de acceso a la central, de ancho suficiente para facilitar tanto la ejecución de la planta como su mantenimiento.

Se procederá al marcado e hincado de los postes de los seguidores solares, empleándose una máquina hincapostes con una movilidad total sobre cualquier tipo y forma de terreno y provista

de un martillo con fuerza de impacto suficiente para el hincado hasta la profundidad estipulada por el fabricante del seguidor solar, aproximadamente no mayor a 1.5m.

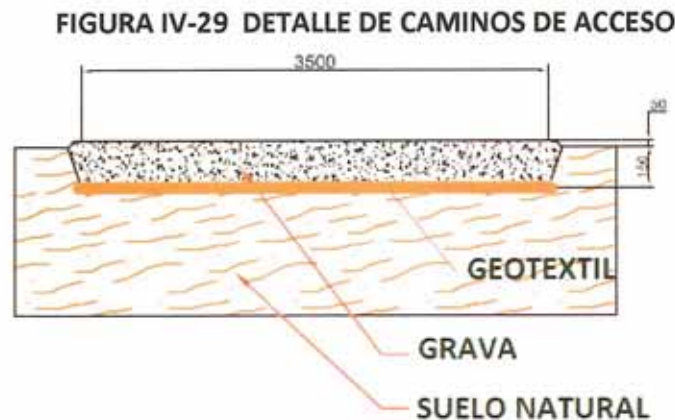
IV.9.1 Actividades Principales a Realizar

IV.9.1.1 Caminos de Acceso

Se construirán nuevos caminos de acceso dentro del terreno de la instalación fotovoltaica. Los accesos permitirán el tránsito de vehículos dentro de las instalaciones y también el desplazamiento en el perímetro del terreno para inspecciones.

Los caminos tendrán un ancho de 3.50 metros con cuneta para el drenaje de las aguas pluviales, se harán con una capa de grava compactada de 15 cm, se tenderá una hoja de material geotextil entre el suelo y la grava para separar la tierra subyacente para evitar la formación de lodo.

El suelo del sitio es de la calidad adecuada y es capaz de soportar la carga de las entregas más pesadas (la grúa móvil y las cajas del transformador). También estarán ya preparadas las áreas para maniobras, almacenaje y entregas, así como otros espacios para la instalación de casetas prefabricadas.



Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto.

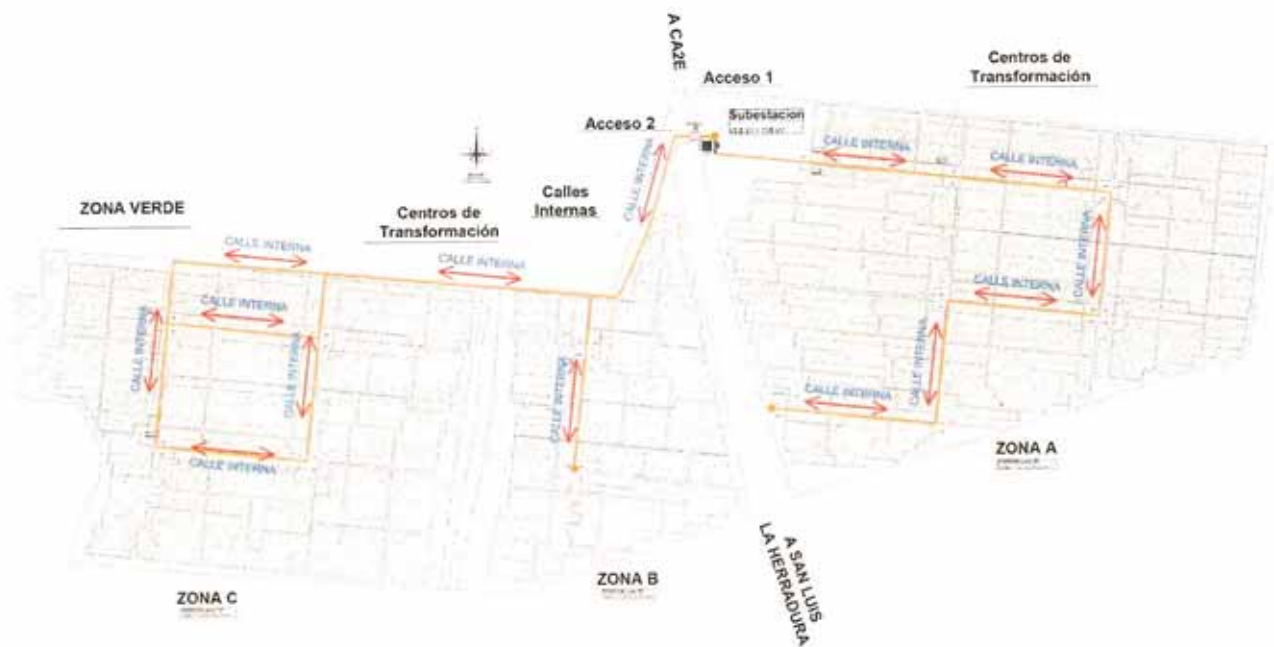
FOTOGRAFÍA IV-21 EJEMPLO DE OBRAS DE CAMINOS DE ACCESO



Fuente: <http://somoshuejucar.com/rehabilitacion-de-caminos-de-terraceria/>

En la siguiente figura se muestra la disposición de las calles internas, de acuerdo a zonas dentro de la planta, como se puede apreciar se cuenta con acceso directo a la carretera hacia La Herradura. En el “Plano 3: Plano de Conjunto del Proyecto” y “Plano 3A” se podrá apreciar a una mayor escala.

FIGURA IV-30 CALLES INTERNAS DENTRO DEL TERRENO A CONSTRUIRSE



Fuente: Elaboración Eco Ingenieros en base a planos del Proyecto de Neoen.

IV.9.1.2 Muro Perimetral

El subcontratista de la obra civil instalará un muro de concreto alrededor del sitio al inicio de los trabajos. Por consiguiente, todas las operaciones posteriores tendrán lugar en un ambiente cerrado y seguro. En el lado Noroeste de la "Zona A" y Noreste de la "Zona B", se instalarán portones para permitir que los camiones de volteo y grúas tengan acceso al sitio de la construcción. Esta puerta también se utilizará para las labores de mantenimiento mayor una vez que la planta FV esté en operación.

El sistema de muro perimetral consistirá en columnas y losetas prefabricadas de concreto reforzado ECONSA o similar. Las columnas reforzadas se fabrican en diferentes longitudes dependiendo de la altura de las paredes, para el caso del proyecto los muros tendrán una altura de 2.5m y columnas de 13 x 13 según especificaciones técnicas del fabricante. A continuación se presenta un detalle tipo de los muros a instalar.

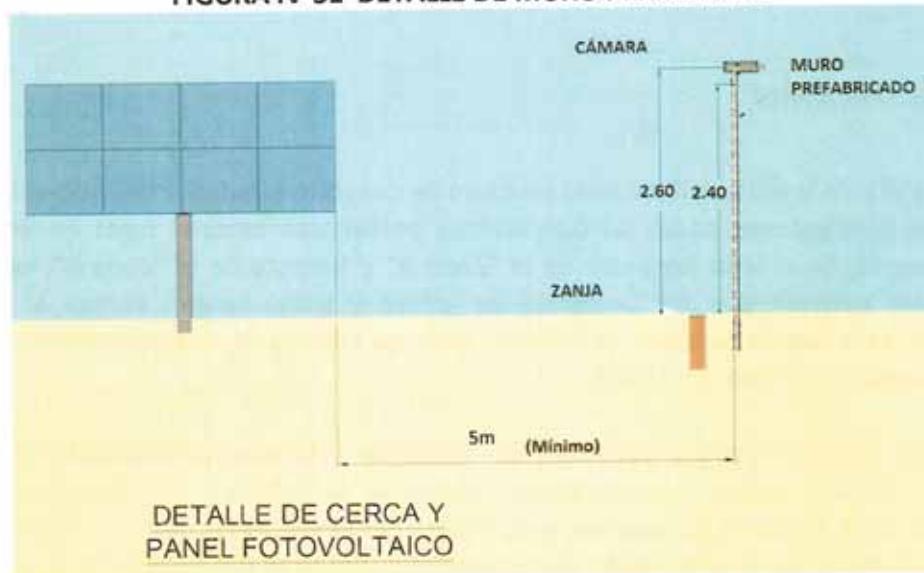
La longitud total prevista para el muro perimetral de la planta, es de 10,028.11 metros lineales. A continuación se presenta una tabla con las longitudes de muro prefabricado para cada una de las zonas del proyecto.

TABLA IV-16 LONGITUDES DE MURO PERIMETRAL

ZONA	LONGITUD EN METROS LINEALES
Zona A	3,708.00 m
Zona B	2,999.70 m
Zona C	3,320.41 m

Fuente: Eco Ingenieros en base a planos de la implantación

FIGURA IV-31 DETALLE DE MURO PERIMETRAL



Fuente: Eco Ingenieros.

IV.9.1.3 Zanjas para cableado

Posteriormente al marcado de las diferentes zonas de trabajo (según indicaciones de ingeniería), se realizarán las excavaciones pertinentes de zanjas para conducción del cableado necesario, así como sus registros o cajas correspondientes.

Para estas obras se hará uso de retroexcavadoras y camiones de volteo. Simultáneamente se procederá al tendido de los tubos necesarios para albergar el cableado de la central, acorde con las secciones y número de cables que discurrirán por los mismos. La tierra retirada se apartará para posterior relleno de las excavaciones.

Las zanjas serán de entre 0.50m hasta 1.00m de profundidad mínima y una anchura que variarán desde los 8cm hasta los 0.70m. El lecho de zanja deberá ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En él se colocará una capa de arena de río lavada de 10 cm de espesor, sobre la que se depositará el cable a instalar.

Seguidamente se tenderá una capa de arena de distintos grosores de al menos 20 cm de espesor, y finalmente se terminará de sellar con una capa de tierra de aproximadamente 10cm, procedente de la misma excavación, y compactada por medios manuales, cuidándose que esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra y a una distancia mínima del suelo de 10 a 30 cm de la parte superior del cable, se colocará una cinta de señalización, como advertencia de presencia de los cables eléctricos.

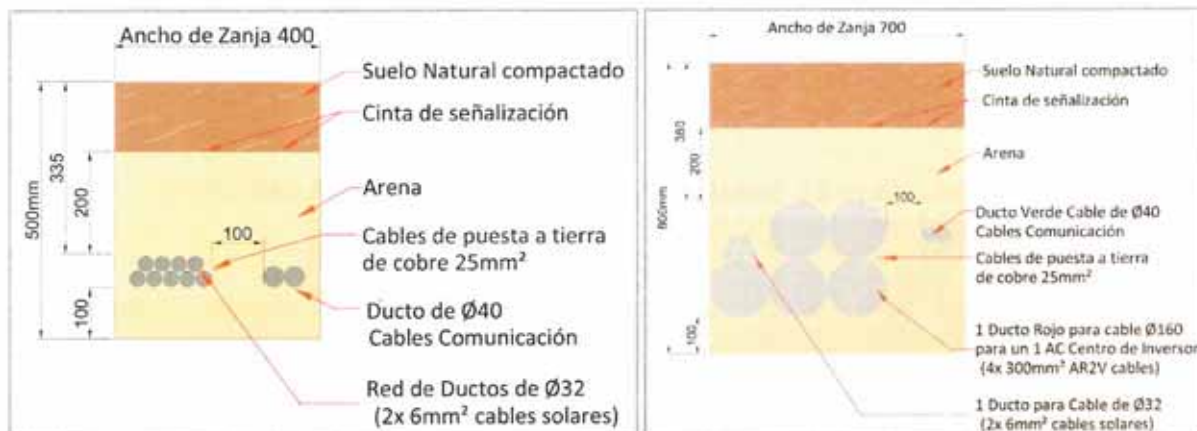
Características de las Obras de apertura de Zanjas

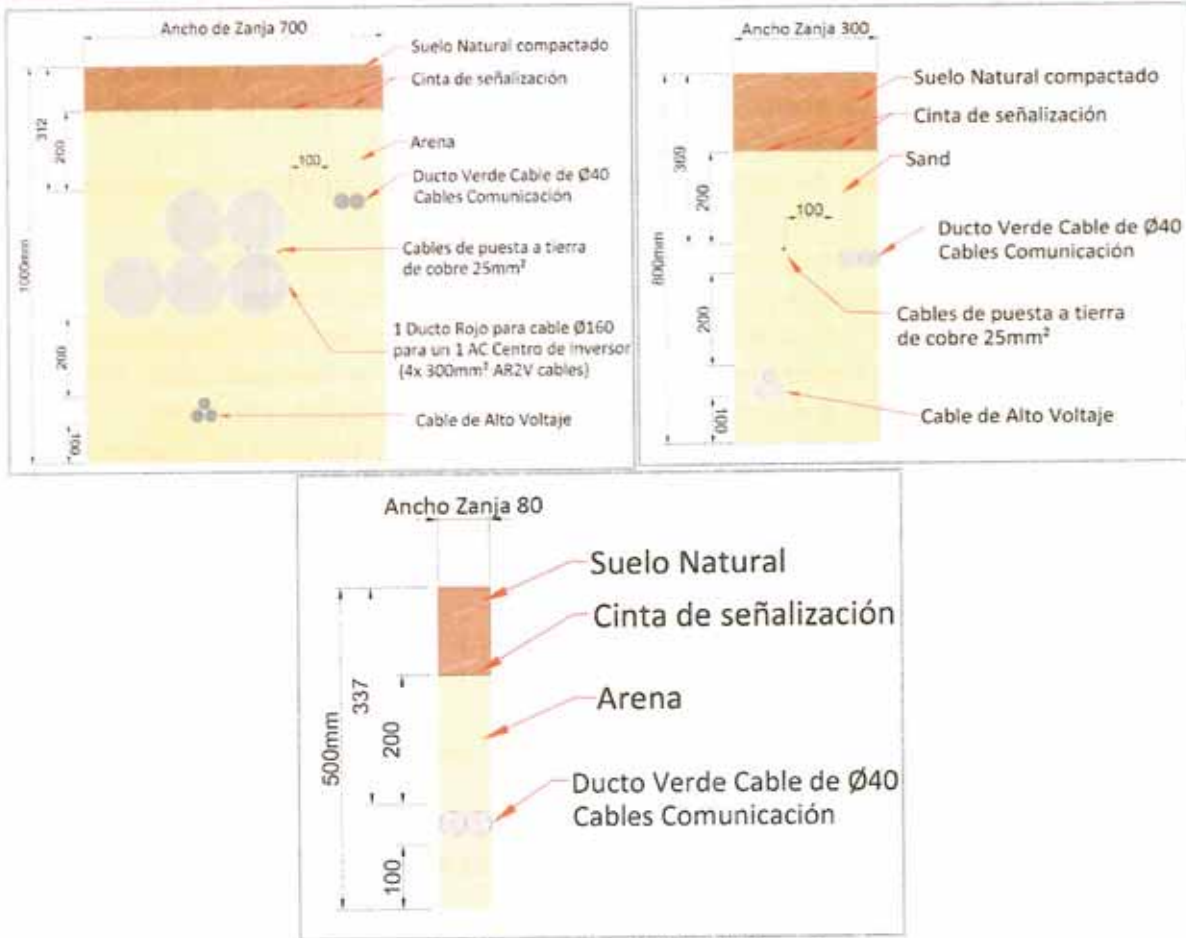
Se excavarán zanjas para acomodar y proteger los siguientes cables de energía y datos:

- Los cables de energía se tenderán directamente en el suelo porque cuentan con su propia protección de acero. Dichos cables se utilizarán para exportar la producción de los centros de inversores AC a las cajas del transformador.
- Un cable de alambre de cobre con una sección de 25mm² le brindará la compensación del potencial.
- El cable MV para las dos antenas correrá de las cajas del transformador.
- Se utilizará un ducto de baja tensión para los cables de comunicación
- Todas las zanjas se rellenarán con arena de diferentes grosores dependiendo del tipo de cables que alojen. Posteriormente, los ductos y/o cables se tenderán sobre esta cama de arena, y de nuevo se rellenarán las zanjas con arena de distintos grosores.
- Se instalará una cinta de advertencia detectable antes de terminar de rellenar la zanja con el material natural.
- La distancia mínima entre los cables LV, MV y de comunicación se apegará estrictamente a lo que definan los estándares.

Las figuras que se presentan a continuación, ilustran los distintos tipos de zanjas que se implementarán para el proyecto:

FIGURA IV-32 TIPOS DE ZANJAS A INSTALAR PARA EL PROYECTO (MEDIDAS EN MM)





Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto.

FOTOGRAFÍA IV-22 EJEMPLO DE OBRAS DE ZANJAS PARA CABLEADO



Fuente: Presentación de Proyectos Solares

IV.9.1.4 Cimentaciones

Toda la maquinaria a instalar requerirá de una cimentación para mantener el equipo anclado al suelo y evitar vibraciones o movimientos inesperados, de igual forma lo requerirán cimentaciones adecuadas: las oficinas, el almacén, caseta de control y vigilancia.

La cimentación básicamente consiste en:

- Trabajos de excavación
- Fabricación de formaletas
- Colocación de armaduras y pernos de sujeción
- Finalmente el vertido de concreto.

- **Cimentación de estructuras de soporte de Estaciones**

En esta etapa se ejecutarán las cimentaciones necesarias para las estaciones que contendrán los inversores solares, transformadores y protecciones (o en su caso para los mismos elementos en versión outdoor). Se procederá a ubicar dichos equipos lo más cercanos a los seguidores que recojan pero a una distancia tal que no produzcan sombras sobre los mismos.

Conforme se ubiquen los equipos de acondicionamiento de potencia se comenzarán el cableado de la instalación en corriente alterna, comprendiendo la instalación de protecciones de corriente alterna, cableado de inversores a transformadores. La mano de obra deberá tener conocimientos electromecánicos.

FOTOGRAFÍA IV-23 EJEMPLO DE OBRAS DE CIMENTACIÓN DE ESTACIONES Y EQUIPOS



Fuente: <http://www.consmetal.es/images/solar/solar1m.jpg>

- **Cimentación de estructuras de Seguidores**

Tras la recepción de las diferentes estructuras de los seguidores solares, se procederá a su montaje sobre los pilotes hincados, atendiendo en todo momento al manual facilitado por el fabricante de los mismos. Tras la fijación de la base se montará la parrilla que alojará los módulos fotovoltaicos. Se empleará la tornillería indicada por el fabricante y se harán las soldaduras necesarias, requiriéndose para ello grúa y herramienta menor. Finalizado el montaje de la estructura soporte, se procederá a la ubicación de los módulos fotovoltaicos sobre la parrilla de los seguidores

La cimentación de la estructura se realizará mediante perforado del terreno de alrededor de 20 cm de diámetro y hasta una profundidad suficiente para lograr la estabilidad y resistencia adecuadas. Los trabajos de excavación se realizarán principalmente a mano, cuidando que el material excavado se acondicione apropiadamente para utilizarlo posteriormente de relleno. Tras colocar el pilar se verterá hormigón en masa de árido fino para fijar dicho pilar al terreno.

Las cimentaciones de estas estructuras no requieren de armaduras y únicamente deja una fomaleta en la parte superior del perfil para que, una vez vertido el concreto, se pueda conformar un chaflán de 30 mm para evacuar la humedad. Al momento de verter el concreto se procura que la mezcla se distribuya uniformemente en todos los espacios.

En las siguientes imágenes se puede apreciar la manera en que serán cimentados (o hincados) los pilotes de las estructuras de seguimiento de los paneles. Se usará una máquina hincapostes con una movilidad total sobre cualquier tipo y forma de terreno y provista de un martillo con fuerza de impacto suficiente para el hincado hasta la profundidad estipulada por el fabricante del seguidor solar.

FOTOGRAFÍA IV-24 EJEMPLO DE OBRAS DE CIMENTACIÓN DE SEGUIDORES (HINCADO DE PILOTES)



Fuente: Presentación de Proyecto Solar, 2015.

FOTOGRAFÍA IV-25 EJEMPLO DE OBRAS DE MONTAJE DE SEGUIDORES (PERFILERÍA)



Fuente: Presentación de Proyecto Solar, 2015.

1.1.1.1.4 Motores y sistemas de seguimiento

La cimentación o bancada de hormigón de los motores de los empujadores del sistema seguidor se realizará conforme a la documentación técnica del mismo.

Las cajas de registro también se reforzarán con concreto armado. En este proceso también se hacen formaleas y se vierte concreto cuidando que los ductos no se obstruyan.

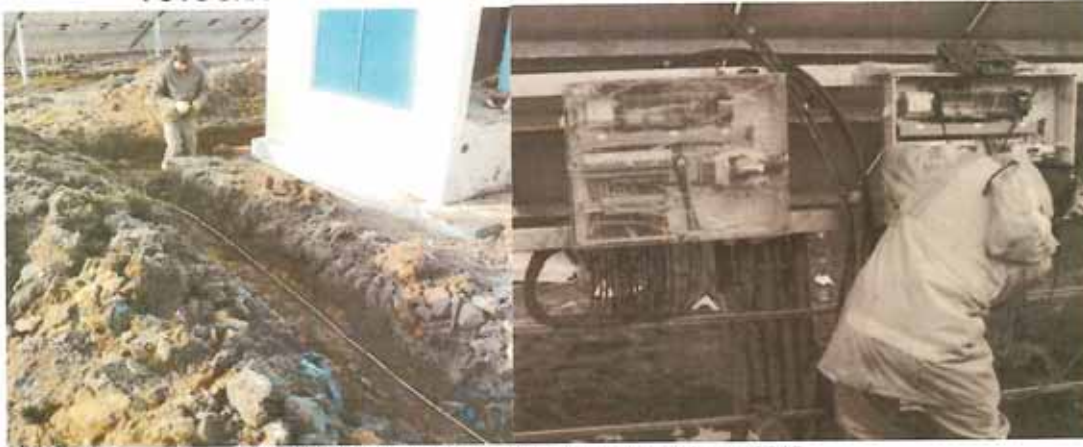
IV.9.1.5 Conexión de Cables

Conforme se terminen las obras de cimentación de las estaciones y se ubiquen los equipos de acondicionamiento de potencia, se comenzarán el cableado de la instalación en corriente alterna, comprendiendo la instalación de protecciones de corriente alterna, cableado de inversores a transformadores. La mano de obra deberá tener conocimientos electromecánicos.

Así mismo a medida que se avance con la colocación de los módulos fotovoltaicos, se irán conexionando entre ellos formando series que se cablearán hasta las cajas de conexión dispuestas en la misma estructura del seguidor solar. Desde dichas cajas se tenderá el cable bajo tubo hasta las casetas de inversores, se procederá en ese momento a ejecutar también la puesta a tierra de las estaciones, al conexionado de las diferentes protecciones y a tender el cableado necesario para alimentación y comunicaciones de los diferentes equipos.

En paralelo con las actividades de conexionado, se procederá a la ubicación de los postes que sustentarán las cámaras de seguridad, al montaje de las mismas y a su cableado para el correcto funcionamiento del sistema de vigilancia.

FOTOGRAFÍA IV-26 EJEMPLO DE OBRAS DE CONEXIONADO



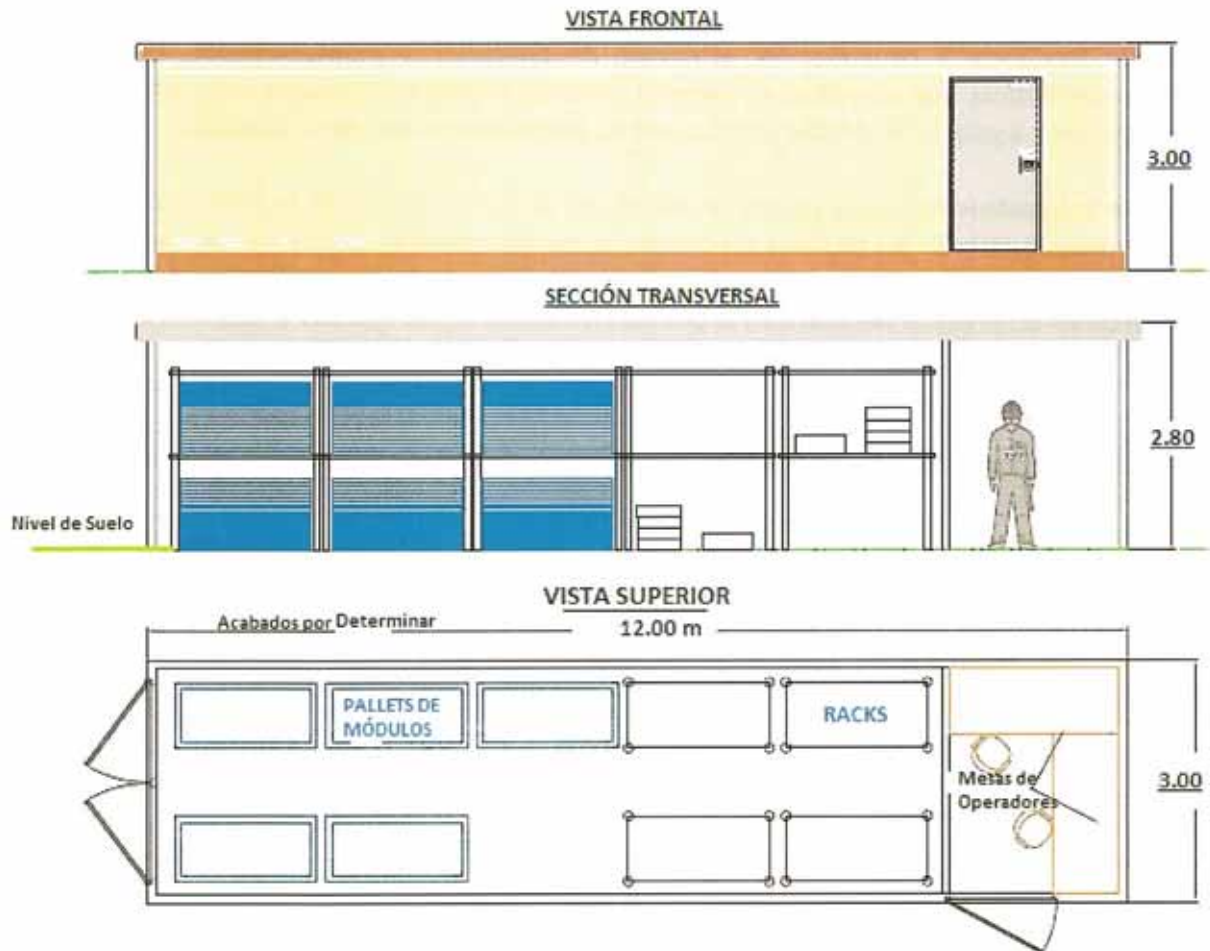
Fuente: Estudio de Factibilidad Proyectos solares, 2015.

IV.9.1.6 Casetas de Seguridad y Control (Mantenimiento)

La caseta de seguridad será una estructura prefabricada, con aislamiento térmico, con dos ambientes y un servicio sanitario. Se tratará de una caseta permanente para alojar al equipo de operación y mantenimiento, así como para almacenar las refacciones que se requieran.

Esta se ubicará cerca de la subestación interna en la esquina noroeste de la “Zona A” del proyecto. La edificación tendrá las medidas y vistas de acuerdo con los detalles mostrados en la siguiente figura IV-33.

FIGURA IV-33 DETALLE DE CASETA DE SEGURIDAD Y CONTROL



Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto

FOTOGRAFÍA IV-27 EJEMPLO DE CASETA DE SEGURIDAD INSTALADA



Fuente: <http://www.zigor.com/>

IV.9.1.7 Puesta en marcha y recepción provisional

Una vez finalizada la construcción, el equipo de operación y mantenimiento, realizará las pruebas definitivas que acreditan el correcto funcionamiento de la planta solar fotovoltaica y ésta comienza a generar energía eléctrica, que es evacuada a la red de distribución.

Durante la construcción de la planta se velará por el cumplimiento de la normativa vigente y por la minimización de las posibles afecciones al medioambiente. En caso de ser necesario, se replanteará la distribución alguno o varios equipos de la central. Una vez finalizada la ejecución se realizarán las pruebas necesarias y la puesta en marcha de los equipos y sistemas instalados.

IV.9.1.8 Equipo a Utilizar Durante La Construcción y Actividades que realizará cada uno

En la siguiente tabla se detallan los equipos y las actividades en las que serán utilizados durante la etapa de construcción:

TABLA IV-17 EQUIPO A UTILIZAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

EQUIPO O MAQUINARIA	ACTIVIDAD	CANTIDAD
Camioneta 4 x 4	Transporte de materiales y equipo liviano	3
Furgoneta	Transporte de materiales y equipo liviano	6
Retroexcavadora	Para Movimiento de Tierras	6
Camión Concretero	Bases de Concreto	6
Camión Grúa	Apoyo en levantamiento de equipos	3
Grúas	Levantamiento de equipos pesados	3
Carretilla Elevadora	Levantamiento de equipos menos pesados	3
Máquina Hincadora	Perforación de postes para estructuras de seguimiento de paneles	15
Rodillo Compactador	Compactador de caminos internos	3
Grupo electrógeno	Suministro de electricidad durante la construcción	3

Fuente: Eco Ingenieros

IV.9.1.9 Mantenimiento del Equipo

El mantenimiento de todos los equipos o maquinaria a utilizar se realizará fuera del inmueble del proyecto, y estará a cargo de la empresa propietaria de la misma.

IV.9.2 Personal de Construcción

La cantidad de carga personal prevista para el montaje y puesta en marcha es de 300 personas en su momento pico, coincidiendo con los trabajos de obra civil, montaje de seguidores y placa así como conexión de Baja Tensión a la vez.

La construcción de la obra requerirá trabajar simultáneamente en varios frentes de trabajo para realizar los trabajos de obra gris tales como zanjeado y cimentaciones; montaje de los paneles y equipo de la planta solar, montaje de postes, tendido de conductores, cables de guarda y de fibra óptica.

Se contará con mano de obra calificada proveniente de diferentes regiones del país así como personal extranjero, para las actividades de supervisión, quienes cuentan con experiencia en construcción y equipamiento de centrales solares y de líneas eléctricas de distribución.

También se contratará en su mayoría mano de obra local no calificada para todos los trabajos de preparación del sitio, albañilería y apertura de brechas y transporte de materiales.

IV.9.3 Abastecimiento de agua potable

El abastecimiento de agua para consumo de los trabajadores será por medio de bidones de agua purificada.

En la fase de construcción el mayor consumo será para higiene de los obreros (lavado de manos), mezclas de concreto, mampostería, entre otros. Estas mezclas se realizarán in situ y para el efecto se transportará agua en camiones cisterna hacia depósitos provisionales de agua situados en el terreno. Los depósitos serán tanques de almacenamiento tipo "Rotoplas" o similar, de 5,000 mil litros, puestos sobre el terreno, un estimado de 5 de estos tanques.

TABLA IV-18 CONSUMO DE AGUA EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN PARA DOCE MESES DE CONSTRUCCIÓN

FASE	USOS	FUENTE	OBSERVACIONES	CONSUMO (M3)
Construcción	Consumo de agua para beber	Agua purificada envasada	Agua purificada envasada en garrafones y transportada al lugar	116.4
	Consumo higiene de los obreros	Camiones cisternas	Los camiones cisterna llevarán agua desde pozos o fuentes de agua autorizadas por la municipalidad para el consumo humano.	764.4
	Mezclas de Concreto	Camiones cisternas	Los camiones cisterna llevarán agua desde pozos o fuentes de agua autorizadas	114
	TOTAL			994.8

NOTA: En la fase de construcción durará 12 meses y tendrá un total de 300 personas con un horario laboral de 8 horas por día (de lunes a viernes) y 1 vigilante 24 horas todos los días. *Estimado para un año de operación.

Fuente: Eco ingenieros

IV.9.4 Drenaje de aguas lluvias

Durante la etapa de construcción no se requiere de mayores obras para manejo de escorrentía, debido a que no se realizará terracería masiva en el terreno y que este es prácticamente plano. Se mantendrá drenando natural del terreno hacia la Quebrada Las Micas en las Zonas A y B, y hacia Carretera y Sureste de terreno en Zona A.

IV.9.5 Manejo de aguas negras

En la fase de construcción, las aguas negras serán manejadas por medio de servicios sanitarios portátiles.

Se dispondrán un total de 20 sanitarios portátiles, 1 por cada 15 empleados, calculado para 300 empleados durante el pico de la etapa de construcción. Se verificará que la empresa que brinde el servicio cuente con licencia del MARN.

IV.9.6 Energía eléctrica

Durante la etapa de construcción, el proyecto no requerirá de una fuente permanente de energía eléctrica. Eventualmente se utilizarán plantas de energía eléctrica para suministrar iluminación o accionar alguna herramienta eléctrica portátil (barrenos, vibradores neumáticos, equipos de soldadura, compresores, etc.).

IV.9.7 Manejo de desechos en etapa de construcción

En base a las estimaciones, los desechos más significativos durante la etapa de construcción de obra gris y montaje de la Planta Solar, serán los desechos sólidos constituidos por restos de embalaje del equipo, restos de bolsas de materiales de construcción, sobrantes de construcción tales como: ripio, ductos, perfiles metálicos, pedazos de conductores, herrajes estropeados, varillas de construcción, entre otros similares.

Posiblemente también se producirán desechos sólidos domésticos o tipo común, que provendrán principalmente de la actividad humana y sus hábitos de alimentación: empaques y envases de alimentos y bebidas. Todos los desechos sólidos se acopiarán en los predios de bodegas de materiales, para su clasificación y posterior transporte al relleno sanitario autorizado de La Libertad, manejado por la empresa PULSEM S.A. de C.V., para lo cual ya se cuenta con factibilidad para la recepción de estos desechos, por parte de dicha empresa (*Ver "Anexo Técnico 1B: Factibilidad de Desechos Sólidos"*).

Para su almacenaje temporal, se utilizarán recipientes con capacidad adecuada, de fácil manejo y limpieza con las siguientes características:

- Ser de color diferente de acuerdo con el tipo de residuos a depositar.
- Llevar en letras visibles y con símbolos, indicaciones sobre su contenido.
- Resistir la manipulación y las tensiones.
- Permanecer tapados y ubicarse en un lugar apropiado.

Los residuos se clasificarán en reciclables y no reciclables. A continuación se relacionan según el color del recipiente a utilizar:

- Recipientes de color gris: cartón, papel (incluyendo periódico).
- Recipientes de color blanco: Toda clase de vidrio limpio.
- Recipientes de color azul: Plásticos (vasos, garrafas, envases) y polietileno.
- Recipientes de color amarillo: residuos orgánicos

En la siguiente tabla, se presenta un listado de los desechos y cantidades estimadas que se prevé serán generados en la etapa de construcción del proyecto.

TABLA IV-19 DESECHOS PREVISTOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN¹⁴

TIPO DE DESECHO	DESCRIPCIÓN	PESO EN KG	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL
Ripios, suelo, escombros y fragmentos rocosos	Residuos de agregados, mezcla de cemento endurecido usado para la construcción y otros materiales pétreos	349,893	Desalojo por transporte privado a sitio autorizado por la Alcaldía Municipal y MARN
Cartón y Papel	Residuos de bolsas de cemento y embalajes de aisladores y suministros	369,320	Venta a empresas de reciclaje
Residuos forestales	Proveniente de formaletas y residuos de carpintería	64,000	La leña será vendida a personas de las comunidades aledañas; El resto llevado en transporte privado a PULSEM
	Productos forestales no valorizables, residuos de árboles caídos o cortados, vegetación arbustiva y herbácea	500,000	
	Tarimas, embalajes de maquinaria y equipos	166,973	
Ferrosos	Chatarra, aluminio, envases de metal, varillas de acero, varillas de soldadura, tuberías, cables. etc.	102,460	Venta a empresas de reciclaje
	Envases y recipientes de grasa, pinturas, aceites, etc.	667	Desalojo por empresa autorizada por MARN
No ferrosos	Residuos de vidrio: paneles dañados, envases de alimentos y bebidas	6,873	llevado en transporte privado a PULSEM
	Envases plásticos de alimentos y bebidas	860	llevado en transporte privado a PULSEM
	Cartón	71,800	Venta a empresas de reciclaje
	Embalajes y empaques de equipos, aisladores quebrados, envases plásticos de grasa*, envases de pinturas*	128,793	Desalojo por empresa autorizada por MARN
	Residuos de grasa, wipes, trapos contaminados con solventes e hidrocarburos.*	1,467	Desalojo por empresa autorizada por MARN
Desechos orgánicos	Restos de comida (0.1 kg/persona/día)	5733	llevado en transporte privado a PULSEM
		1,768,839	

Basado en estimaciones de consumos y generación de desechos en obras y número de empleados que laborarán

Fuente: Elaboración Eco Ingenieros

¹⁴ Algunos datos fueron calculados en base a criterios de la Organización Panamericana de La Salud, Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental.

Con respecto a la generación de desechos sólidos de tipo peligroso durante la etapa de construcción, cabe mencionar que para el desarrollo de las distintas actividades no se prevé que exista una generación significativa de desechos peligrosos dentro del plantel. Sin embargo como precaución se instalará al menos un contenedor plástico de capacidad adecuada, con tapadera y debidamente señalizado, para que materiales contaminados con aceites y grasas sean dispuestos.

Estos desechos deberán ser retirados periódicamente y entregados a una empresa autorizada para la disposición y tratamiento final de este tipo de desechos, en caso de generarse, como se muestra en la tabla.

IV.10 TRANSPORTE DE EQUIPO

En la etapa de construcción, los materiales previsto a utilizarse están constituidos por: paneles, perfiles de acero, conductores eléctricos, así otros materiales de construcción como: cemento, arena, y agregados. Todos estos materiales serán transportados por camiones de 8 toneladas o camiones de volteo, al sitio del proyecto, por lo que no se requiere de mejoras en los mismos.

IV.11 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución será de 10 meses, entendiendo por plazo de ejecución el periodo que comprende desde el inicio de las obras (formalizado mediante el acta de replanteo, y su fecha definitiva) hasta la solicitud de puesta en marcha.

IV.12 EQUIPO ELÉCTRICO, ELECTROMECAÁNICO Y MECÁNICO

IV.12.1 Centros de Inversores

Los inversores seleccionados para esta arquitectura son los AURORA TRIO-27.6-TL-OUTDS1A-US-480, fabricados por "Power One", una marca incluida en el portafolio de ABB, líder mundial en la fabricación de equipamiento eléctrico. (Ver "Anexo Técnico 2C: Hoja técnica de Inversores")

La línea de inversores Trio fue diseñada con alta eficiencia y flexibilidad para cualquier tipo de panel FV e instalación. Tiene eficiencias pico de 98.2% y su flexibilidad permite que se configuren con salidas de voltaje y corriente de hasta 30kVA. El Trio está diseñado para manejar entradas de DC de hasta 1,000VDC para tramos de líneas más largos. Contiene las características más novedosas para manejo de redes para cumplir con los requerimientos globales de servicios públicos, incluyendo los nuevos requerimientos de la BDEW para Alemania. Cada inversor integra comunicación estándar para la industria RS485/Modbus.

IV.12.2 Centros de Transformación y Subestación

Así mismo se contará con 36 Centros de Transformación, de 1,600 kVA y 1 Centro de Transformación de 2,000 kVA.

De los centros de inversores AC hacia abajo, los cables entran en ductos o directamente a tierra dependiendo de su especificación y corren subterráneos hasta el sótano de las cajas de los transformadores. La caja del transformador (fabricada por Schneider Electric) está diseñada para aplicaciones eléctricas generales con voltaje en serie de hasta 24kV y varios niveles de energía. Estas cajas se cablearán y probarán por el fabricante de las carcasas prefabricadas antes de ser entregadas en el sitio, lo que reducirá en gran medida el tiempo para ponerlas en marcha. Además, estarán diseñadas para evacuar el calor de forma natural gracias a sus rejillas de ventilación superiores e inferiores.

IV.13 FACTIBILIDADES Y PERMISOS

IV.13.1 Calificación de Lugar, línea de construcción y factibilidad de drenajes de aguas lluvias

Se cuenta con Calificación de Lugar, línea de construcción y factibilidad de drenajes de aguas lluvias se encuentra en el “Anexo Técnico 1A”, permisos y factibilidades.

IV.13.2 Abastecimiento de Agua Potable

No es necesaria la factibilidad de abastecimiento por tubería. Se hará mediante camiones cisterna y almacenada en tanques de almacenamiento tipo “Rotoplas” o similar, de 25,000 mil litros.

IV.13.3 Recolección de Desechos Sólidos

Providencia Solar S.A. de C.V. contratará camiones para el transporte de la basura hacia el relleno sanitario de La Libertad. Se ha obtenido factibilidad de la empresa PULSEM S.A. de C.V., quien administra dicho relleno, para la recepción de los desechos sólidos generados. Ver “Anexo Técnico 1B”, permisos y factibilidades.

IV.13.4 Recolección de Desechos de Tipo Especial

Para la recolección de desechos de tipo especial, por ejemplo aquellos que contengan rastros de aceites y grasas, se contratará a una empresa especializada en su recolección y tratamiento, que cuente con permiso ambiental, como GEOCINTEC.

IV.13.5 Aguas Negras

Las aguas residuales de tipo ordinario a generarse en la etapa de funcionamiento del proyecto, serán manejadas por medio de 3 fosas sépticas a instalar. En el “Anexo Técnico 1C: Factibilidad para Fosas sépticas” se adjunta una copia de la factibilidad para las mismas por parte del Ministerio de Salud.

IV.14 ETAPA DE FUNCIONAMIENTO

IV.14.1 Operaciones Normales De La Planta De Energía

Los siguientes puntos describen los entregables y servicios esperados por la actividad de Operación & Mantenimiento (O&M) en el curso normal de las operaciones:

IV.14.1.1 Operaciones Adecuadas y Monitoreo Constante

- Monitoreo permanente de la planta de energía y en particular asegurar la perfecta correlación entre los datos de irradiación y la salida de energía, incluyendo los sistemas de alarma.
- Correcta operación de la planta de energía en línea con los lineamientos de El Salvador y con las especificaciones técnicas para cumplir con la relación de disponibilidad garantizada y la relación de desempeño.
- Personal adecuadamente capacitado y equipado para la operación correcta de la planta de energía.

IV.14.1.2 Autoridades Locales y Administración de los Subcontratistas

- Administración continúa de las partes involucradas y de las solicitudes de las autoridades locales.
- Administración continúa de los subcontratistas, servicios de seguridad y garantías de los productos ofrecidas por los fabricantes.
- Administración del inventario de refacciones.

IV.14.1.3 Salud, Seguridad y Medio Ambiente

En 2012, NEOEN emitió una política denominada “Documento Único”. Este documento enlista todos los riesgos identificados, los factores de mitigación y las conductas apropiadas que los empleados de NEOEN deben presentar para realizar sus tareas diarias como desarrolladores de energía renovable (incluso en las fases de desarrollo, construcción y operación).

Además del “Documento Único”, NEOEN implementa planta por planta un “Plan de Coordinación General (durante la construcción)” y un ejemplo de “Plan de Prevención (durante las operaciones de la planta)”. Ambos planes identifican todos los riesgos, los factores de mitigación y las conductas apropiadas para la construcción y operación de las plantas seguras, saludables y amigables con el medio ambiente.

Esta política se adaptara al contexto y las normas salvadoreñas y algunos de sus criterios principales se retoman en el Plan de Contingencias del capítulo 9 del presente EsIA. Estos documentos todavía se encuentran en francés y están siendo traducidos. Los hemos adjuntado una síntesis de los mismos en “Anexo Técnico 9: Documentos Técnicos de NEOEN”, para su documentación.

Todos los contratistas firmarán un documento comprometiéndose a cumplir con la política de NEOEN, y procurarán que cada subcontratista previsto lo firme también.

IV.14.1.4 Documentación & Administración

Se llevará un récord mediante reportes de mantenimiento mensuales, trimestrales y anuales detallando los niveles de garantía de disponibilidad actual, el Tiempo de respuesta y el Tiempo de corrección, entre otra documentación adicional.

Así mismo se contará con un manual de O&M detallando todos los procesos de operación, incluyendo entre otros:

- Procesos de monitoreo y sistemas de alarmas.
- Procesos de operaciones preventivas y correctivas.
- Funciones y responsabilidades de las diversas partes involucradas.
- Controles legales o de pruebas requeridas por la legislación en El Salvador
- Otras tareas administrativas por detallarse caso por caso

IV.14.2 Mantenimiento

La operación y mantenimiento de la Planta Solar Fotovoltaica y su respectiva línea de mediana tensión incluyen monitorización y control remoto, inspecciones *in situ*, e intervenciones preventivas y correctivas. Todas las tareas de operación y mantenimiento son realizadas por personal calificado y con experiencia, para que la planta funcione en condiciones óptimas. Estas actividades incluyen:

- 1) Vigilancia y Control de Accesos
- 2) Mantenimiento de Las Instalaciones (Preventivo y Correctivo)
- 3) Programa de Monitoreo

IV.14.2.1 *Vigilancia y Control de Accesos*

Esta actividad se realiza las 24 horas del día y corresponde principalmente en el control de entrada y salida de personas, vehículos y materiales y verificación que tanto las personas como los vehículos que acceden a la obra cumplen con la normativa dispuesta en materia de prevención y seguridad laboral, establecidas por la empresa.

IV.14.2.2 *Mantenimiento de Instalaciones*

En el área de oficina se tendrá el manejo del control del sistema operativo y en el área de bodega se contempla el almacenaje para grasas, aceites y lubricantes, para el mantenimiento de algunos equipos.

En la planta eventualmente se manipularán aceites y grasas, y aunque el riesgo de derrame es mínimo, se ha contemplado la construcción de una trampa de grasa, la cual se limpiará periódicamente. En caso de derrames accidentales se procederá a recoger la tierra contaminada y dispondrá en toneles herméticos para su gestión externa, a través de una empresa especializada y autorizada por el MARN.

En época de lluvia se realizarán trabajos de compactación del suelo y mantenimiento de las áreas establecidas para la circulación existente, así como áreas de drenajes naturales, utilizando herramientas de albañilería, según se presenten las condiciones para acondicionamiento en el área.

El mantenimiento regular que incluye limpieza malezas y reparaciones menores de hoyos o zanjas, especialmente en la época lluviosa. Un mantenimiento anual requerirá del uso de maquinaria.

El mantenimiento previsto para la línea de distribución es de 2 tipos:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo

❖ *Mantenimiento Preventivo*

Las operaciones de mantenimiento preventivo son acciones programadas de trabajos eléctricos, mecánicos y civiles llevadas a cabo para mantener la planta de energía en buenas condiciones para su correcta operación.

Todas las operaciones de mantenimiento preventivo se ejecutarán en cumplimiento con la ley y los lineamientos y regulaciones de las autoridades locales para trabajos eléctricos/civiles.

- **Equipamiento Eléctrico y Sistemas de Monitoreo:**
 - Revisiones visuales in situ, y eléctricas programadas con regularidad para todo el equipo eléctrico, por un equipo de técnicos calificados para mantener el mayor grado posible de rendimiento y disponibilidad.
 - Mantenimiento preventivo de los equipos principales (módulos fotovoltaicos, seguidores y empujadores, inversor, instalación en corriente continua, servicios auxiliares de la planta, convertidor, transformador, estructuras de apoyo y seguidores) de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las normas de la industria.
 - Abastecimiento e instalación de refacciones según sea necesario.
 - Ejecución de acciones de mantenimiento preventivo según sea necesario.

- **Equipamiento Mecánico y Obras Civiles**
 - Revisiones visuales y mecánicas programadas con regularidad para todo el equipo mecánico incluyendo módulos, montaje, estructura, cerco y obras civiles.
 - Abastecimiento e instalación de refacciones según sea necesario.
 - Ejecución de acciones de mantenimiento preventivo según sea necesario.

- **Limpieza**
 - Limpieza de los módulos máximo dos veces al año, empleando agua sin ningún tipo de aditivo o detergente, como base para llevar a cabo dicha limpieza (limpieza similar a la de un vidrio convencional).
 - Corte regular de la vegetación y limpieza del sitio que permita el acceso adecuado al área para la apropiada operación de la planta de energía y la prevención de cualquier situación relacionada con el desempeño.

- **Documentación**
 - Manual de O&M para incluir procesos de mantenimiento preventivo en línea con los lineamientos del país/autoridades eléctricas y para cumplir con la relación de disponibilidad de la planta y la relación de desempeño.
 - Documentación del reporte de la intervención preventivo para cada acción que se lleve a cabo en este sentido.

❖ *Mantenimiento Correctivo*

Las operaciones de mantenimiento correctivo son acciones que deben realizarse como resultado de defectos mecánicos, eléctricos o de obras civiles observados, objetivos de las operaciones normales que no han sido alcanzados o revisiones de mantenimiento preventivo que recomienden dichas acciones.

Todas las operaciones de mantenimiento correctivo se ejecutarán en cumplimiento con la ley y los lineamientos y regulaciones de las autoridades locales para trabajos eléctricos o civiles.

- **Procesos**
 - Las situaciones que conduzcan a operaciones de mantenimiento correctivo deberán ser analizadas comprensivamente por los contratistas y clasificadas por categorías sujetas a los procesos correctivos específicos.
 - Cada proceso correctivo debe establecer claramente un cronograma de intervención y describir las responsabilidades de las partes involucradas con el objetivo de cumplir con las relaciones de disponibilidad y de desempeño.

- **Equipamiento Eléctrico y Sistemas de Monitoreo**
 - Ejecución de las acciones correctivas en cualquiera de los equipos eléctricos de la planta de energía (incluyendo los sistemas de vigilancia y monitoreo) inmediatamente después de la identificación del defecto y/o la señal de alarma.

- **Equipamiento Mecánico y Obras Civiles**
 - Ejecución de las acciones correctivas según sea necesario inmediatamente después de la identificación del defecto.

- **Documentación**
 - Manual de O&M para incluir la descripción de los procesos de mantenimiento correctivo en línea con los lineamientos del país/autoridades eléctricas y para cumplir con la relación de disponibilidad de la planta y la relación de desempeño.
 - Reporte de la intervención correctiva generado inmediatamente después de toda operación correspondiente incluyendo el análisis de las causas/consecuencias y las lecciones aprendidas.

IV.14.2.3 Programa de Monitoreo

El sistema de monitoreo proporcionado por Power One – llamado Administrador de Planta Aurora – es una solución estándar para sistemas FV, basado en los componentes de Power One componentes y en un programa de computadora.

El Administrador de Planta Aurora tiene muchas configuraciones que brindan todos los componentes necesarios para monitorear la producción de energía incluyendo la interoperabilidad de balance de sistema para múltiples vendedores como los inversores, medidores y sistemas ambientales.

Utilizado junto con la Serie de Power-One, el Administrador de Planta Aurora ayuda a simplificar la administración operacional y contribuye en la maximización de la energía de la planta FV.

❖ Características Clave

El Administrador de Planta incluye:

- Sistema de administración de datos con puertos en serie y de Eternet para proporcionar el ingreso de datos para inversores, medidores y otros sensores.
- Repetidor RS-485 con aislamiento galvánico.
- Fuente de poder 24 VDC, 5ª.
- Carcasa NEMA 4 / 4x.
- Este sistema se puede utilizar en el sitio o desde un lugar remoto
- El sistema de monitoreo permite el análisis de producción, la evaluación del desempeño de la instalación y la detección de fallas según se detalla en la siguiente tabla:

TABLA IV-20 SISTEMA PARA DETECCIÓN DE FALLAS

RUBRO	TIPO DE ANÁLISIS
Producción de Electricidad	Por día, semana, mes y año. Por consumo de energía.
Información Meteorológica	Por radiación solar. Por temperatura ambiental o de los módulos. Por información del viento y de la lluvia.
Eficiencia de la producción	Por pérdidas no eléctricas identificadas. Por cálculos de energía nominal y tiempo de actividad.
Información para el programa de mantenimiento	Por identificación de fallas y ubicaciones muy precisas. Por supervisión del sub sistema eléctrico.

Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto

❖ Puntos de Monitoreo

• Señales de La Subestación

Uno de los controladores se localiza en la subestación. Este controlador cubre las siguientes funciones:

- Información proveniente del tablero MV.
- Controles para el tablero MV.
- Entrega/retiro de la energía activa-reactiva de la red (mediante el medidor de energía).
- Condiciones en que se encuentra el equipo eléctrico.
- Detección de falla.
- Administración de la interface con la salida de operación de la red.

- **Señales de la Centro de transformación**

Dos controladores se localizan en cada centro de transformación. El primer controlador centraliza la información proveniente de todos los sistemas de adquisición de la información (inversores administradores como un bus RS485). Además cubre las siguientes funciones:

- Corrientes y voltajes de cada inversor.
- Potencias y energía de cada inversor.
- Caja de protección DC empotrada en el inversor.
- Información meteorológica (dependiendo de la configuración).
- Inversor: condición de todas las fallas, falla de comunicación.
- Orden de inicio/orden de interrupción en el inversor.
- Configuración de los puntos de ajuste sobre el inversor (máxima IPPT/ángulo fase).
- Información meteorológica.

El segundo controlador cubre las siguientes funciones:

- Energía consumida por equipos auxiliares (mediante el medidor de potencia PM9C).
- Información proveniente del relevador de protección (SEPAM).
- Condiciones en que se encuentra el equipo eléctrico.
- Sistema UPS.
- Gabinete LV.
- Transformador MV: alarma y paro.
- En el UPS: estado, operación en la batería, batería baja, modo de derivación.
- Conexión de la red de potencia: falla MV, vigilante del relevador de protección.

- **Señales de los Inversores**

- Mediciones de corriente de cada string.
- Medición de voltaje (6 canales).
- Monitoreo de la temperatura interna.
- Monitoreo de la condición eléctrica : estado del interruptor de circuito (abierto/cerrado).
- Promedio al minuto de cada corriente de la string.
- Corriente total y corriente promedio total de la string.
- Voltaje promedio AB.
- Potencia activa/reactiva.
- Acumulación de energía en un minuto.

- **Servidores SCADA**

Los servidores SCADA:

- Reúnen y procesan información disponible del acoplador de línea de carga.
- Administran y archivan.
- Colocan la información a disposición del operador a través de interfaces WEB (cuadros sinópticos, tableros de instrumentos, reportes).
- Envían correos y/o mensajes de texto en caso de fallas.

FIGURA IV-34 EJEMPLO DE IMÁGENES GENERADAS POR EL SISTEMA DE MONITOREO



Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto

IV.14.3 Materiales en la etapa de funcionamiento

Los materiales a utilizar en la fase de operación estarán relacionados con el mantenimiento de: paneles, equipos eléctricos y mecánicos, líneas eléctricas y sistemas de protección.

La probabilidad de que los paneles puedan presentar fallos es muy baja, sin embargo si se da el caso pueda que requieran de la sustitución del dispositivo dañado; también los elementos estructurales pueden ser susceptibles a la corrosión y podría requerir del reemplazo de alguna pieza; otros componentes eléctricos y mecánicos también son objeto de reemplazo especialmente aquellos relacionados con el mecanismo de motorización de los paneles solares.

En la Línea de Mediana Tensión, los conductores pueden mostrar deterioro por calentamiento o deshilado, en ese caso se requerirá de la sustitución de la parte dañada. Es frecuente también el reemplazo de aisladores, amortiguadores y de otros elementos de sujeción del conductor.

Los postes son elementos que requieren poco mantenimiento, sin embargo en casos extremos estos podrían sufrir de corrosión del hierro estructural y por tanto es importante hacer inspecciones frecuentes.

IV.14.4 Mano de obra en etapa de funcionamiento

Tareas de mantenimiento requieren de personal especializado, para las tareas preventivas y correctivas del sistema de funcionamiento de la Planta Solar, que incluye revisión y mantenimiento paneles, inversor, centro de seccionamiento, contenedor inversor transformador, se contará con dos personas calificadas que permanecerán permanentemente en la planta.

Se requerirá mano de obra subcontratada para la limpieza, chapeo y descombre en la franja de servidumbre de conductores y el predio de la Planta. Esta tarea será periódica y coordinada, teniendo el objetivo de mantener el área del proyecto libre de vegetación que pueda interferir con el buen funcionamiento de la planta.

La planta será operada por solamente por 2 personas calificadas, 5 vigilantes, y las tareas periódicas específicas del mantenimiento de los equipos y de la Línea de Mediana Tensión se realizarán por medio de personal eventual subcontratado, alrededor de 10 personas.

IV.14.5 Abastecimiento de agua potable en la etapa de funcionamiento

El abastecimiento de agua tanto en la etapa de construcción como de funcionamiento del proyecto será por medio de pipas. En base a consumos promedio por persona/día, se han estimado los consumos de agua en la fase de construcción y de operación.

En la fase de operación, el mayor consumo resultará del funcionamiento del único servicio sanitario ubicado en las instalaciones. Para el suministro de agua del servicio sanitario se instalará una cisterna de 8 m³ por cada zona del proyecto, teniendo 3 en total.

Cabe destacar que el lavado de los paneles se realizará 1 vez al año, mediante la aplicación de agua purificada a presión, sin detergentes ni aditivos. El lavado de los paneles se requiere para eliminar el polvo que se va depositando en los mismos y que se encuentra en suspensión en el aire. Los periodos de limpieza se podrán alargar si la suciedad no es excesiva y no afecta al óptimo rendimiento de la planta. El volumen anual de agua estimada para el Proyecto se estima en 557.88 m³/año.

El sistema de limpieza de los paneles se realizará mediante un equipo automatizado que utiliza vapor de agua y un elemento mecánico de limpieza suave por arrastre. Esto permite disminuir el tiempo de limpieza y optimizar el consumo de agua y energía. Como consecuencia, no hay generación de aguas residuales en el proceso. El agua potable será abastecida por medio de pipas y se almacenará en la cisterna como se mencionó anteriormente. Para la limpieza de los módulos se realizará con unos equipos externos de limpieza tipo barredora de limpieza de paneles solares (Ver “Anexo Técnico 7: Hoja Técnica de Equipo de Limpieza Propuesto”).

A continuación un cálculo aproximado de consumo de agua en etapa de funcionamiento para un año. Los resultados de los cálculos evidencian que el proyecto tendrá un bajo consumo de agua, los cálculos estimados se presentan en la tabla siguiente:

TABLA IV-21 CONSUMO DE AGUA EN ETAPA DE OPERACIÓN PARA UN AÑO

PERSONAL	TURNO	DOTACIÓN (L/P/DÍA)	DÍAS EN EL AÑO	LITROS	M3
Personal mantenimiento y control (2 personas)	1	160*	365	58,400	58.40
Vigilancia (5 personas)	3	400*	365	438,000	438.00
Riego (Mantenimiento zonas verdes)	1	212	260	55,120	55.12
Limpieza de Módulos (Mantenimiento equipos)	1	212	30	6,360	364.00
m³ totales en el año=					915.00

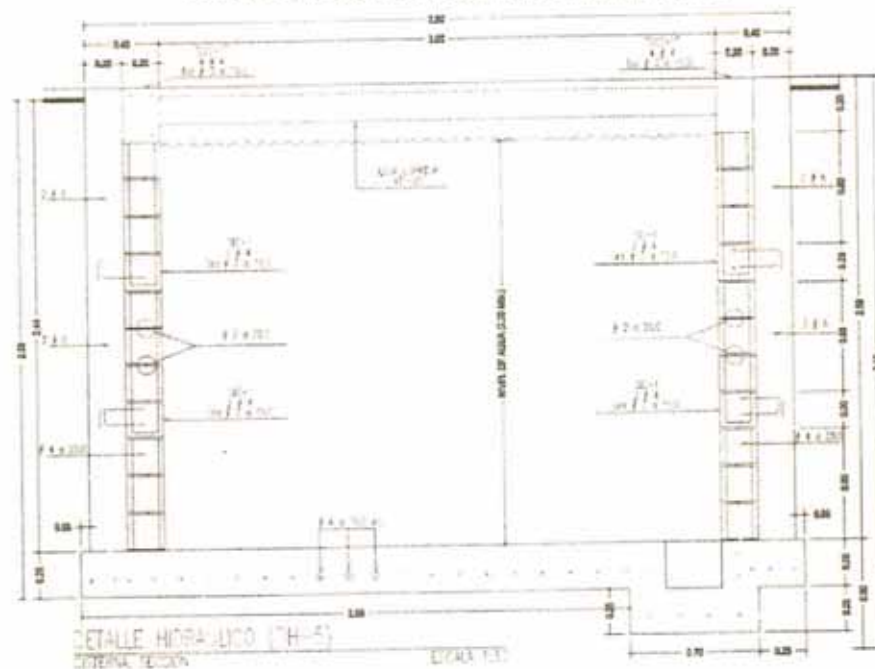
Dotación 80 l/p/turno, Fuente: Elaboración Eco Ingenieros.

Dividido entre 8 m³ que tiene de capacidad el camión cisterna, se tiene un estimado de compra de agua de 1 pipa al mes en estación lluviosa, y 3 a 4 en la estación seca.

IV.14.5.1 Almacenamiento de agua potable

Para el almacenamiento del agua durante la etapa de funcionamiento del proyecto, se contará con 3 cisternas de 8m³ de capacidad, ubicadas una por cada zona del proyecto. En las siguientes imágenes se presentan algunos detalles constructivos que tendrán las cisternas, en el “Plano 3” se detalla su ubicación dentro de la planta.

FIGURA IV-35 DETALLE DE CISTERNA TIPO



Fuente: Elaboración Eco Ingenieros

IV.14.6 Drenaje de aguas lluvias

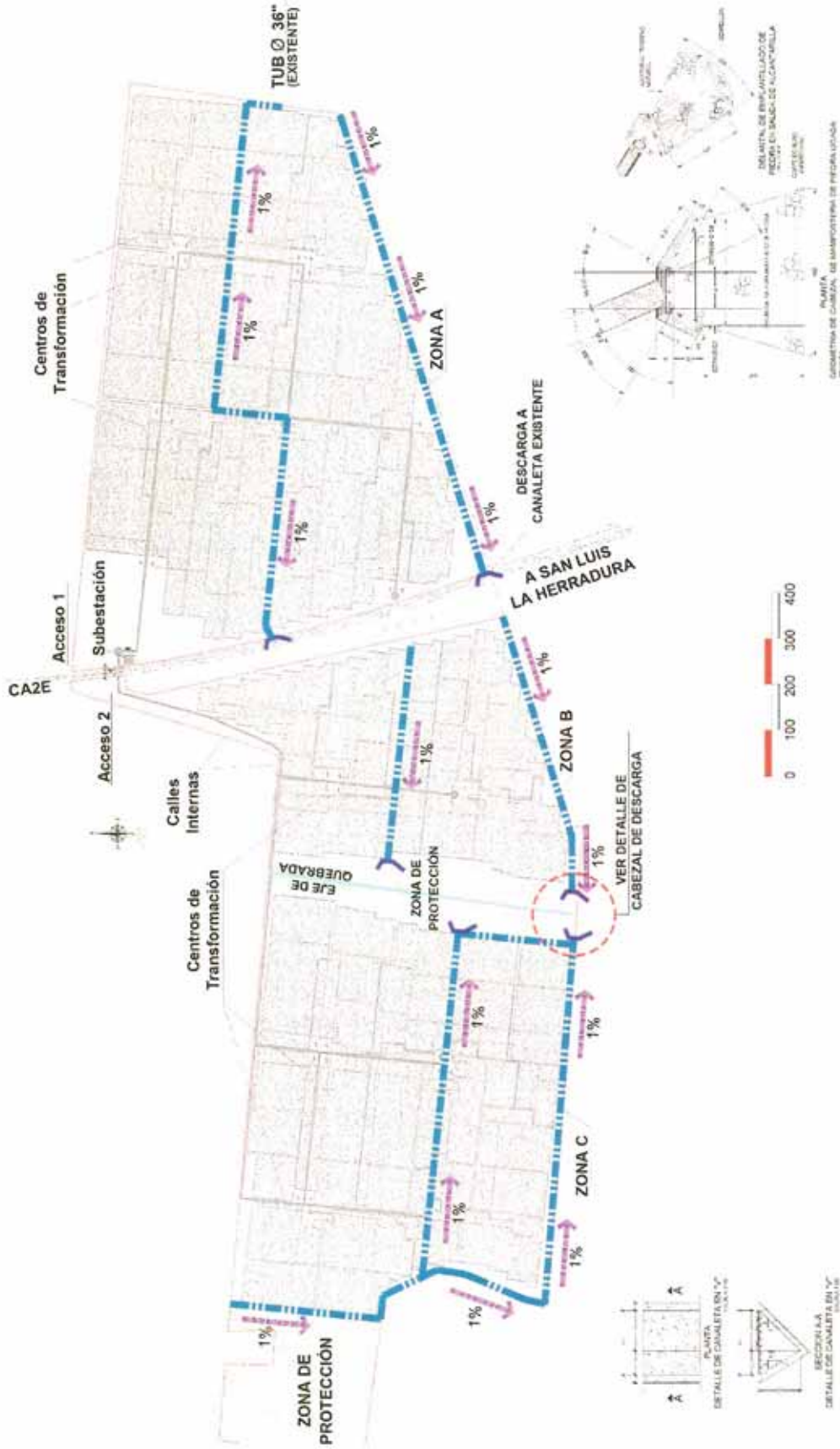
Como se mencionó anteriormente, la quebrada Las Micas, atraviesa el Proyecto en su Zona B, al lado Occidental de la carretera hacia San Luis La Herradura, como se puede apreciar en las siguientes figuras. Dicha quebrada conforma una función importante como parte del drenaje natural del terreno, ya que la topografía del terreno en las porciones identificadas como "Zona B" y "Zona C", se presta para drenar las aguas naturalmente hacia la misma, corriendo las aguas en dirección Noroeste a Sureste desde la "Zona C" y de Noreste a Suroeste desde la "Zona B".

Así Mismo parte de las aguas de la "Zona C" drenan también hacia el Oeste del terreno, buscando el antiguo cauce del río Jiboa. En el caso del extremo Oriental del Proyecto, identificado en la siguiente figura como "Zona A", el drenaje natural del terreno se da hacia el Sur.

La zona la zona B y C serán drenadas mediante canaletas a cielo abierto hacia la quebrada al centro del terreno; La zona A drenará también a canaletas a cielo abierto hacia dos zonas, la zona oriente hacia quebrada sin nombre, que está entubada con una tubería de 36" al oriente del terreno y el resto, una pequeña porción a la canaleta sobre la carretera.

En la siguiente figura se representa un concepto básico del drenaje del terreno, ilustrando la descripción de los drenajes por cada zona del proyecto.

FIGURA IV-36 CONCEPTO DE DRENAJE DEL TERRENO

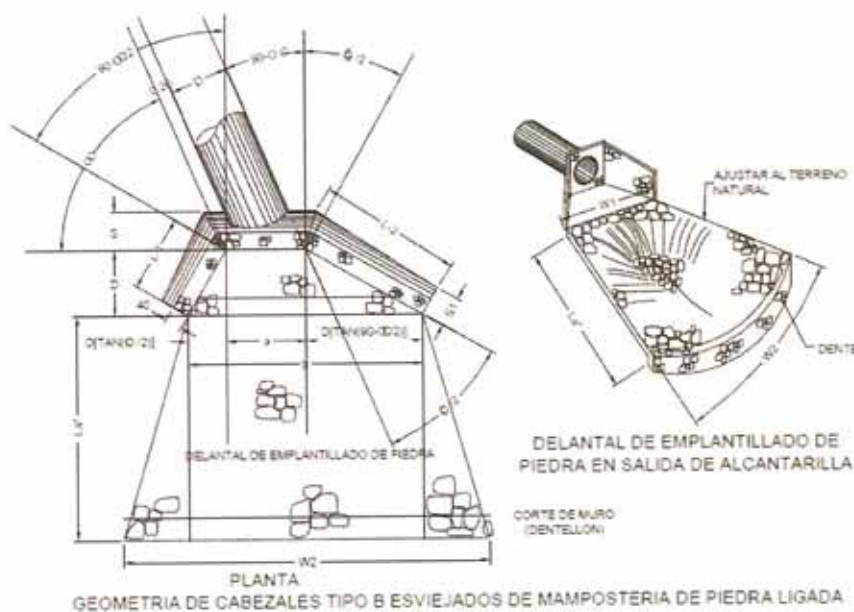


Fuente: Edición Eco Ingenieros en Base a Estudio Topográfico ETE

00000066

En los puntos de descarga se ubicarán obras de descarga como se indica a continuación. (Ver figura 4-36). Se instalarán cinco cabezales de descarga.

FIGURA IV-37 ESQUEMA DE CABEZAL DE DESCARGA DE CANALETA



Fuente: Elaboración Eco Ingenieros

IV.14.6.1 Descarga de agua de la subestación y edificios de apoyo

Las aguas lluvias de los edificios serán canalizadas mediante canales en el techo hacia una bajada en una de las esquinas y bajadas intermedias, según el diseño final. El agua de los patios impermeabilizados, zonas verdes, aceras y estacionamientos drenará hacia las cunetas. Todas las superficies tendrán una pendiente igual o mayor al 1% para facilitar el movimiento del agua hacia la canaleta.

IV.14.7 Manejo de aguas residuales

IV.14.7.1 Aguas residuales ordinarias

Durante la etapa de funcionamiento se requerirá un sistema de drenaje y tratamiento de aguas servidas que dará servicio a los sanitarios, se contará con 3 fosas sépticas, ubicadas una por cada Zona del proyecto (En el "Plano 3: Plano de Conjunto del Proyecto" se presenta la ubicación de cada una). Posteriormente el efluente tratado irá hacia una zanja filtrante o

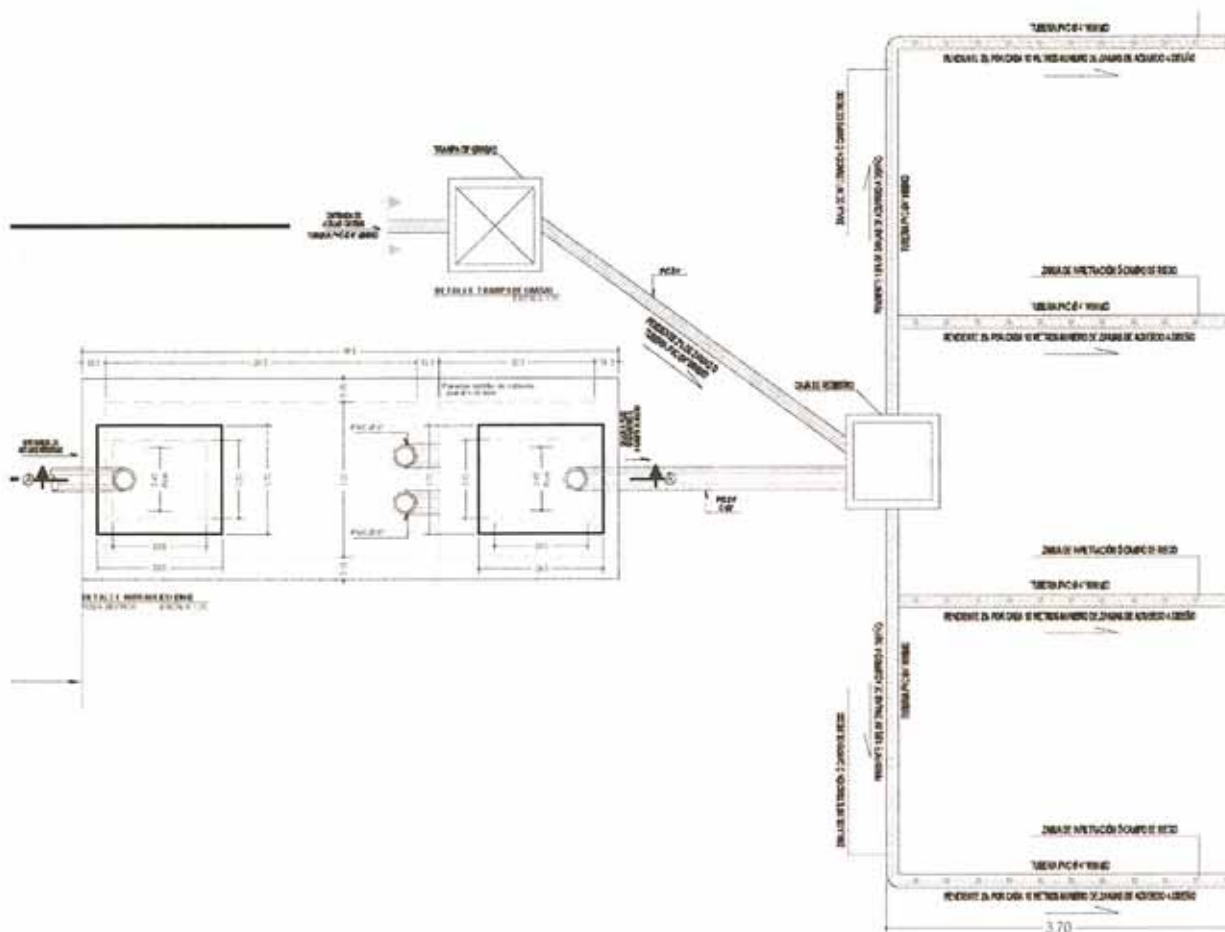
campo de riego. Los lodos residuales serán evacuados al menos cada dos años¹⁵ dependiendo de la eficiencia del tratamiento. Un esquema de la fosa se presenta en la siguiente figura y tabla. En el “Plano 7: Detalle de Fosa Séptica Tipo”, se presenta mayor detalle de la fosa séptica.

TABLA IV-22 DIMENSIÓN DE FOSA SÉPTICA

PERSONAS	DIMENSIONES EN METROS			
	A	B	C	D
6	2.00	1.00	1.00	1.80

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistema de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

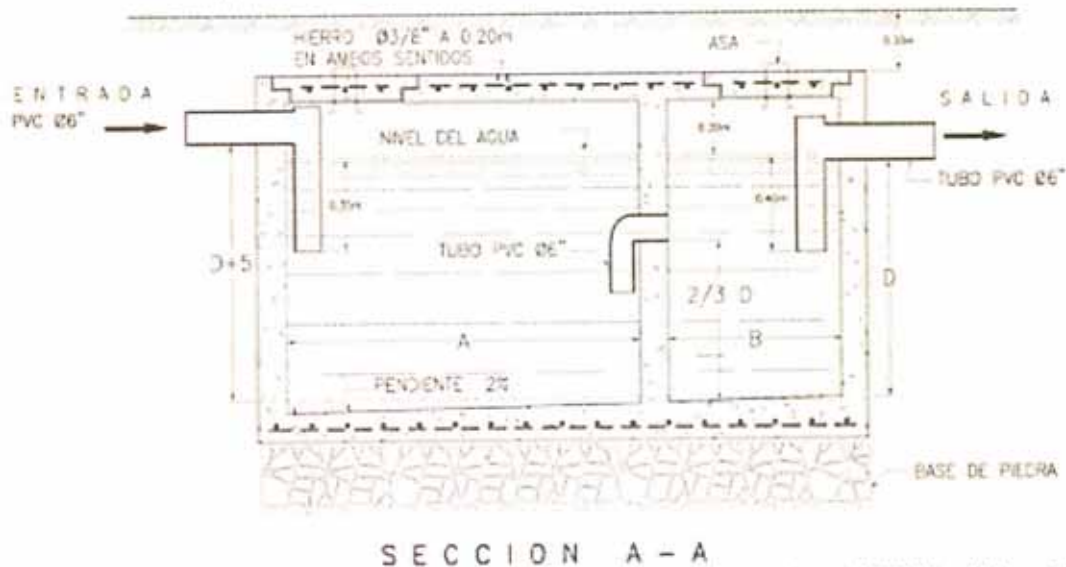
FIGURA IV-38 DETALLE DE FOSA SÉPTICA VISTA SUPERIOR



Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistema de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

¹⁵ Por una empresa certificada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para este fin.

Figura IV-39 Detalle en Elevación de Fosa Séptica Tipo



Fuente: *Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistema de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.*

Debido a que el nivel freático se encuentra bastante superficial, 1.50m y 5.50, se instalará una zanja filtrante o campo de riego, que es lo que recomienda el Ministerio de Salud, cuando hay niveles de manto freático arriba de 5 m en la estación lluviosa.

El efluente se dispondrá a través de las zanjas en el subsuelo, permitiendo su oxidación y disposición. La profundidad de las zanjas se determina de acuerdo con la elevación del nivel freático y la tasa de infiltración. La profundidad será de 0.60 metros, procurando mantener una separación mínima de 1,20 metros entre el fondo de la zanja y el nivel freático, condición que se cumple pues el nivel freático se encuentra a 5 m de profundidad.

El diseño se basa en los siguientes criterios técnicos:

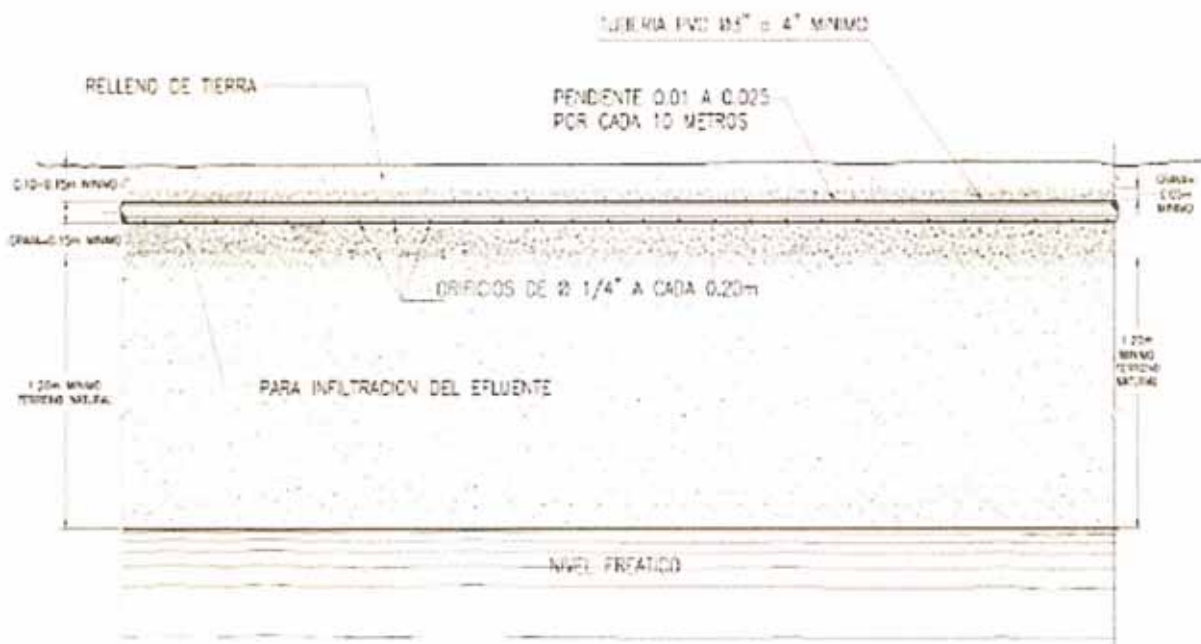
- El número mínimo de líneas de tubería será de dos.
- La longitud máxima de línea será de 30 metros.
- Separación mínima entre líneas de tubería será de 1,80 metros.
- La profundidad de las zanjas varía de 0,45 - 0,60 metros.
- El ancho de la zanja debe ser de 0,45 metros como mínimo.

La pendiente de las tuberías será de 0,01 – 0,025 metros por cada 10 m. Longitud de Tuberías será de 1,5 metros/persona

Consideraciones de instalación:

- a) Debe respetarse las propiedades de absorción del suelo.
- b) Para determinar la longitud de la tubería de drenaje se recurre a la prueba de infiltración.
- c) Las tuberías que comúnmente se usan son de 3 y 4 pulgadas.
- d) Las tuberías deberán ser perforadas con dos líneas paralelas de orificios en su parte inferior de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro, a cada 20 centímetros.
- e) No deben excavar las zanjas cuando el suelo este húmedo.
- f) El tamaño de grava a utilizar en el filtro es de 1,2 – 6,3 centímetros. No debe utilizarse material fino, para evitar obstrucción.
- g) La altura mínima de grava a colocar bajo los tubos es de 0,15 – 0,20 metros.
- h) Colocar por lo menos 30 centímetros de grava bajo el tubo cuando haya árboles o arbustos a 3 metros de distancia.
- i) Se recomienda que la excavación se realice en forma manual.
- j) La compactación debe realizarse manualmente y sobrellenada con 0,10 – 0,15 metros de tierra.
- k) La colocación de los tubos dependerá de la topografía.

FIGURA IV-40 ESQUEMA DE ZANJA DE INFILTRACIÓN

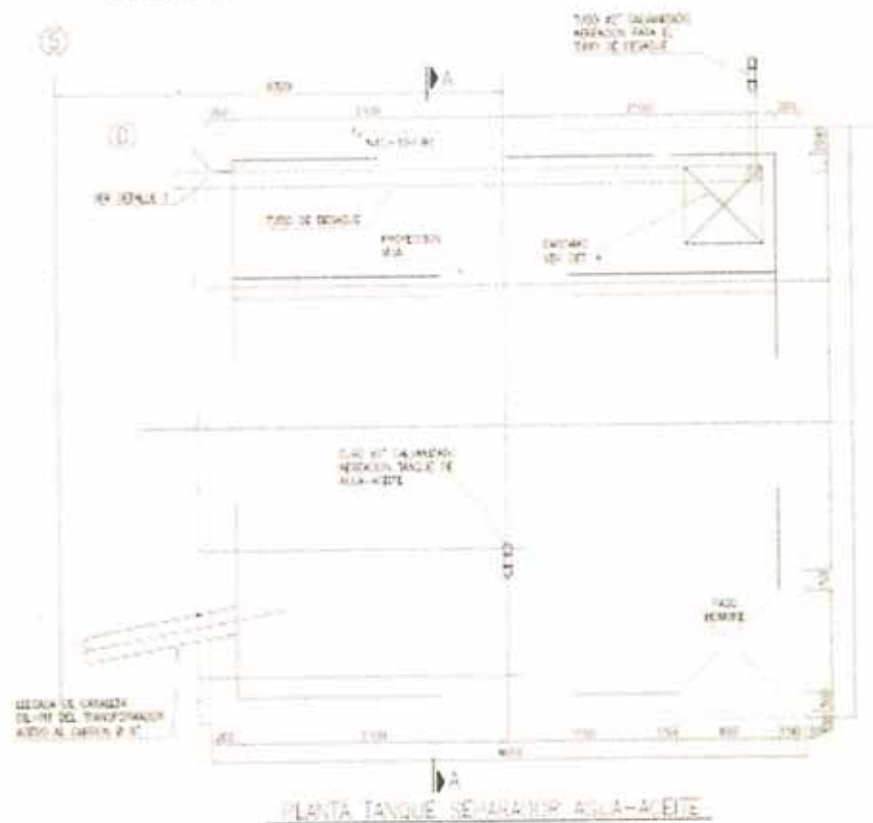


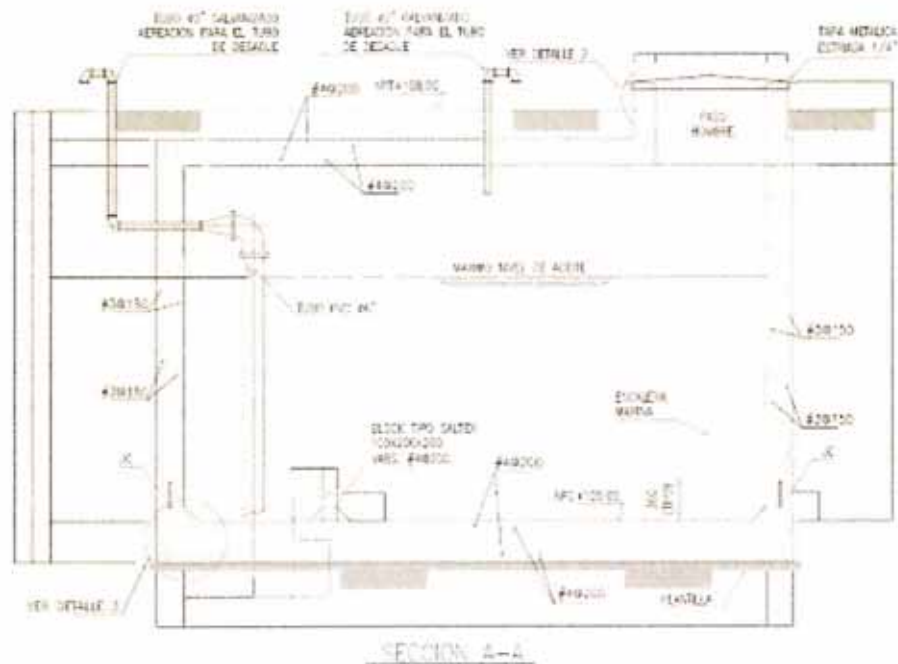
Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistema de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

IV.14.7.2 Aguas residuales de tipo especial

Se contará con un tanque separador agua aceite con capacidad para 30 m³ para drenar el agua que pudiese tener contacto con los aceites de los equipos, este se instalará en el espacio de la subestación. Un detalle del separador se presenta en la siguiente imagen.

FIGURA IV-41 DETALLE DE SEPARADOR AGUA-ACEITE





Fuente: Eco Ingenieros

Como se observa en la figura por diferencia de densidades el agua flota sobre el aceite. El Agua sin aceite es extraída del separador por una tubería desde el fondo del mismo.

IV.14.8 Energía eléctrica

En la fase de operación el suministro de energía provendrá del mismo sistema de generación fotovoltaico. Se requerirá de energía para el consumo de la caseta de seguridad, iluminación, equipos de control, entre otros. Los paneles móviles se accionan con energía.

IV.14.9 Manejo de desechos y residuos en etapa de funcionamiento

En la etapa de funcionamiento se generarán muy pocos desechos los cuales provendrán del mantenimiento de la planta y limpieza de maleza que se genere en el área del proyecto.

Al igual que en la fase de construcción, se generarán sobrantes de las piezas de recambio: aisladores, perfiles metálicos, pedazos de conductores, herrajes estropeados. Eventualmente también se generarán materiales de embalaje y empaque de equipos y materiales eléctricos.

La presencia humana genera residuos sólidos consistentes principalmente en desechos de empaques de alimentos y de materia orgánica (residuos de alimentos). Cada trabajador será responsable de depositar adecuadamente sus desechos personales, para lo cual se contará con depósitos ubicados en diferentes zonas de la planta.

TABLA IV-23 DESECHOS PREVISTOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

DESECHO GENERADO	CANTIDAD (KG/AÑO)	TIPO DE DESECHOS	TRATAMIENTO PROPUESTO	EMPRESA/INSTITUCIÓN A LA QUE SE ENTREGAN
Desechos Sólidos de la planta	N/A La garantía del equipo es de hasta 20 años	Equipo dañado (aluminio, acero, vidrio)	Entrega a Terceros, reciclaje	RECIMAFE, S.A. DE C.V.
Desechos Sólidos generados por personal ¹⁶	3,426	Papel, cartón, orgánico	Entrega a Terceros	Llevada por transporte privado a PULSEM

Fuente: Elaboración Eco Ingenieros

Los desechos serán retirados por el servicio contratado de camiones y serán entregados al relleno sanitario de La Libertad, administrado por la empresa PULSEM S.A. de C.V., para lo cual se cuenta con carta de factibilidad en “Anexo Técnico 1B”.

Los lodos de la fosa séptica serán recolectados por la empresa que realice el mantenimiento de la misma cada dos años, la cual estará autorizada por la Alcaldía Municipal.

IV.14.9.1 Manejo de Desechos de Tipo Especial

Los desechos de tipo peligroso que se prevé se generarán durante la etapa de funcionamiento del proyecto son principalmente lodos del separador agua/aceite, trapos y papeles con residuos de aceites y algunos recipientes vacíos que hayan contenido aceites.

Respecto a los lodos con residuos de aceite que se obtendrán de la trampa de aceites, serán separados durante las actividades de limpieza de la trampa (cada 6 meses) y almacenados en barriles plásticos para su tratamiento, a través de empresas dedicadas a ello, tales como la empresa Geocycle.

Los trapos, papeles y recipientes con residuos de aceites, también serán almacenados temporalmente en recipientes plásticos debidamente tapados y rotulados en zonas que drenen al separador. Se dispondrán adecuadamente a través de empresas especializadas.

El tratamiento de desechos por parte de la empresa antes mencionada, tendrá los siguientes costos:

- El tratamiento de desechos como trapos, plásticos, cartón, papel, arenas usadas para la limpieza de algún derrame, etc., tendrá un costo anual de estimado de \$60.13.
- El transporte anual de desechos peligrosos, tendrá un costo de \$275.00
- El costo total anual de la medida, se estima de \$335.13.

Ver tablas del Programa de Manejo Ambiental.

¹⁶ Calculado en base a criterios de la Organización Panamericana de La Salud, en Latinoamérica, se estima que cada persona genera 1.2 Kg por día. Calculado para 7 empleados 365 días al año y 10 empleados temporales.

IV.15 ETAPA DE CIERRE

La instalación está prevista para operar por al menos 25 años. Se prevé ir reemplazando eventualmente los paneles que no produzcan energía en la misma capacidad, los cuales tienen una garantía por parte del fabricante, de al menos 10 años.

Así mismo, una planta solar incluye tres elementos fijos: la estructura, los paneles, y los equipos eléctricos. El 99% de estos elementos es reciclable. La desinstalación, y por lo tanto el regreso a las condiciones previas del sitio son muy sencillos

Si se diese la etapa de cierre de operaciones se realizarán las siguientes actividades:

- Retiro de cables, paneles y equipos.
- Retiro de edificaciones modulares o contenedores.
- Desmontaje de soportes metálicos (seguidores), para ser reutilizados o vendidos como chatarra.
- Demolición de pisos de concreto y mampostería.

V DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACTUAL, DE LOS COMPONENTES FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL Y ÁREA DE INFLUENCIA (ENTORNO)

Dentro de la descripción del medio ambiente del terreno del proyecto y su área de influencia, se tomaron en cuenta los siguientes elementos: medio físico, medio natural y socioeconómico. Dentro del medio físico se consideran aspectos climáticos, topográficos, hidrología, geología y suelos; en el medio natural se encuentran los elementos bióticos (flora y fauna); y perceptuales (el paisaje y las vistas predominantes) y en lo socioeconómico se contempla uso de suelo, generación de empleo, servicios básicos e infraestructura. Los aspectos antes mencionados son básicos para el análisis de sitio y detectar la problemática ambiental actual.

La definición del área de influencia para el estudio de cada aspecto tratado dependerá de la afectación que el proyecto tenga sobre dichos aspectos, el requerimiento que demande para su buen funcionamiento, la incidencia en la población y la repercusión para la zona.

A continuación se describen detalladamente cada uno de los Aspectos Ambientales.

V.1 MEDIO FÍSICO

V.1.1 Clima

El Salvador por su posición latitudinal, entre 13°09' y 14°27' latitud norte, está bajo la influencia del clima del cinturón tropical, en donde dominan los procesos periódicos diarios y la circulación local. Otro factor importante es la preponderancia del mar sobre la tierra, ya que actúa como amortiguador de las fluctuaciones térmicas, así como fuente de humedad que imprime a la zona un clima de carácter marítimo, sobre todo en las partes meridionales.

La orografía, principalmente la cadena montañosa central, es otro factor que condiciona el clima y principalmente el efecto de las corrientes atmosféricas, por lo que la mayor parte del año, El Salvador queda a sotavento de los alisios del noreste o de los "nortes".

Según Köppen, Sapper y Lauer, al Municipio El Rosario La Paz se clasifica como Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente (0-800 msnm) la elevación promedio del municipio es de 92 msnm.

Considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como "Bosque húmedo subtropical (con biotemperatura < 24 °C, pero con temperatura del aire, medio anuales > 24 °C).

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de promedios mensuales de las variables climáticas más importantes registradas en la Astoria P-11.

TABLA V-1 RESUMEN DE PROMEDIOS MENSUALES DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA ASTORIA (P11), DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Parámetros	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Precipitación (mm)	2	1	13	31	151	332	213	324	341	244	53	10	1607
Temperatura Prom. (°C)	26.1	25.8	26.8	27.8	27.3	26.4	27.0	26.6	25.8	26.1	26.4	26.4	26.5
Temp. Máx. Promedio (°C)	28.6	28.2	28.9	29.3	29.1	28.4	28.6	28.4	27.6	27.6	28.2	28.2	28.4
Temp. Mín. Promedio (°C)	24.0	23.8	25.2	25.8	25.0	24.5	25.0	24.6	24.1	24.3	24.9	23.7	24.6
Temp. Máx. Absoluta (°C)	37.1	37.7	37.7	37.7	36.7	35.6	36.6	36.0	34.6	34.7	35.8	36.0	38.6
Temp. Mín. Absoluta (°C)	17.5	17.2	19.2	19.8	21.5	21.1	20.7	20.7	20.3	20.6	19.8	18.1	14.4
Velocidad Viento Km/h	9.3	10.1	9.7	9.5	8.2	7.1	7.3	6.7	6.4	6.2	7.1	8.5	8.1
Humedad Relativa (%)	63	61	66	67	75	80	76	80	84	80	73	66	72
Evapotranspiración potencial	149	148	177	183	177	159	173	164	141	146	138	142	1897

Ubicación: Latitud Norte 13°27', longitud Oeste 89°03'. Elevación 40 msnm

Fuente: Plan de Desarrollo Región La Paz,

El clima es cálido. De acuerdo a la Dirección General del Observatorio para la Gestión Ambiental (DGOA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la temperatura en el municipio suele moverse entre los 30 y 35oC.

Los rumbos de los vientos son predominantes del norte, durante la estación seca y del este/sureste en la estación lluviosa, la brisa marina ocurre después del mediodía, siendo remplazada después de la puesta del sol por una circulación tierra-mar (rumbo norte/noroeste) la velocidad promedio anual es de 8 Km/h.

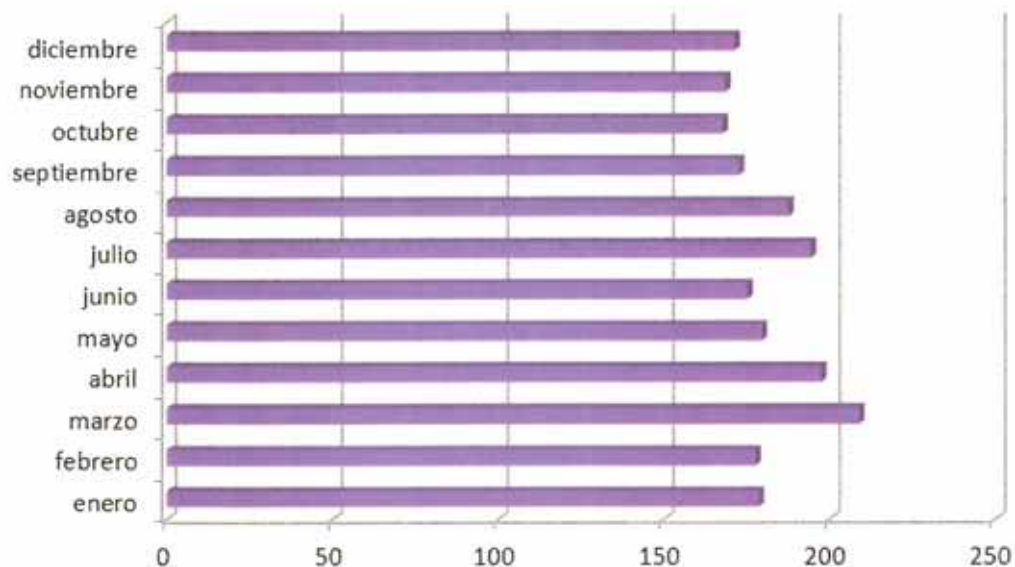
V.1.1.1 Radiación solar

La empresa SolarGIS¹⁷ realizó un análisis para valorar la Irradiación Horizontal Global (“GHI”) disponible en el sitio. Para llevar a cabo tal análisis, SolarGIS utiliza las imágenes de satélite de 14 años y cruza esta información con los datos del clima y del tiempo. Esta metodología es una de las más exactas y proporciona la menor cantidad de incertidumbre en la información como se ilustra en la siguiente tabla que compara las diversas metodologías disponibles en el mercado.

Basados en el GHI, se hizo un análisis de producción considerando el diseño específico de la planta. Este análisis de producción fue conducido utilizando el programa de referencia solar PVSyst.

GRÁFICO V-1 PRODUCCIÓN PREVISTA

GHI Diario



Fuente: Estudio de Factibilidad “Providencia Solar 1”

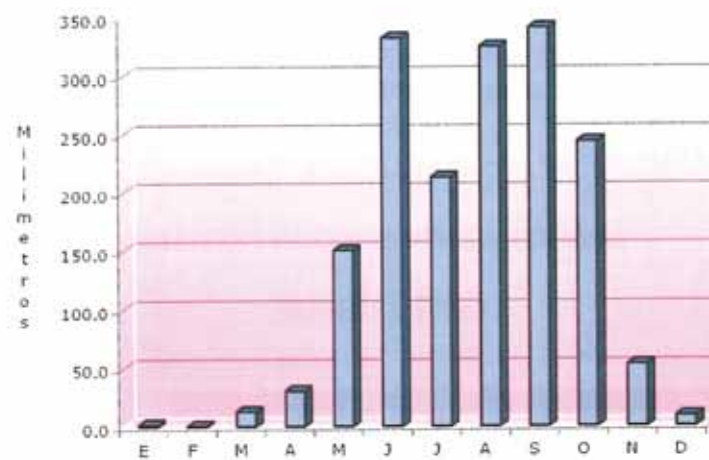
¹⁷ SolarGIS es un sistema de información geográfica diseñado para satisfacer las necesidades de la industria de la energía solar.

V.1.1.2 Precipitación

La precipitación pluvial dentro del municipio El Rosario oscila entre 1600 a 2000 mm de acuerdo a registros mayores de 15 años, donde la precipitación mínima corresponde a los meses de enero y febrero.

El siguiente gráfico refleja los promedios mensuales de precipitación en la Estación Astoria (P11) que se encuentra a 5.2 km al poniente del sitio del proyecto.

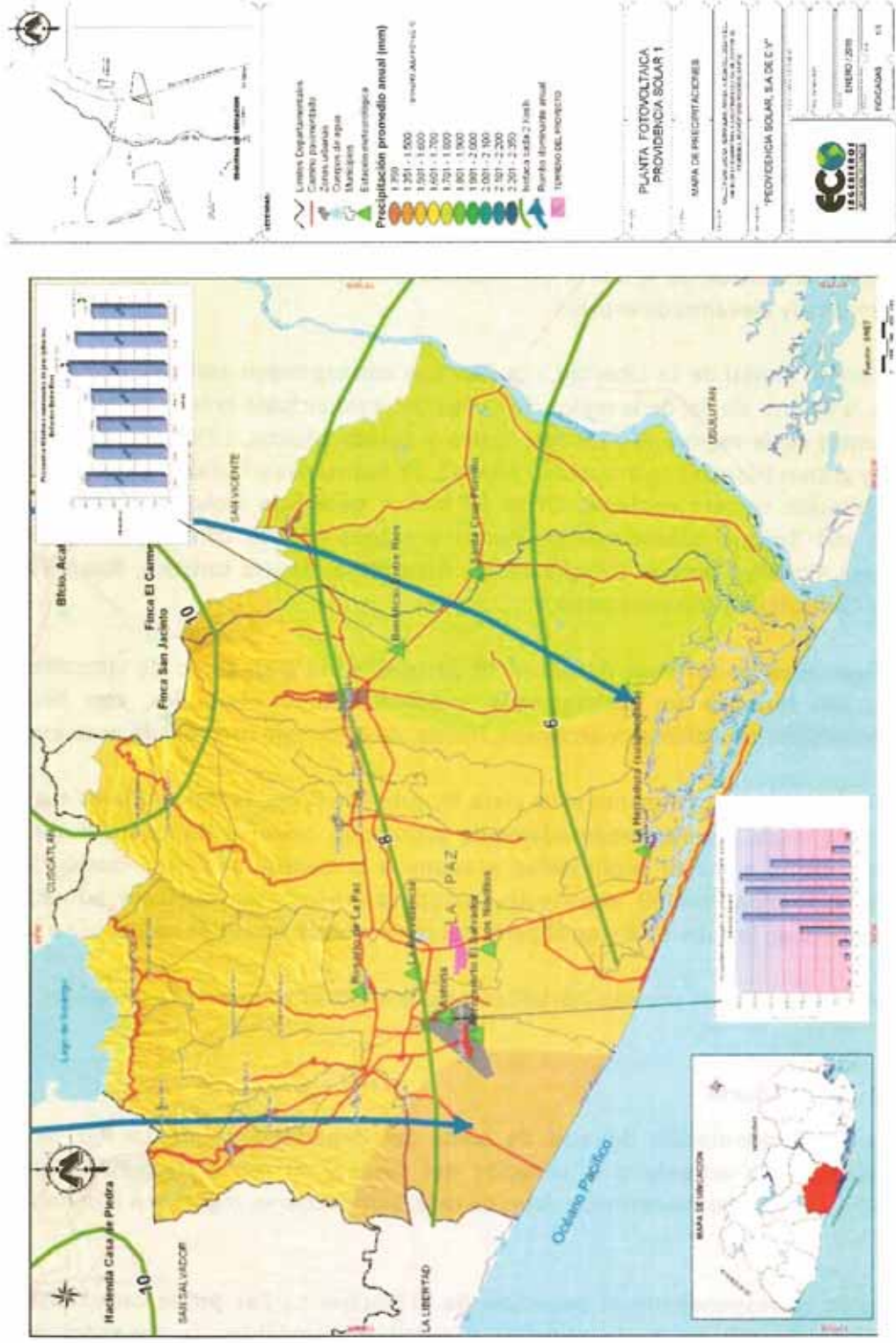
GRÁFICO V-2 PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN (1970-1979). ESTACIÓN ASTORIA (P11)



Fuente: Plan de Desarrollo Región La Paz, 2012.

En el plano de ubicación de precipitaciones se puede identificar más detalladamente el sitio del proyecto de acuerdo al cual se encuentra entre 1800 a 1600 mm anuales.

FIGURA V-1 PLANO DE PRECIPITACIONES EN LA REGION DEL PROYECTO



Fuente: Plan de Desarrollo Territorial. Epyypsa, Iberinsa, MARN, MOP, 2012

V.1.2 Suelo

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Región La Paz, la aptitud de los suelos al oeste de la región es primordialmente suelos agrícolas adecuados para el cultivo permanente. Presencia de pequeños parches de suelos sin limitaciones para cualquier tipo de cultivo. Estos parches se localizan a lo largo de las planicies aluviales y las estribaciones de la cadena costera y cadena volcánica reciente. Suelos con fuerte limitaciones para uso agrícola se encuentran principalmente en el Estero de Jaltepeque y cráter Volcán de San Vicente. En la porción de la Sierra del Bálsamo que se localiza en la región se observan problemas muy elevados de erosión.

En la Llanura aluvial de La Libertad - La Paz, que corresponden aproximadamente a más 60% de la llanura aluvial de la región de La Paz (No está incluido la zona de manglares que está dentro de la región) el 71% son Pastos y granos básicos, 13% Caña de azúcar, 7% Pastos y granos básicos con arbustos y árboles, 2% Forestales y frutales, 2% áreas urbanas, 1% vegetación costera ecotonal. Otras de menor superficie incluyen, Pastos y granos básicos con Bosque Subcaducifolio, Pastos y granos básicos con Bosque Caducifolio, Musáceas, Frutales, Bosque Subcaducifolio, Área litoral de uso turístico, Bosque Aluvial, Bosque Caducifolio y Bosques salados.

Específicamente los terrenos del proyecto pertenecen al gran grupo de latosoles arcillo rojizos, son terrenos sin pedregosidad, moderadamente profundos, con horizontes superficiales franco arcillosos y arcillosos, friable, de color café oscuro y de poco espesor.

La clase de suelo predominante es la clase III, subclase IVes₂, la topografía es suave, con pendientes entre 2 y 3%; moderadamente profundos; texturas franca arcillosas en los primeros 30cm, a mayor profundidad predomina la textura arcillosa; erosión ligera a moderada; drenaje natural imperfecto, en época lluviosa son bastante húmedos; sin pedregosidad en la superficie y en el perfil del suelo, con fertilidad de moderada a baja.

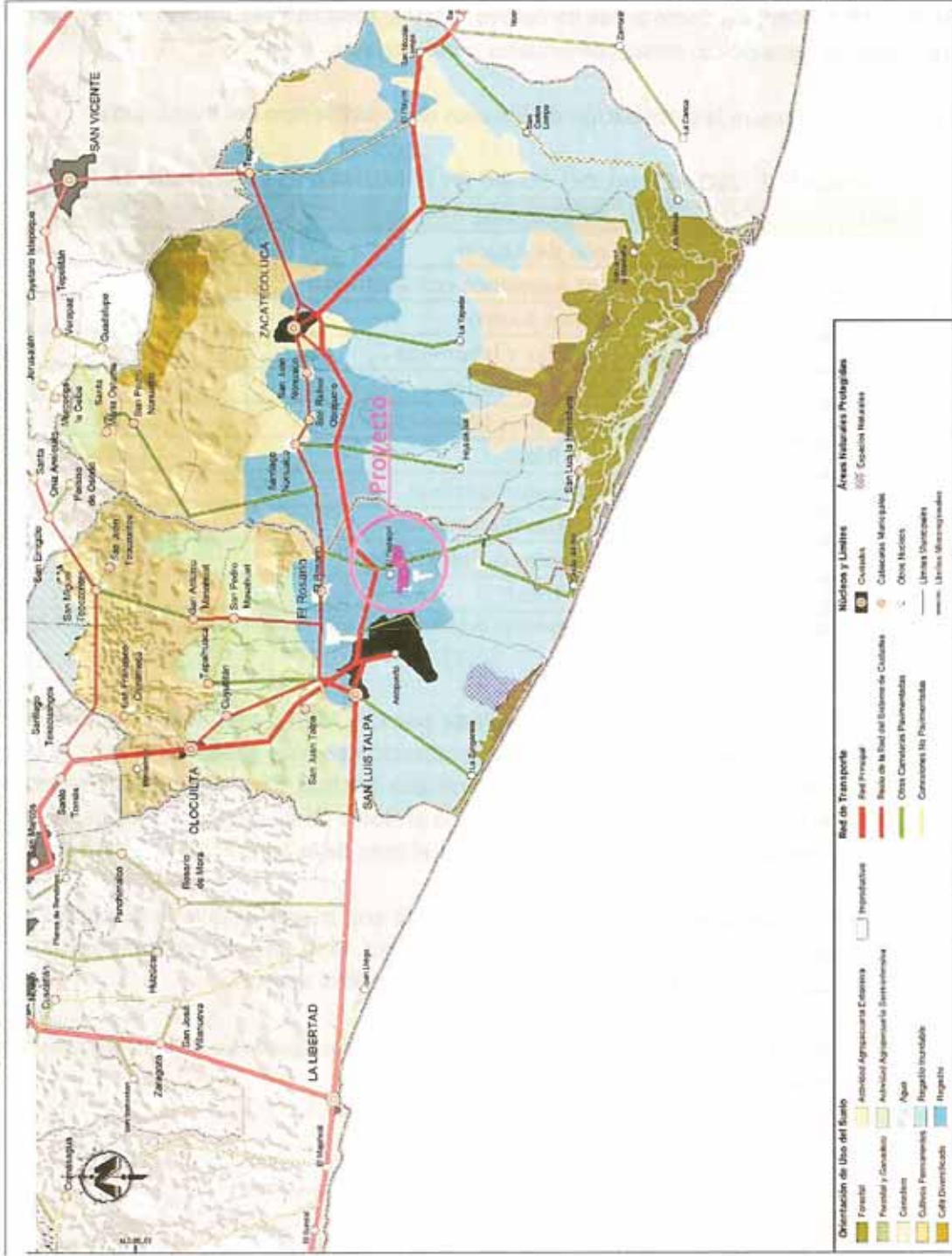
Son aptos para cultivos anuales, hortalizas, pastos mejorados, forestales o frutales.

V.1.2.1 Uso de Suelo

Dentro de la orientación del uso de suelo del departamento de La Paz se tienen características de acuerdo a la vocación del suelo y su uso predominante: forestal, ganadero, cultivos permanentes, cultivo de café, agropecuario, regadíos e inundables. Ver *Figura V-2*.

La porción correspondiente al municipio de El Rosario La Paz posee características de orientación de uso de suelo regadíos y regadíos inundables, la zona del proyecto corresponde a la primera clasificación.

FIGURA V-2 ORIENTACIÓN DEL USO DE SUELO EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ



Fuente: Elaboración propia, Eco Ingenieros en base a Plan de Desarrollo Región La Paz, 2015.

El uso del suelo del municipio de El Rosario es predominantemente agrícola, donde uno de los principales es el cultivo de la caña de azúcar con una área de 14.43 Km², Granos básicos 13.20 Km², así como áreas de cultivo, pastos, zonas de vegetación, lagos, lagunas y lagunetas de agua dulce, zonas comerciales o industriales.

La *Tabla V-2* muestra la distribución de los usos de suelo dentro del municipio.

TABLA V-2 USO ACTUAL DEL SUELO EN EL MUNICIPIO EL ROSARIO LA PAZ

NO.	CATEGORÍA	ÁREA (KM2)
1	Caña de Azúcar	14.43
2	Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	7.19
3	Granos básicos	13.20
4	Lagos, lagunas y lagunetas	0.23
7	Pastos Cultivados	6.37
8	Plantaciones de Bosques Mono-especifico	0.015
9	Ríos	1.18
10	Tejido Urbano Continuo	0.83
11	Tejido Urbano Discontinuo	1.55
13	Zonas Comerciales o Industriales	0.58
	Total	45.64

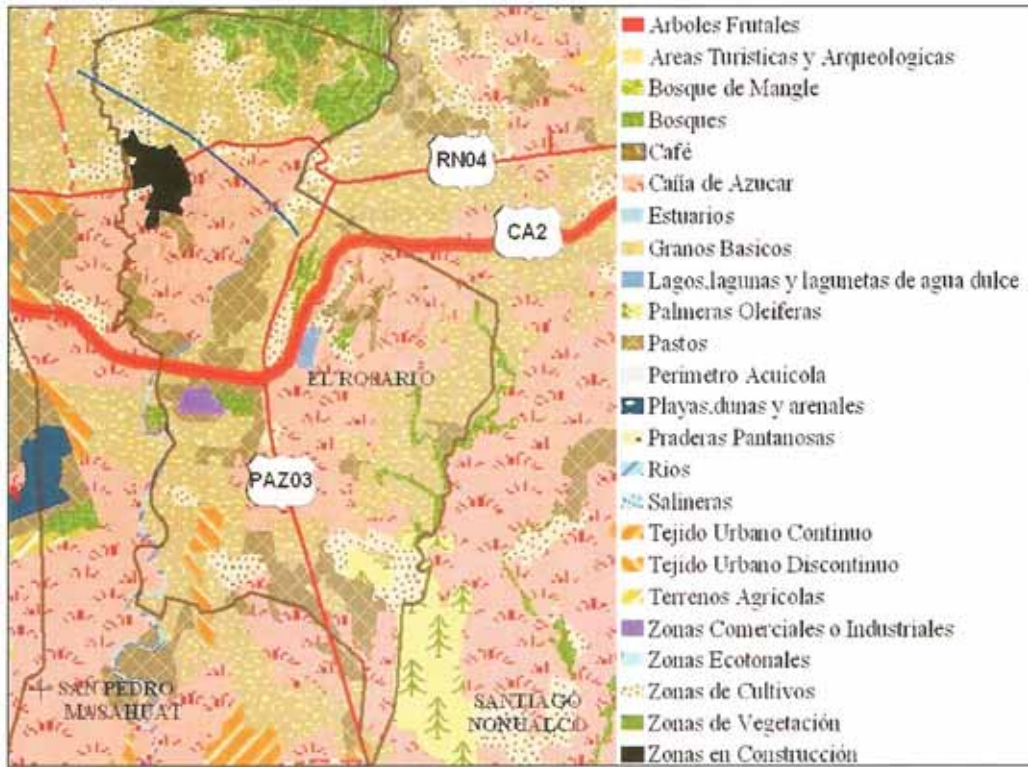
Fuente: Plan de Gestión de Riesgo de Desastres del Municipio de El Rosario La Paz, PFGL, ISDEM 2014

De acuerdo a la Calificación de Lugar emitida por OPLAGEST para Proyecto Providencia Solar, estos se encuentran ubicados en la Localización L3, con grado de urbanización U3, cuyos usos de suelos permitidos son el rural con aptitud para agricultura extensiva e intensiva y el industrial condicionado. De hecho al Norte de la ubicación propuesta para el Proyecto se encuentran usos industriales, tal es el caso de la Zona Franca El Pedregal.

En la figura V-3 de la siguiente página, se muestra con mayor detalle la ubicación de los distintos usos de suelo en el municipio de El Rosario, indicando la predominancia de los cultivos de caña de azúcar y granos básicos como se podrá apreciar.

La zona presenta usos combinados, habitacionales, agropecuarios e industriales, así como comercial en la cercanía de la carretera litoral.

FIGURA V-3 USO DE SUELOS EL ROSARIO LA PAZ



Fuente: Elaboración en base a mapa de ocupación actual del suelo región La Paz, Proyecto Regional de Ordenamiento Asociativo en la región La Paz. PROA La Paz.

El uso de suelo en el terreno se muestra en la siguiente fotografía que es de predominancia de cultivo de caña en la “Zona A” del Proyecto, pero que actualmente está en desuso debido al inicio del proyecto y los terrenos B y C que no tiene un uso definido y se utilizan actualmente como pastizales.

FOTOGRAFÍA V-1 USO DE SUELO DEL TERRENO (ZONA A)

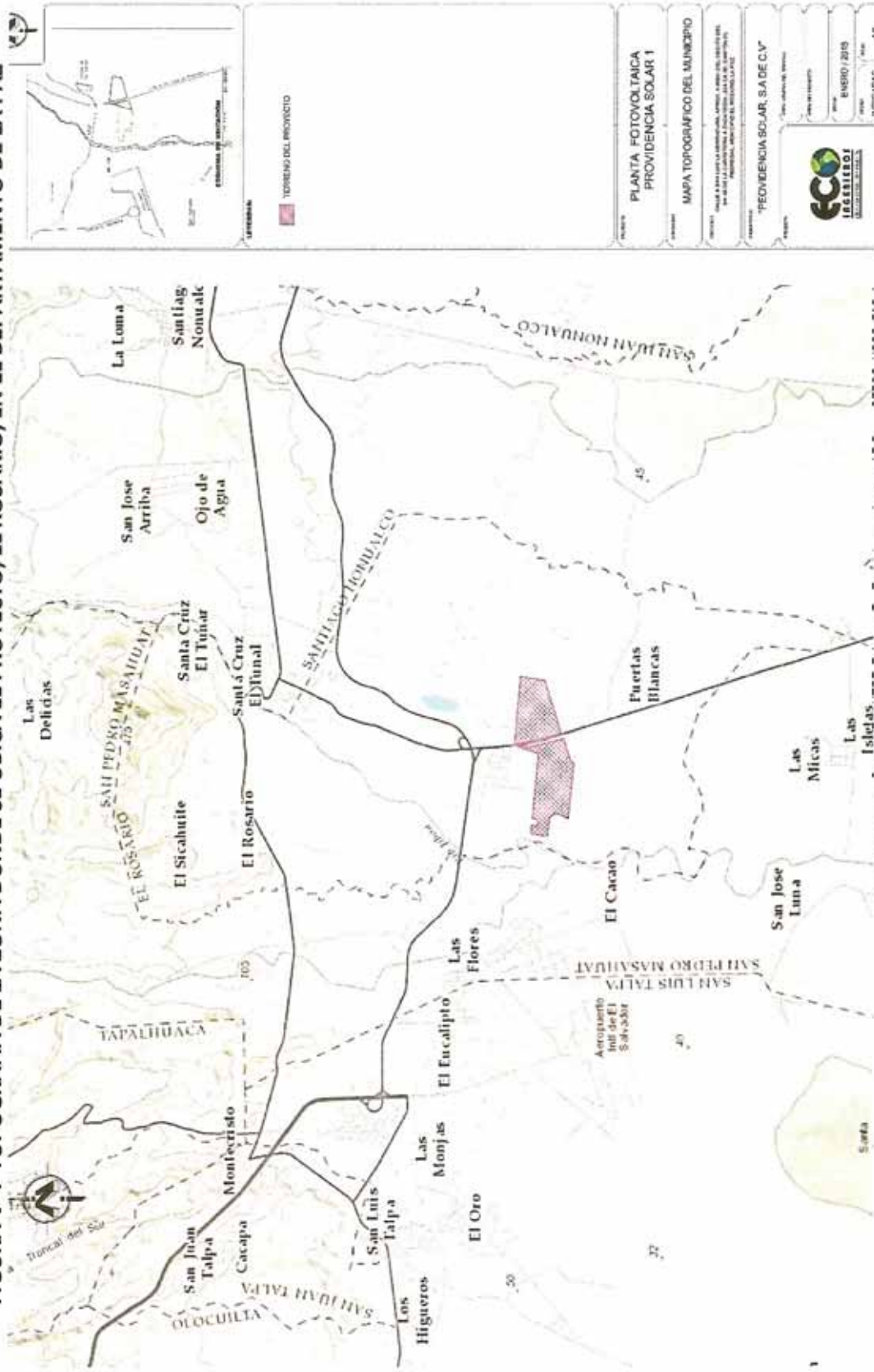


Fuente: Eco Ingenieros

V.1.2.2 Topografía y relieve

En el municipio de El Rosario, se encuentran elevaciones que van desde los 18 msnm a 450 msnm aproximadamente al Noroeste del municipio. La condición topográfica del territorio municipal es mayoritariamente plana, las pendientes oscilan entre 0° y 7°. La zona urbana se encuentra en terrenos de pendiente plana y a una elevación aproximada de entre 78 a 115 msnm. En la siguiente imagen se puede apreciar las condiciones topográficas de la zona donde se ubica el proyecto.

FIGURA V-4 TOPOGRAFÍA DE LA ZONA DONDE SE UBICA EL PROYECTO, EL ROSARIO, EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ



Fuente: Google Earth, elaboración Eco Ingenieros, 2015

00000076

El terreno en donde se ubicará el proyecto, presenta un relieve prácticamente plano de pendientes suaves, con predominancia de cultivo de caña de azúcar, matorrales espinosos y zarzas y pocos árboles ubicados principalmente en las colindancias en la zona oeste.

FOTOGRAFÍA V-2 VISTAS GENERALES DEL SITIO DEL PROYECTO



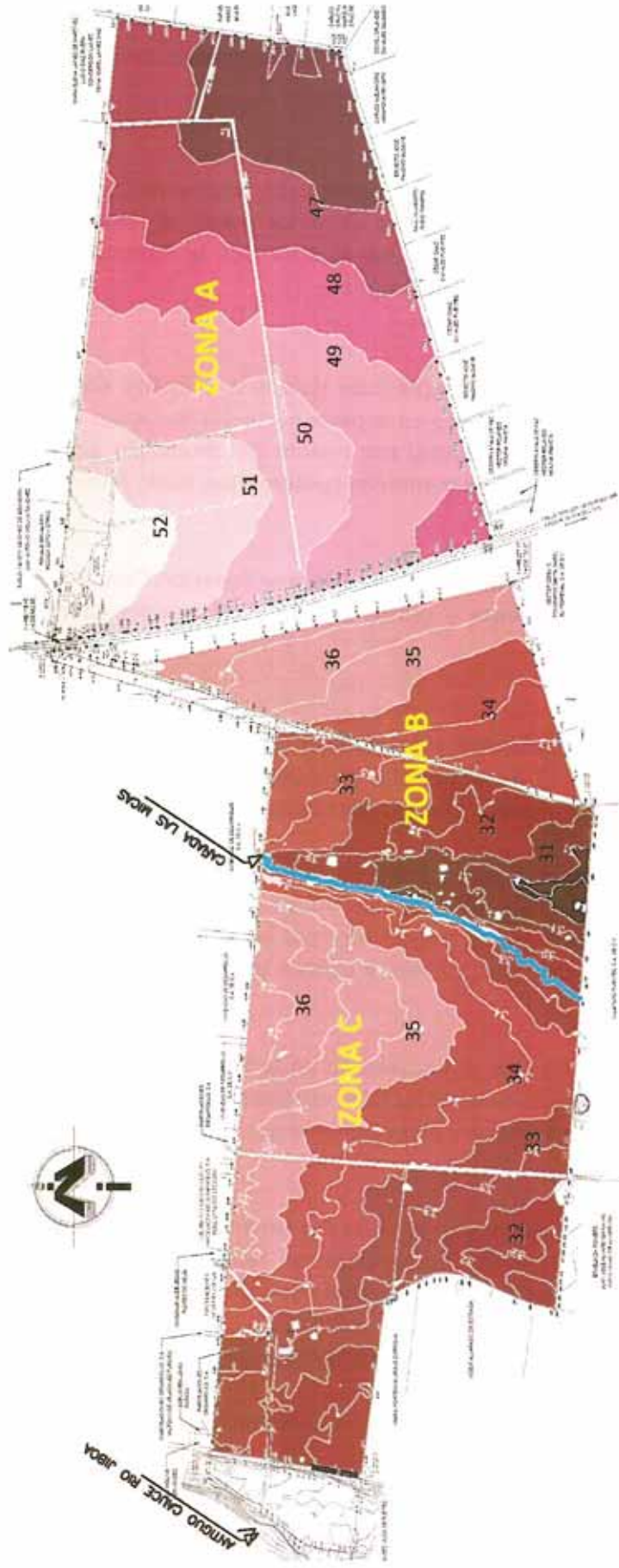
Fuente: Elaboración propia Eco Ingenieros.

El terreno del proyecto presenta una topografía de plano a alomando, con pendientes entre 1% y 7% en la mayor parte del mismo. Con algunas diferencias de tendencias de pendientes en las diferentes zonas que forman el sitio del proyecto, detallado a continuación:

- **Zona A:** Las pendientes de esta zona oscilan entre los 46 a 54 msnm, con pendientes suaves entre 0.5% a 1%. Descendiendo de norte a sur.
- **Zona B:** Este es el terreno de menor área con pendientes ascendentes de sur a norte que varían de 1% a 3% aproximadamente, posee niveles entre 44 y 52 msnm.
- **Zona C:** Es el terreno con variaciones más pronunciadas especialmente en la zona de la quebrada de invierno, Cañada Las Micas, con pendientes que oscilan entre 0.5% a 10% (zona de la quebrada) y niveles ascendentes de sur a norte entre 31 a 46 msnm.

En la *figura V-5* se muestra el plano topográfico con las tres zonas mencionadas y puede verse en el apéndice "*Plano 2: Plano Topográfico*", con mayor detalle.

FIGURA V-5 PLANO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO



Fuente: Elaboración ECO Ingenieros en base a plano topográfico Providencia Solar S.A. de C.V.

00000077

V.1.2.3 Geología

La geología superficial producto de las numerosas erupciones volcánicas, que se sucedieron desde el Mioceno o Terciario Superior hasta el Holoceno Superior o Cuaternario Reciente, está representada en el área por la Formación San Salvador, formación de Cuscatlán y Formación de Bálsamo.

- **Formación San Salvador**

Tiene su origen en la Era Cuaternaria (Período Holoceno y finales del Pleistoceno). Se encuentran de esta formación geológica en la parte norte del municipio bajo los suelos de formación Bálsamo y en la parte central nor-oriental del municipio sobre la formación Cuscatlán y consiste en depósitos sedimentarios cuaternarios, suelo Anmoor.

- **Formación Cuscatlán**

Tiene su origen en el Pleistoceno Inferior hasta Plioceno Superior. Dentro del municipio se encuentra en la parte norponiente y centro oriente. Está compuesta por piroclastitas ácidas y epiclastitas volcánicas.

- **Formación Bálsamo**

Originario del Plioceno. Se encuentra específicamente en la zona norte del municipio en las zonas altas del Cerro El Rosario. Está compuesto principalmente de Epiclastitas volcánicas y piroclastitas, localmente efusivas básicas intercaladas.

Existen dos grandes áreas que están limitadas aproximadamente por el tramo de la carretera CA-2 entre Comalapa y el Río Lempa. Al sur de la carretera las litologías están dominadas por sedimentos aluviales, depositados por los afluentes de la zona (Incluyendo el sitio del proyecto). Al norte de la carretera existen una serie de depósitos de cenizas, ignimbritas y lavas.

El tipo de rocas y materiales que se encuentran en la Región de La Paz son explotados principalmente para materiales de construcción, existiendo algunas canteras que explotan gravas y arenas en las riveras de ríos y otras canteras que explotan material pétreo para la construcción.

Existen registros de fallas geológicas en el norte del departamento de La Paz, sin embargo en la parte sur del departamento no se registran fallas (en donde se encuentra el Proyecto), por otra parte no se presenta actividad sísmica histórica.

Los tipos de depósitos identificados en el municipio El Rosario La Paz son:

Qf: Depósito sedimentario del cuaternario

B1: Epiclastitas volcánicas y piroclastitas, localmente efusivas básicas-intermedias intercaladas.

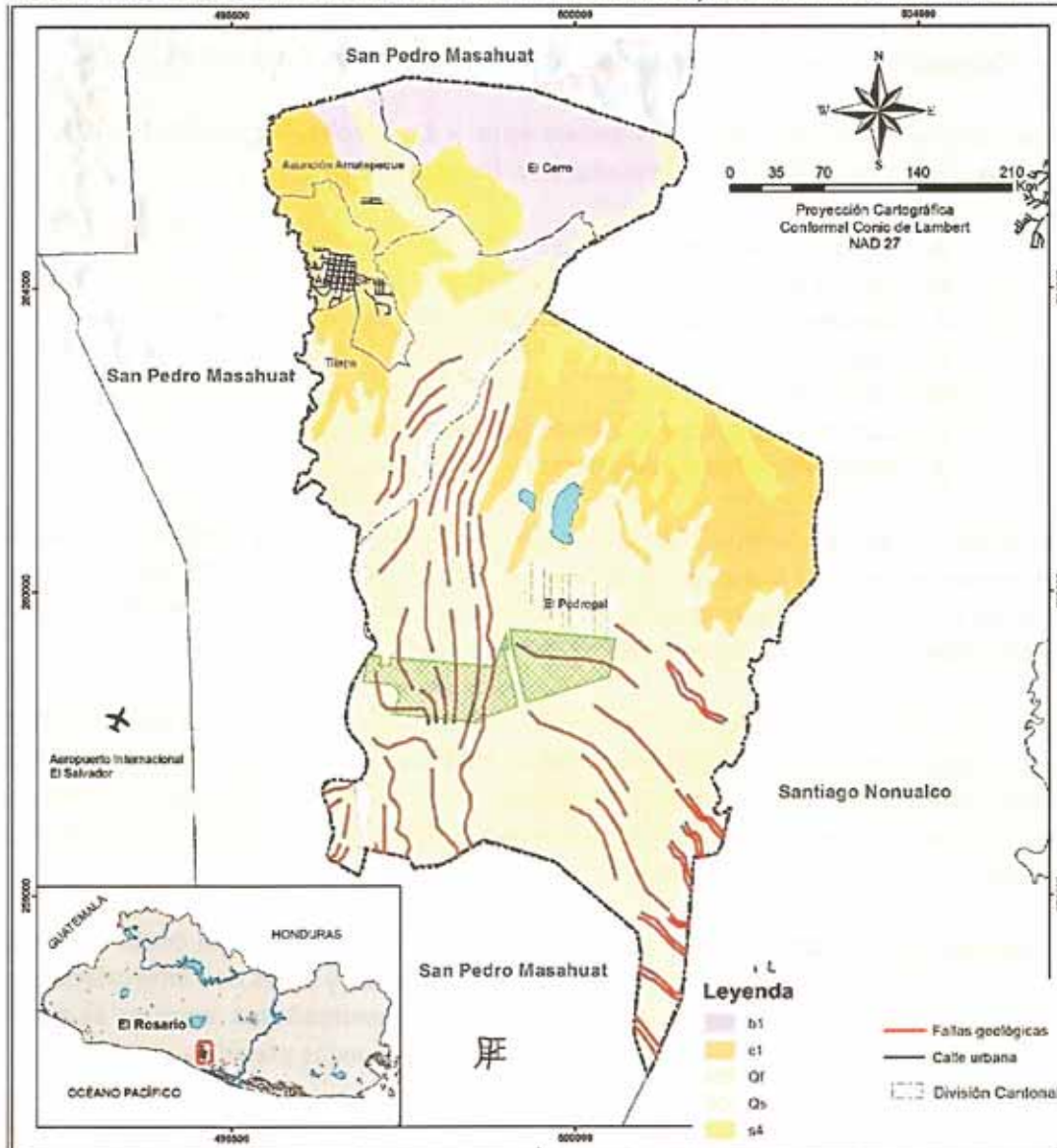
C1: Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas

Qs: Suelo Anmoor

S4: Tierra blanca: piroclastitas ácidas y epiclásticas volcánicas subordinadas: localmente efusivas ácidas.

Específicamente en el sitio del proyecto se tienen los tipos Qs y Qf, lo cual se encuentra reflejado en la *figura V-6*.

FIGURA V-6 GEOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE EL ROSARIO, DEPARTAMENTO DE LA PAZ



Fuente: Plan de Gestión de Riesgo de Desastres del Municipio de El Rosario La Paz, PFGI, ISDEM 2014

V.1.2.4 Geomorfología

La llanura aluvial de La Paz abarca la mayor extensión territorial en la región. Al norte se encuentra delimitada por los altos relieves del Volcán de San Vicente y al noroeste por el Lago de Ilopango y las estribaciones orientales de la Sierra del Bálsamo. El rango de alturas oscila entre los 0 msnm en la llanura y 1700 msnm en el cráter del Volcán de San Vicente. Las pendientes predominantes son muy suaves, inferiores al 15%, a excepción de unos pequeños parches al norte y al oeste que alcanzan pendientes entre el 30% y 50%.

De acuerdo al Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, PNOTD, en la Región existen 7 unidades morfo estructurales. Estas son:

- a. Sierra del Bálsamo
- b. Llanura aluvial de La Libertad – La Paz
- c. Complejo de Esteros de La Libertad y La Paz
- d. Caldera de Ilopango
- e. Volcán de San Vicente
- f. Orla Meridional del Volcán de San Vicente
- g. Bahías y Esteros de Jaltepeque.

Las unidades morfo estructurales que se encuentran en la Región La Paz son predominantemente la Sierra del Bálsamo y la Llanura Aluvial de la Libertad – La Paz. Al Norte de la región se encuentra parte de la Caldera de Ilopango y al Sur una franja costera denominada Complejos de Esteros de La Libertad – La Paz.

El sitio del proyecto corresponde a la Llanura aluvial La Libertad-La Paz la cual pertenece a la gran morfo estructura identificada como La Planicie Costera. Esta se extiende entre la Cadena Costera y el Océano Pacífico, constituye la zona limítrofe entre la tierra firme y el mar, en general es angosta y de anchura variable. Se caracteriza fundamentalmente por su relieve llano con un declive medio del 1%.

El material que constituye estas planicies es de origen volcánico en parte depositado fluvialmente. Se encuentran principalmente gravas, arenas, y limos con intercalaciones de piroclastos. Los ríos que descienden de las regiones montañosas aportan el material suelto pómez, arenas, limos y arcillas que se depositan en estas planicies.

En la región La Paz, la Llanura aluvial La Libertad – La Paz tiene una susceptibilidad a deslizamientos de baja a ninguna, sin embargo por sus leves pendientes, cercanía a la costa y algunas zonas de desembocadura de ríos, esta zona tiene una susceptibilidad de alta a moderada por inundaciones.

Las tierras en el sitio del proyecto se encuentran cercanas a la costa, distan aproximadamente 10 km y presentan poca altitud. Se tienen accidentes geográficos pequeños en las cercanías al noreste se encuentra el Cerro El Rosario con una elevación de 470 msnm distante de El Rosario 3.5 km y 7 km desde el proyecto y el Volcán Chinchontepec, San Vicente, al noreste distante unos 21 km de El Rosario y 23 km desde el terreno.

V.1.2.5 *Análisis Geotécnico*

❖ *Sondeos Geotécnicos*

Se llevó a cabo una campaña geotécnica con perforaciones en las diferentes zonas, identificadas en la descripción del proyecto Capítulo IV, con el propósito de obtener la información de las condiciones del suelo y su composición. El Informe geotécnico completo se presenta en el “Anexo Técnico 5”. Se realizaron 100 Sondeos SPT y 18 Pruebas de Agresividad de agua y del suelo para el concreto y acero, las cuales se distribuyen en los terrenos de acuerdo a las zonas del proyecto, de la siguiente manera:

TABLA V-3 CANTIDAD DE SONDEOS Y PRUEBAS DE AGRESIVIDAD EN EL PROYECTO

ZONA	# SONDEOS SPT	# PRUEBAS AGRESIVIDAD
A	51	6
B	19	4
C	30	8

Fuente: Estudio geotécnico, enero 2015.

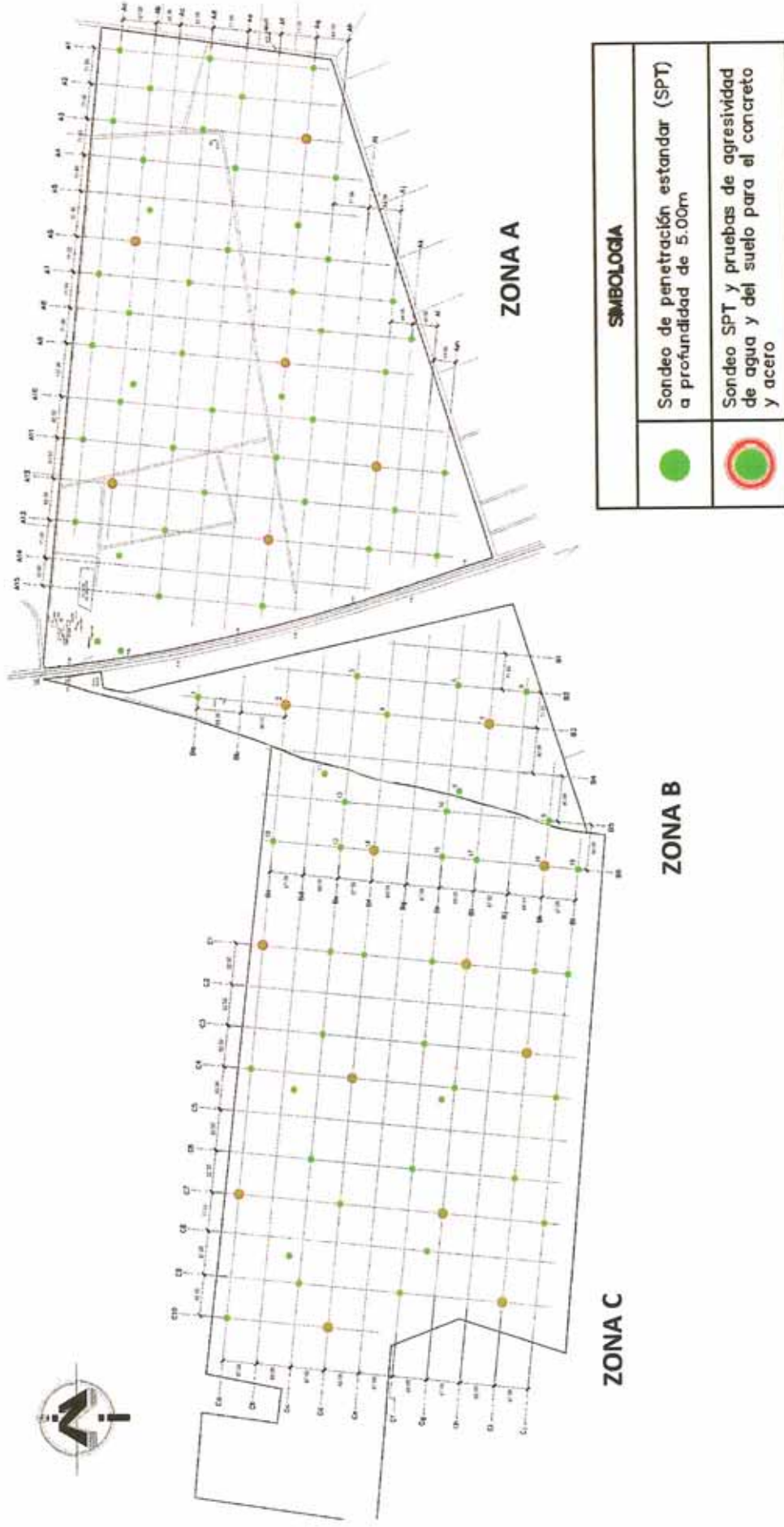
FIGURA V-7 ZONAS DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración Eco Ingenieros, 2015.

La cuadrícula planteada permite elaborar perfiles estratigráficos en ambos sentidos del terreno, de manera que se pueda conocer las condiciones del subsuelo. En la Figura V-8, se muestra la ubicación de los sondeos geotécnicos llevados a cabo.

FIGURA V-8 UBICACIÓN DE SONDEOS Y PRUEBAS DE AGRESIVIDAD EN EL PROYECTO



Fuente: Estudio Geotécnico Providencia Solar 1, Enero 2015.

Para el trabajo de campo se utilizó el siguiente equipo de perforación: marca ACKER modelo AMC-2 con las características siguientes.

- Peso del Martillo 140 lb. (63.5 kg.)
- Altura de Caída 30" (76.0 cm.)
- Diámetro Externo del Muestreador 02" (05.0 cm.)
- Longitud del Muestreador 26" (67.0 cm.)
- Motor Briggs & Stratton (Gasolina) 5 H.P.

Los estudios se realizaron de acuerdo a las normas ASTM: D2487, D2488, D2216, D2974.

La Resistencia del Suelo a la penetración de una Cuchara Muestreadora Estándar varió de 3 a más de 80 Golpes, clasificando su COMPACIDAD RELATIVA o CONSISTENCIA, así:

TABLA V-4 COMPACIDAD RELATIVA DE SUELOS ARENOSOS

NO. DE GOLPES	COMPACIDAD RELATIVA	(%)
0 – 4	MUY SUELTA	0 – 5
5 – 10	SUELTA	5 – 25
12 – 30	SEMI - COMPACTA	25 - 60
31 – 50	COMPACTA	60 - 75
> 50	MUY COMPACTA	> 75

Fuente: (3ª edición Juárez Badillo – Rico Rodríguez MECÁNICA DE SUELOS TOMO 1 FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA DE SUELOS)

Tal como se dividen las zonas del proyecto, se encontraron las siguientes características:

❖ *Descripción Geotécnica Zona A*

○ Estratigrafía:

Dentro de la zona se encontraron las siguientes clases de suelo:

TABLA V-5 CLASIFICACIÓN DE SUELO EN ZONA A

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN GENERAL
OL	Limo Orgánico Arenoso
OL	Limo Orgánico Arenoso con Finos Plásticos
ML	Limo Arenoso
ML	Limo Arenoso con Finos plásticos
SM	Arena Limosa
SM	Arena Limosa Orgánica
SW-SM	Arena Bien Graduada con Limo y Grava
SP-SM	Arena Mal Graduada con Limo
SW	Arena Bien Graduada
CH	Arcilla Inorgánica de Alta Plasticidad

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN GENERAL
CL	Arcilla inorgánica de Baja a Media Plasticidad
SC	Arena Arcillosa con Finos Plásticos
SP	Arena Mal Graduada

Fuente: Estudio geotécnico, enero 2015

○ Contenido de Humedad

El contenido de humedad presente en cada sondeo varía entre el 11.94% y 31.42 de W Promedio.

○ Resultados pruebas químicas

Como resultado de las pruebas químicas realizados en los diferentes puntos de sondeo se determinó la presencia de sulfatos, cloruros y PH en las muestras siguientes: Sondeos Nos. 8 (AB-A12), 31(AG-A13), 37 (AG-A3), 11 (AB-A6), 34 (AG-A9), 45 (AJ-A11). En general se puede concluir que no se detectó presencia de cloruros (Cl). El PH está en un rango entre 6.76 y 7.56. Se detectaron Sulfatos (SO₄²⁻) en todas las muestras ensayadas, siendo el contenido máximo encontrado de 2245.18 ± 0.16 mg/kg.

○ Materia Orgánica

Existen áreas conteniendo materia orgánica con profundidad entre 1 y hasta 8m en uno de los sondeos.

○ Nivel freático

El nivel freático se detectó entre los 4m y los 9.50m, para ver mayor detalle de la profundidad del nivel freático en cada uno de los sondeos hechos remitirse al Estudio Geotécnico en "Anexo Técnico 5".

○ Conclusiones:

Luego de efectuadas las pruebas se tuvieron las siguientes conclusiones por parte del laboratorio de suelos:

Se encontraron estratos arenosos que son susceptibles a la erosión, socavación, tubificación y a disminuir rápidamente su resistencia cuando se saturan. Algunos puntos aislados con suelos plásticos, susceptibles a cambios volumétricos.

❖ Descripción Geotécnica Zona B

○ Estratigrafía:

Dentro de la zona se encontraron las siguientes clases de suelo:

TABLA V-6 CLASIFICACIÓN DE SUELO EN ZONA B

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN GENERAL
ML	Limo Arenoso
SM	Arena Limosa
SM	Arena Limosa Orgánica
SW-SM	Arena Bien Graduada con Limo y Grava
SP-SM	Arena Mal Graduada con Limo
SW	Arena Bien Graduada

Fuente: Estudio geotécnico, enero 2015

○ Contenido de Humedad

El contenido de humedad presente en cada sondeo se encontró entre 5.93% y 27.21%.

○ Resultados pruebas químicas

Como resultado de las pruebas químicas realizados en los diferentes puntos de sondeo se determinó la presencia de sulfatos, cloruros y PH en las muestras siguientes: Sondeos Nos. 2, 7, 14, 18. En general se puede concluir que no se detectó presencia de cloruros (Cl). El PH está en un rango entre 7.31 y 7.86. Se detectaron Sulfatos (SO₄²⁻) en todas las muestras ensayadas, siendo el contenido máximo encontrado de 1530 ± 0 mg/kg.

○ Materia Orgánica

Existen áreas conteniendo materia orgánica a una profundidad entre 0.50m a 7.50.

○ Nivel freático

El nivel freático se detectó en cada uno de los sondeos entre 1.50m hasta 5.50m.

○ Conclusiones:

Luego de efectuadas las pruebas se tuvieron las siguientes conclusiones por parte del laboratorio de suelos:

Se topó en Roca en sondeo 15 a 1.50 m medidos a partir del nivel brocal, de acuerdo a observaciones en el terreno, muy seguramente se trata de rocas aisladas.

Se encontraron estratos arenosos que son susceptibles a la erosión, socavación, tubificación y a disminuir rápidamente su resistencia cuando se saturan.

❖ Descripción Geotécnica Zona C

○ Estratigrafía:

Dentro de la zona se encontraron las siguientes clases de suelo:

TABLA V-7 CLASIFICACIÓN DE SUELO EN ZONA C

CLASIFICACION	DESCRIPCIÓN GENERAL
ML	Limo Arenoso
SM	Arena Limosa
SM	Arena Limosa Orgánica
SW-SM	Arena Bien Graduada con Limo y Grava

Fuente: Estudio geotécnico, enero 2015

○ Contenido de Humedad

El contenido de humedad presente en cada sondeo se encuentra entre 6.10% y 38.68%.

○ Resultados pruebas químicas

Como resultado de las pruebas químicas realizados en los diferentes puntos de sondeo se determinó la presencia de sulfatos, cloruros y PH en las muestras siguientes: Sondeos Nos. 20, 24, 29, 31, 39, 41, 48 y 49. En general se puede concluir que no se detectó presencia de cloruros (Cl). El PH está en un rango entre 7.21 y 7.62. Se detectaron Sulfatos (SO₄²⁻) en todas las muestras ensayadas, siendo el contenido máximo encontrado de 1404 ± 0 mg/kg.

○ Materia Orgánica

Existen áreas conteniendo materia orgánica según se encuentra a una profundidad de 0.50m y 4m.

○ Nivel freático

El nivel freático se detectó en cada uno de los sondeos se encuentra entre los 2.50m y 5.50m.

○ Conclusiones:

Luego de efectuadas las pruebas se tuvieron las siguientes conclusiones por parte del laboratorio de suelos:

Se topó en Roca en sondeo 22 a 3.00 m, Sondeo 33 a 4.50 m, sondeo 34 a 1.50 m medidos a partir del nivel brocal, de acuerdo a observaciones en el terreno, muy seguramente se trata de rocas aisladas.

Se encontraron estratos arenosos que son susceptibles a la erosión, socavación, tubificación y a disminuir rápidamente su resistencia cuando se saturan.

V.1.3 Hidrología

V.1.3.1 Generalidades del departamento de La Paz

El relieve del departamento de La Paz está determinado por una región montañosa, que lo ocupa en su mayor parte, y la llanura costera. La primera está formada por las estribaciones de la cordillera Central (La Libertad - San Salvador - San Vicente), perteneciente al Eje volcánico salvadoreño-guatemalteco y se encuentra atravesada por varios valles fluviales.

La llanura costera, cuya anchura oscila entre los 10 y 20 km, es una planicie aluvial atravesada por una gran cantidad de ríos, en la que se han formado numerosos esteros. Entre ellos figuran los de Jaltepeque, con varias islas interiores, Limpio, Solomillo y El Esterón. Otros accidentes del litoral dominado por la llanura son las playas La Zunganera, El Pimental, San Marcelino, Las Hojas y Los Blancos, y la punta y bocana de Cordoncillo.

La red hidrográfica está compuesta por numerosos ríos que desembocan en el Pacífico, como el Tihuapa y el Comalapa; o integran las cuencas de los ríos Jiboa (emisario del lago Ilopango), como el Sepaquiapa y el Tilapa, y también Lempa. El lago Ilopango es de origen volcánico y en su interior se halla la isla Cerro Los Patos. Con alrededor de 4,300 ha, es el segundo más grande cuerpo de agua salobre de El Salvador.

También se ubica una de las principales extensiones de bosque salado (manglar), situada en la porción oriental costera del Departamento de la Paz a unos 60 Km. de San Salvador, en ella se localiza la más desarrollada zona turística de playa del país, Costa del Sol, por lo que las facilidades de hospedaje, alimentación y transporte son amplias, incluyendo algunas en las islas. Aquí concurre la gran mayoría de aves marino-costeras salvadoreñas, siendo además sitio de anidación para muchas de ellas, también alberga gran diversidad de especies terrestres asociadas a cuerpos de agua y de zonas bajas en general.

Los principales accesos son Costa del Sol (a 65 Km. de San Salvador) y Puerto La Herradura (a 60 Km. de San Salvador), ambos con servicio regular de transporte público desde San Salvador y Zacatecoluca, respectivamente. Completan el sistema hidrográfico del departamento las lagunas de Nahualapa, Limpia, El Gallo, Jauta, Contreras, Solomilla y El Patrono.

En términos generales, los recursos hídricos con que cuenta la zona son las precipitaciones, las aguas superficiales que corren por los ríos cortos perpendiculares a la costa y el acuífero costero en contacto con el mar que constituye el recurso subterráneo más importante. En la zona, al igual que el resto del país, aproximadamente el 94% de la precipitación anual ocurre durante la época lluviosa, que va de Mayo a Octubre y el resto cae esporádicamente durante el período Noviembre-Abril.

El área puede dividirse en tres zonas: la zona del volcán de San Vicente, la zona comprendida entre los volcanes y la planicie y la planicie propiamente dicha.

- **La zona del volcán de San Vicente:** Presenta grandes pendientes y suelos de gran permeabilidad y cobertura vegetal, lo que reduce en gran medida la escorrentía superficial y favorece la infiltración.
- **La zona comprendida entre los volcanes y la planicie:** En donde los terrenos poseen pendientes medias y suelos de baja permeabilidad, constituyen un medio propicio para la escorrentía superficial.
- **La Planicie propiamente dicha:** Presenta terrenos de poca pendiente y gran permeabilidad, puesto que un gran porcentaje de ellos está constituido por aluviones. Bajo esas condiciones, la escorrentía superficial es casi nula, existiendo en su lugar una fuerte escorrentía subterránea.

La escorrentía de los ríos ocurre principalmente durante la estación lluviosa, sin embargo, algunos de ellos mantienen flujo durante la estación seca, producto del aporte subterráneo.

A esta última zona se localiza el emplazamiento del proyecto Providencia Solar 1.

Los ríos más caudalosos de la zona son el Río Jiboa y el Río Lempa. Un total de 18 ríos drenan la región, siete de los cuales desembocan al mar y el resto desaparece al llegar a la planicie debido al alto grado de permeabilidad de la zona. Los principales ríos de la región son el Río Tihuapa, Río Comalapa, los ríos Sepaquiapa y Tilapa, afluentes del Río Jiboa; los ríos que drenan hacia el estero de Jaltepeque: Viejo o Comapa, Jalponga, Huiscoyolapa, Amayo, Acomunca, Sapuyo y Guayabo o La Bolsa, con sus afluentes (Río San Antonio o El Amate, Limon, Apanta, El Ojushte y El Aguacate).

TABLA V-8 CAUDALES REGISTRADOS PARA LOS PRINCIPALES RÍOS REGIÓN LA PAZ

RÍO	CAUDAL PROMEDIO ÉPOCA SECA (M3/S)	CAUDAL PROMEDIO ÉPOCA LLUVIOSA (M3/S)
Comalapa	0.32	1.82
Huiza	0.29	4.61
Jalponga	0.37	2.14
Jiboa	3.36	8.48
La Bolsa	0.39	3.24

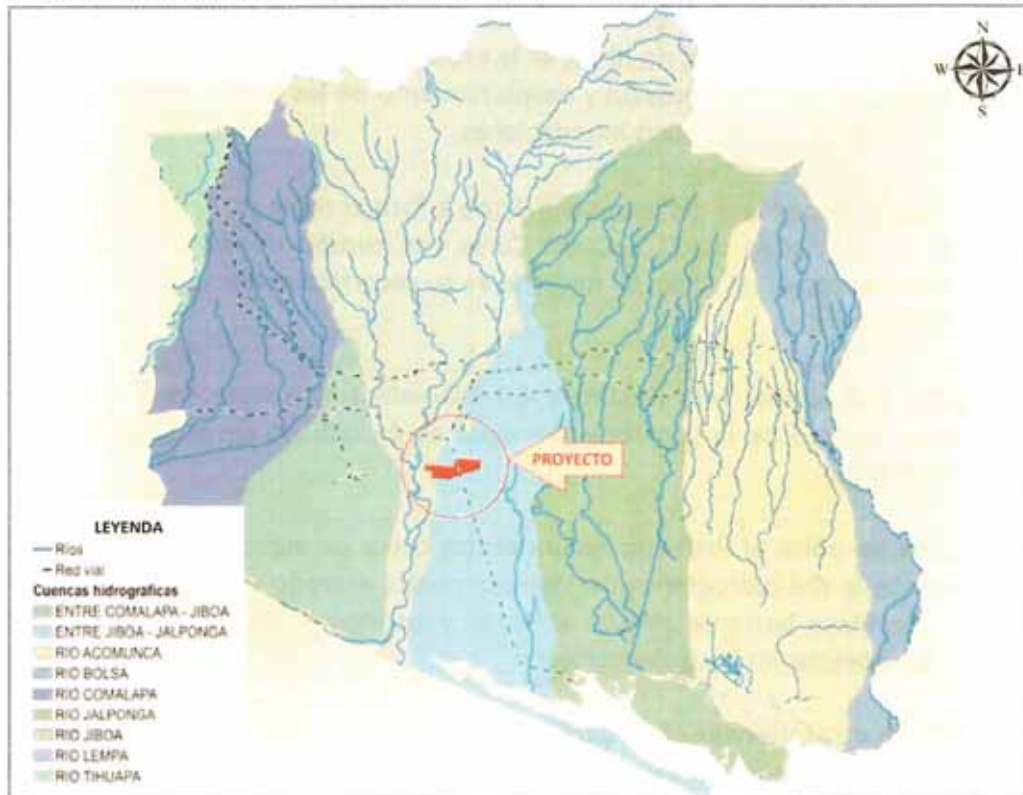
Fuente: CPH

V.1.3.2 Características de la cuenca hidrográfica del Departamento de La Paz

La Región de La Paz esta compuesta por 9 cuencas hidrográficas que son: Entre Comalapa-Jiboa, Entre Jiboa-Jalponga (también cuenca Estero de Jaltepeque), Río Acomunca, Río Bolsa, Río Comalapa, Río Jalponga, Río Jiboa, Río Lempa, Río Tihuapa.

En la siguiente figura podemos apreciar la ubicación del proyecto marcada en rojo, dentro del mapa de Cuencas Hidrográficas y Red Hídrica del departamento de La Paz. De acuerdo a este mapa, el proyecto se encuentra localizado dentro de la cuenca entre Río Jiboa-Jalponga (y Estero de Jaltepeque).

FIGURA V-9 CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y RED HÍDRICA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ



Fuente: Edición en base a Mapa del MAG, Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego, junio de 2012.

El territorio del municipio de El Rosario La Paz se encuentra inmerso en la cuenca del Río Jiboa y en la cuenca del Estero de Jaltepeque debido a que el río Comapa y otros ríos menores desembocan en este estuario. El río Tilapa que atraviesa gran parte del territorio municipal es tributario del río Jiboa, las quebradas más importantes son: Jiboita, Honda, Guaxala y de Atoche. Además, El Rosario cuenta con las lagunas Nahualapa y El Zorral (CNR, 2000).

Los cuerpos de agua superficiales principales cercanos a la zona de estudio son los siguientes:

- **Río Jiboa:** Este río desagua una cuenca de aproximadamente 605 km² desde su límite superior cerca de San Rafael Cedros, Cuscatlán, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. De este total, 70.5km² representan el área de agua del lago de Ilopango. Este río nace fuera del municipio de El Rosario, y entra a formar parte de

él a 4.8 kilómetros al noreste de la ciudad. Su recorrido lo hace en dos rumbos; el primero de noreste a suroeste desde su entrada hasta recibir las aguas de la quebrada Guaxala; el segundo de norte a sur hasta salir del municipio. Tiene como afluentes el río Tilapa y la quebrada Guaxala. La longitud de su recorrido dentro del municipio es de 12.4 kilómetros.

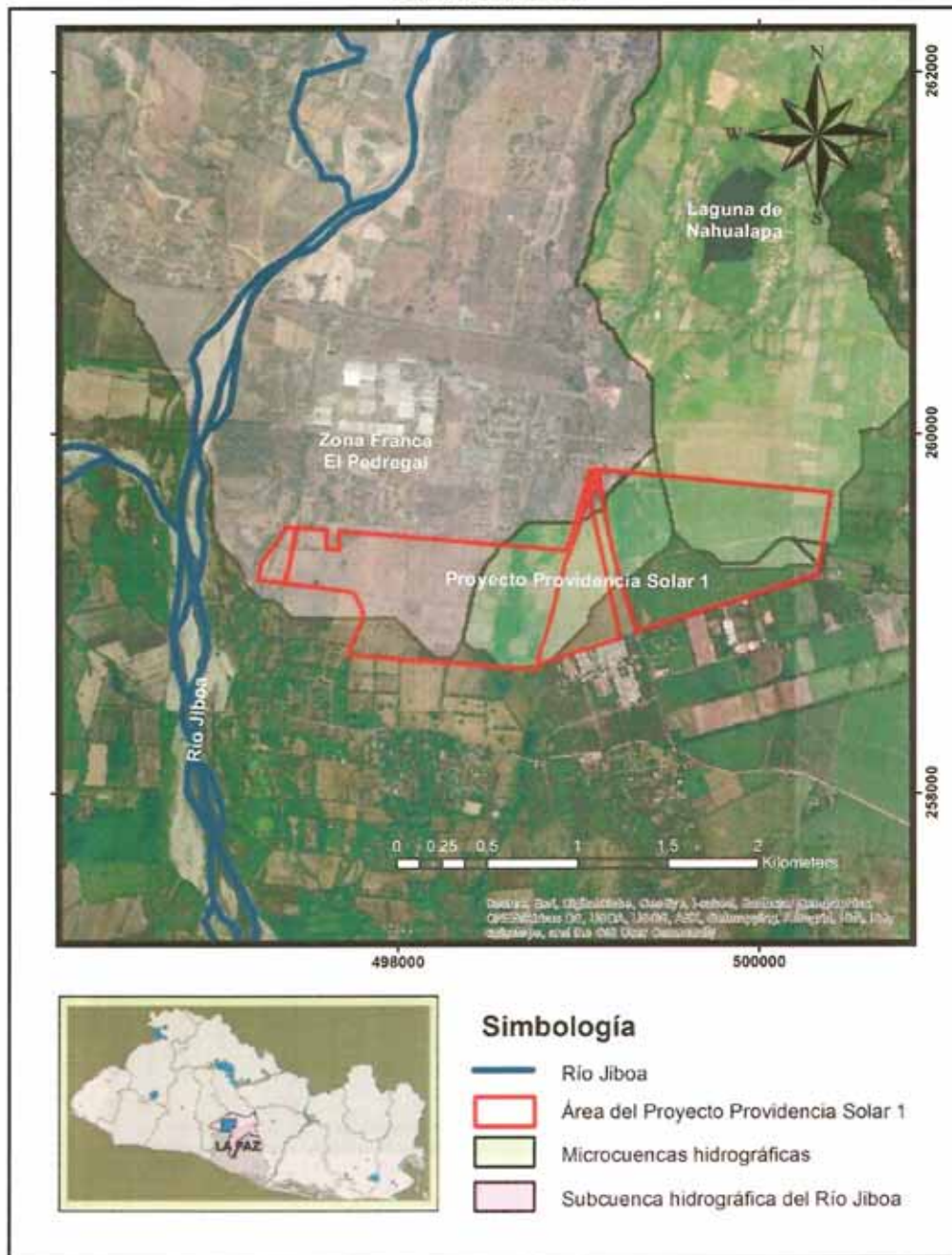
Es importante mencionar que una de las preocupaciones de líderes y lideresas de comunidades aledañas al río Jiboa, es la explotación sin control de material pétreo, lo cual está generando erosión y desplazamiento de los causes originales del río y esto trae como consecuencia inundaciones.

- **Río Tilapa:** Nace fuera del municipio. Entra a formar parte de él a 2.4 kilómetros al norte de la ciudad de El Rosario. Corre con rumbo de norte a sur hasta su confluencia con el río Jiboa. La longitud de su recorrido dentro del municipio es de 8.2 kilómetros.
- **Laguna Nahualapa:** Está situada a 4.3 kilómetros al sureste de la ciudad de El Rosario. El área de la superficie del agua es de 0.2 kilómetro cuadrados. PFGL, ISDEM (2014).

La zona donde se ubica el Proyecto se encuentra cerca de algunos de los importantes componentes de la red hidrográfica del departamento, estando el río Jiboa al Oeste del proyecto, el río Tilapa bastante alejado al Norte, y las lagunas de Nahualapa al Noreste, como se puede apreciar en la siguiente figura.

También existen otros drenajes, los cuales se generan en su mayor parte fuera del de los límites del terreno en estudio que pertenece a la quebrada Cañada Las Micas y otra quebrada sin nombre, las cuales drenan hacia el Río Comapa. Véase el estudio hidrológico en *"Anexo Técnico 4: Estudio Hidrológico e Hidráulico"*.

FIGURA V-10 UBICACIÓN DE MICRO CUENCAS Y SUBCUENCAS CON RESPECTO AL SITIO DEL PROYECTO.



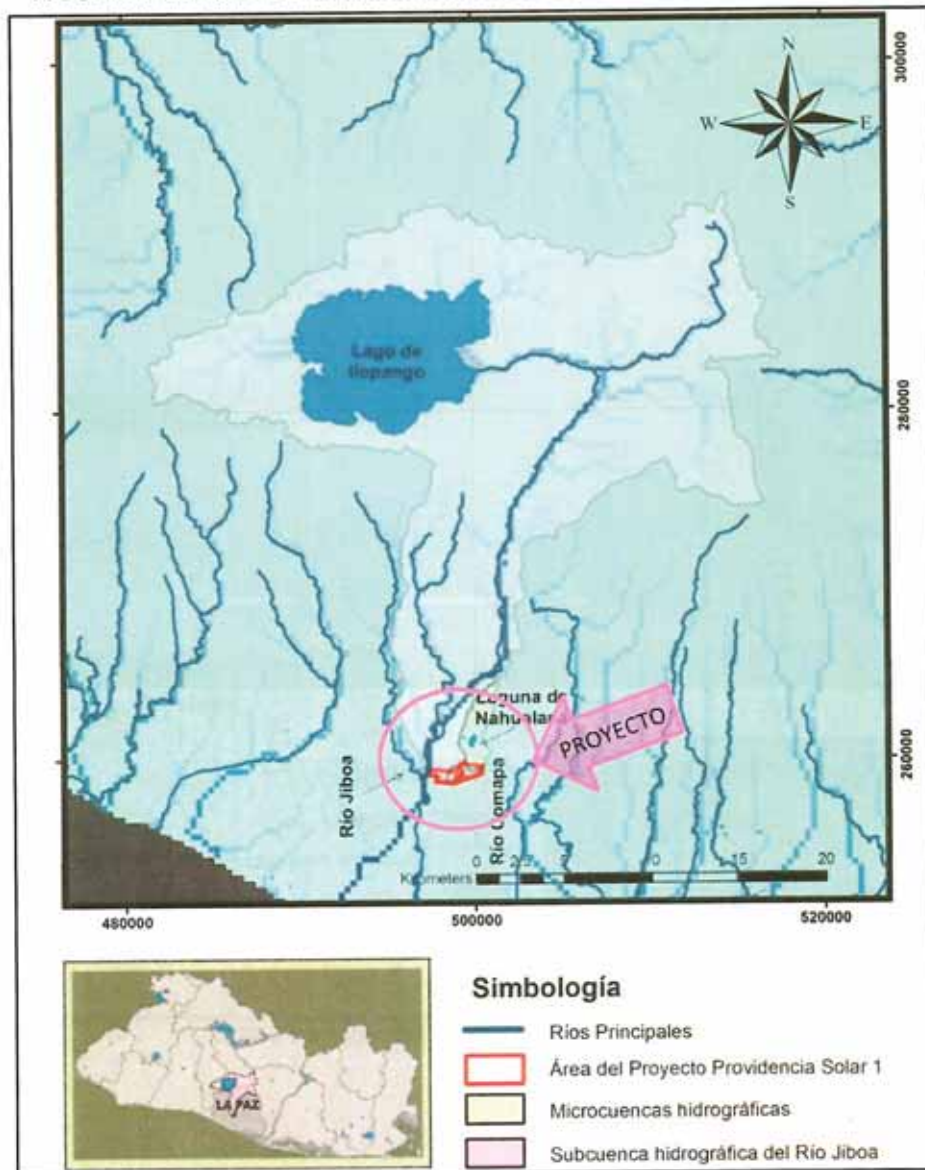
Fuente: Google Earth, elaboración Eco Ingenieros, 2015.

V.1.3.3 Subcuenca Hidrográfica

Los drenajes naturales externos que afectan al terreno del proyecto son los pertenecientes a la subcuenca del Río Jiboa, la cual es muy grande (429.80 km²) por lo que se les llamará en este estudio drenajes mayores, véase la figura V-11.

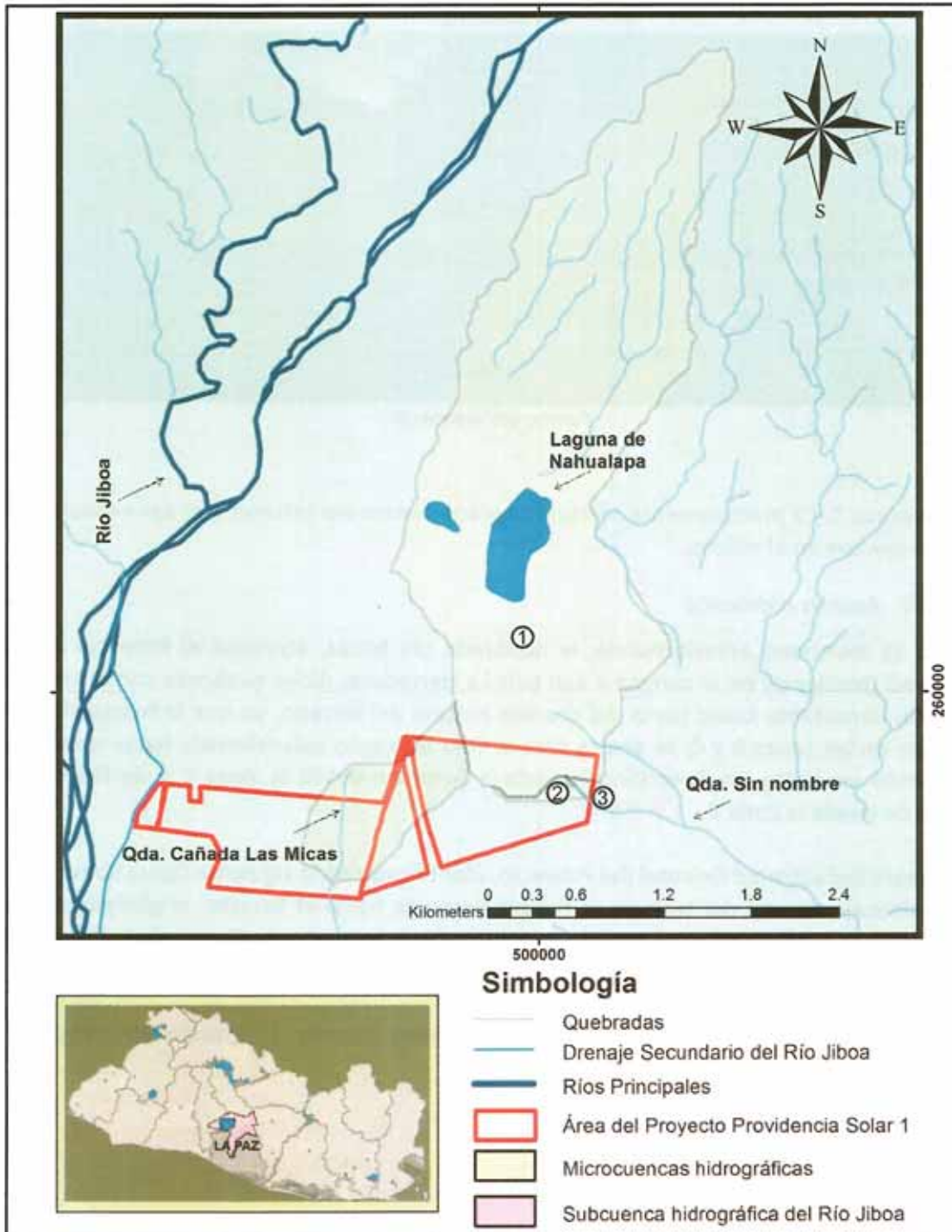
También existen otros drenajes, los cuales se generan en su mayor parte fuera del de los límites del terreno en estudio que pertenecen a la quebrada Cañada Las Micás y otra quebrada sin nombre, las cuales drenan hacia el Río Comapa. Véase figura V-12.

FIGURA V-11 RED DE DRENAJES MAYORES PARA EL SITIO DEL PROYECTO



Fuente: Estudio Hidrológico Elaboración propia ECO Ingenieros, febrero 2015.

FIGURA V-12 RED DE DRENAJES MENORES PARA EL SITIO DEL PROYECTO



Fuente: Estudio Hidrológico Elaboración propia ECO Ingenieros, febrero 2015.

FOTOGRAFÍA V-3 VISTA DE QUEBRADA DE INVIERNO CAÑADA LAS MICAS, DENTRO DEL TERRENO



Fuente: Eco Ingenieros

Las cuencas 2 y 3 prácticamente son una vaguada dentro del terreno, y el agua escurre de forma laminar en el mismo.

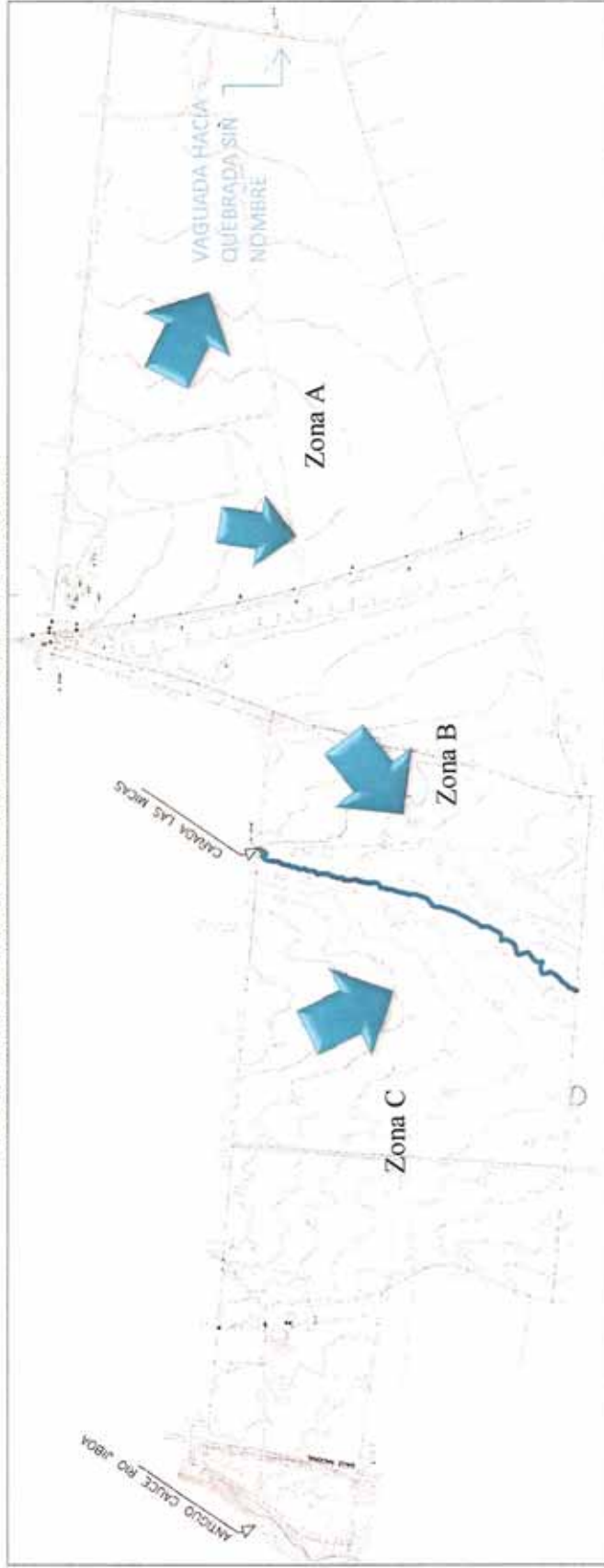
V.1.3.4 Análisis Hidráulico

Como se mencionó anteriormente, la quebrada Las Micas, atraviesa el Proyecto en su extremo Occidental de la carreta a San Luis La Herradura, dicha quebrada conforma una función importante como parte del drenaje natural del terreno, ya que la topografía del terreno en las zonas B y C, se presta para drenar las aguas naturalmente hacia la misma, corriendo las aguas en dirección Noroeste a Suroeste desde la Zona C y de Noreste a Suroeste desde la Zona B.

En el caso del extremo Oriental del Proyecto, identificado en la siguiente figura como Zona A, el drenaje natural del terreno se da del Noroeste hacia el Sureste, originándose una vaguada con la topografía del terreno que corre hacia la quebrada Sin nombre. Ver figura V.13.

Para mayor detalle del tema remitirse al "Anexo Técnico 4: Estudio Hidrológico e Hidráulico".

FIGURA V-13 DETALLE DE DRENAJE NATURAL DEL TERRENO



Fuente: Edición Eco Ingenieros en Base a Estudio Topográfico ETE

A continuación se presentan las características principales de los drenajes de interés para el proyecto:

❖ *Río Jiboa.*

• **Área (A)**

La proyección horizontal de toda el área de drenaje de la cuenca

Subcuenca del Río Jiboa	A = 429,799,177.28 m ²
Microcuenca de la Qda. Cañada Las Micas	A = 678,400 m ²
Microcuencas de la Qda. Sin nombre	A1 = 6,039,300 m ²
A2 = 45,200 m ²	
A3 = 12,000 m ²	

• **Longitud axial (L)**

Distancia en línea recta entre la parte más alta de la cuenca, y la parte más baja o de desembocadura se expresa a continuación:

Subcuenca del Río Jiboa:	L = 29,369.13 m
Microcuenca de la Qda. Cañada Las Micas:	L = 1,516.78 m
Microcuencas de la Qda. Sin nombre:	L1 = 4,860.79 m, L2 = 676.41 m

Perímetro (P)

La proyección horizontal del parteaguas de la cuenca

Subcuenca del Río Jiboa	L = 257539.77 m
Microcuenca de la Qda. Cañada Las Micas	L = 4840.00 m
Microcuencas de la Qda. Sin nombre	L1 = 16840.56 m, L2 = 1916.18 m

• **Ancho promedio (W)**

Relación entre el área y la longitud axial de la cuenca

Subcuenca del Río Jiboa:	W = 429,799,177.28 m ² / 29,369.13 m; W = 14,634.39
Microcuenca de la Qda. Cañada Las Micas:	W = 678,400 m ² / 1,516.78 m; W = 447.26
Microcuencas de la Qda. Sin nombre:	W1 = 6,039,300 m ² / 4,860.79 m W = 1,242.45; W2 = 57,225.00 m ² / 676.41 m W = 84.60

- **Pendiente promedio del cauce**

- ❖ Subcuenca del Río Jiboa

Longitud del cauce = 57,462.48 m
 Elevación máxima = 1,945.10 msnm
 Elevación mínima = 30.05 msnm
 Pendiente media del cauce = 3.33 %

- ❖ Microcuenca de la Qda. Cañada Las Micas

Longitud del cauce = 816.60 m
 Elevación máxima = 39.43 msnm
 Elevación mínima = 30.05 msnm
 Pendiente media del cauce = 1.15 %

- ❖ Microcuencas de la Qda. Sin nombre

Microcuenca 1

Longitud del cauce = 5,523.67 m
 Elevación máxima = 39.59 msnm
 Elevación mínima = 39.59 msnm
 Pendiente media del cauce = 0.00 %

Microcuenca 2

Longitud del cauce = 224.49 m
 Elevación máxima = 120.24 msnm
 Elevación mínima = 32.51 msnm
 Pendiente media del cauce = 39.08 %

V.1.4 Hidrogeología

En esta sección se describen las condiciones hidrogeológicas de la zona de estudio, con el objeto de conocer las características de infiltración, transmisión y almacenamiento de las unidades presentes.

El área de estudio donde se localiza el proyecto, se encuentra de la Región de La Paz, esta región comprende desde el Lago de Ilopango hasta la costa y desde los municipios de Olocuilta y San Luis Talpa hasta el Río Lempa, o sea que ocupa casi la totalidad de la Región Hidrográfica F o Jiboa. Dicha región hidrográfica está constituida en términos generales por cuatro unidades hidrogeológicas:

a) Sedimentos aluviales recientes,

- b) Lavas cuaternarias,
- c) Piroclásticos cuaternarios y
- d) Aglomerados y Lavas Terciarias.

El proyecto se ubica en sedimentos aluviales recientes, de la planicie costera; Se trata de una de las regiones acuíferas más importantes de todo el país. Cubre un área de unos 400 Km², excluyendo superficies cubiertas por ciénagas costeras y por estuarios, y por los conos aluviales de algunos de los valles más grandes que emergen de las colinas a la planicie. La recarga de agua subterránea se estima en 418 x 10⁶ m³/año. Los pozos perforados en el acuífero costero tienen generalmente capacidades específicas de hasta 56 m³/h/m, con 20 a 30 m³/h/m como valores representativos.

FIGURA V-14 MAPA HIDROGEOLÓGICO Y RED HÍDRICA REGIÓN LA PAZ



Fuente: Elaboración propia, Eco Ingenieros en base a Plan de Desarrollo Región La Paz

V.1.4.1 Nivel freático

El nivel freático en el terreno del proyecto varía entre 1.50m en la estación lluviosa a 5.00m en la estación seca, lo que se explica por la presencia de suelos aluviales y la topografía plana.

V.1.4.2 Calidad de Agua “Región Hidrográfica F (Jiboa – Jalponga – Estero de Jaltepeque)”

El Río Jiboa presenta altos niveles de color aparente y Coliformes fecales principalmente por el impacto que causa el río El Desagüe y los altos niveles de sedimentos que transporta.

TABLA V-9 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA PARA POTABILIZAR

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Nitratos mg/L NO ₃	Ciururos mg/L Cl ⁻	Color Aparente Unidades Pt-Co	Sólidos Totales Disueltos mg/L	Fenoles mg/L Fenol	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L O ₂	Zinc mg/L Zn	Cobre mg/L Cu	Coliformes fecales NMP/100 ml	Afros n ^o /seg
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃	mg/L Cl ⁻	Pt-Co	mg/L	mg/L Fenol	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	n ^o /seg
NORMA	6.5 a 9.2	4 a 6.5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 600	3.5	3 o 4	5	1	1000	
F01 JALPO	7.76	4.8	7.0	5.30	2.00	40.00	181.00	1.40	2.00	ND	0.01	3000	0.179
F02 JALPO	8.02	5.5	1.0	6.30	5.99	62.00	189.00	1.80	2.00	ND	0.01	5000	0.131
F03 JALPO	8.18	7.6	2.0	9.10	3.99	43.50	179.00	2.60	2.00	0.01	0.01	3000	0.145
F01 JIBOA	7.73	7.15	ND	5.90	2.00	12.00	200.00	3.65	0.33	0.01	0.01	130	0.071
F02 JIBOA	7.94	9.2	1.0	8.70	2.00	34.00	189.00	0.70	3.00	0.01	0.01	50000	0.106
F03 JIBOA	8.08	7.8	32.5	2.40	3.99	898.00	295.00	0.50	1.00	0.01	0.01	13000	0.632
F04 JIBOA	8.41	7.9	5.5	2.10	5.99	327.00	261.00	4.05	1.00	0.04	0.05	1700	1.130
F05 JIBOA	7.94	7.2	205.5	12.0	5.99	484.00	280.00	1.3	1.0	ND	0.01	800	0.880
F01 GUAYA	7.51	6.9	26.0	12.3	58.86	123.00	382.00	0.50	1.00	ND	0.01	1700	0.288
F01 ANTON	7.74	7.4	ND	8.10	3.99	16.50	251.00	3.50	2.00	0.01	0.01	17000	0.245

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

Fuente: Diagnóstico Nacional de Calidad de Aguas Superficiales

Por otro lado, solamente la parte alta del Río Jiboa presenta una calidad ambiental “Buena”, debido a la poca interferencia antropogénica en la zona por su difícil acceso; al contrario, en la parte media - baja de la cuenca, la calidad de agua sufre cambios debido desarrollo de actividades antropogénicas. Solamente la calidad de agua en la parte alta y en la zona Costera del río Jiboa, presenta aptitud para actividades agrícolas. Todos los demás sitios evaluados no cumplen con la normativa debido a los altos niveles de Coliformes fecales los cuales oscilan entre 1700 NMP/100ml y 50,000 NMP/100ml.

TABLA V-10 RESULTADOS DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACIÓN
F01 JALPO	58	REGULAR
F02 JALPO	56	REGULAR
F03 JALPO	59	REGULAR
F05 JIBOA	48	MALA
F01 GUAYA	56	REGULAR
F01 ANTON	55	REGULAR
F01 JIBOA	73	BUENA
F02 JIBOA	50	MALA
F03 JIBOA	53	REGULAR
F04 JIBOA	64	REGULAR

Fuente: Diagnóstico Nacional de Calidad de Aguas Superficiales

V.1.4.3 Balance Hídrico

El área de la Subcuenca dentro de la cual se encuentra el terreno en estudio se ubica dentro de la Región Hidrográfica F o Jiboa, así mismo dentro de la cuenca Estero de Jaltepeque y la Subcuenca El Guayabo o La Bolsa. El drenaje de la Subcuenca para el proyecto se genera fuera de los límites del terreno en estudio y desemboca en el Río El Pozón.

El Balance Hídrico constituye una comparación entre las variables de entradas (precipitación) y salidas al sistema (Evapotranspiración, evaporación y escorrentía), y establece un “Cambio de Almacenamiento”, que constituye una reserva en el caso de ser positivo o un déficit si se trata de un valor negativo.

A continuación se presenta el Balance Hídrico correspondiente a la cuenca del río Jiboa-Jalponga:

Cuenca Río Jiboa hasta la Estación Hidrométrica Montecristo:

Precipitación anual: 779 Millones de metros cúbicos

Evapotranspiración real: 327.48 Millones de metros cúbicos

Evaporación de cuerpo de agua: 150 millones de metros cúbicos

Evaporación de áreas urbanas: 2.34 millones de metros cúbicos

Escorrentía: 178.12 millones de metros cúbicos

Cambio de almacenamiento: 120.61 millones de metros cúbicos

V.1.5 Ruido y Vibración

La contaminación acústica se refiere a producción de sonidos a niveles tales que perjudican el oído humano, afectando el equilibrio y salud de las personas. En las visitas de campo y recorridos en la zona, se identificaron las siguientes fuentes de ruido: zona franca cercana El Pedregal ubicada al noroeste del Proyecto, la circulación mayor sobre la carretera CA-02 (Litoral) y l calle a La Herradura. Sin embargo las fuentes de ruido más intensas se encuentran retiradas de la zona de la planta fotovoltaica lo cual reduce los impactos por sonido o vibraciones. Así mismo el tipo de proyecto propuesto no cuenta con equipo que genere ruidos significativos.

No se cuenta con ninguna ordenanza reguladora de la contaminación ambiental por la emisión de ruidos en el municipio de El Rosario La Paz. Sin embargo para la ejecución del proyecto se deberá tomar en cuenta Art.- 47 literal a, de La Ley de Medio Ambiente de El Salvador, es cual estipula:

Art.-47- La protección de la atmósfera se regirá por los siguientes criterios básicos:

a) Asegurar que la atmósfera no sobrepase los niveles de concentración permisibles de contaminantes, establecidos en las normas técnicas de calidad del aire, relacionadas con sustancias o combinación de estas, partículas, ruidos, olores, vibraciones, radiaciones y alteraciones lumínicas, y provenientes de fuentes artificiales, fijas o móviles.

V.2 MEDIO BIOLÓGICO

El estudio de biodiversidad se realizó en un terreno donde se llevará a cabo el proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica “Planta Providencia Solar”, en el Departamento de La Paz.

En el estrato arbóreo se encontraron 10 especies agrupadas en 7 familias, todas dicotiledóneas. Se encontraron 27 especies arbustivas y herbáceas, agrupadas en 17 familias; todas las especies son dicotiledóneas y la familia con mayor número de especies es la Fabaceae (7 especies). Algunas de estas especies tienen papeles ecológicos relevantes así como diversos usos e importancias culturales. En el área de influencia indirecta, se observó un mayor número de especies respecto al área del proyecto, con un total de 37 especies arbóreas y 45 especies de hierbas y arbustos.

En cuanto a la herpetofauna se identificaron tres especies de anfibios, dos Anuros y una de Gymnophiona. Con respecto a reptiles, se logró identificar seis especies pertenecientes a suborden serpentes y nueve al suborden Sauria. Haciendo un total de 18 especies (3 anfibios y 15 reptiles). Solo se reporta *Iguana iguana* y *Boa constrictor* en el apéndice II de CITES. En el caso de *Iguana iguana*, *Dermophis mexicanus* y *Micrurus nigrocinctus* se encuentran como amenazadas para MARN (2009) y *Dermophis mexicanus* además se encuentra en estado vulnerable para UICN.

Respecto a aves se reportan 73 especies, de las cuales se registró una especie en categoría de Amenazado “chorlito tildio” (*Charadrius vociferus*) y una especie está catalogada como en Peligro “siete colores” (*Passerina ciris*), estas dos especies se consideran migratorias en el país y ocupan la zona de estudio para alimentarse y descansar como un punto estratégico en su ruta migratoria internacional. El resto de especies se encuentran en Preocupación menor para el MARN y *Passerina ciris* como Casi Amenazada para la UICN. Además se identificaron sitios de interés para alimentación y/o reproducción de algunas especies de las aves reportadas.

En el caso de los mamíferos, se reportan un total de diez especies, en ocho familias y cinco órdenes, de los cuales el orden mejor representado por los mamíferos evidenciados en el área del proyecto es el orden Carnívora con cinco especies.

En las cercanías del área, se observó una gran importancia de la vegetación natural remanente, sobre todo aquella que se encuentra en las zonas adyacentes a cuerpos de agua, para todos los grupos de especies identificados. Por lo que se recomienda mantener o crear las condiciones necesarias para que estos organismos sigan teniendo acceso y puedan seguir haciendo uso de este recurso para su subsistencia.

V.2.1 Descripción Del Área Del Proyecto

El área de estudio se puede dividir en dos sectores principales, separados entre sí por la calle del desvío a San Luis la Herradura, El primer sector al oeste de la calle formado por las zonas C y B y el segundo al este formado por la zona A (Ver figura V-15).

La topografía de los terrenos del área es casi completamente plana, a excepción de la quebrada Cañada Las Micas, de poca profundidad que atraviesa la zona C.

Uno de los rasgos ecológicos más característicos del área es su cercanía al río Jiboa, el cual es uno de los principales ríos de la costa que representa un ecosistema muy utilizado para muchas especies de aves principalmente, típicas de estos ecosistemas.

FIGURA V-15 UBICACIÓN DE LOS SITIOS ANALIZADOS



Fuente: Elaboración propia con base en google earth, 2014

Con respecto al recurso hídrico se puede mencionar que además del Río Jiboa, a los alrededores del área de estudio, se cuenta con cuerpos de agua intermitentes como las quebradas que se forman en el antiguo cauce del río, el cual está aún más cerca del terreno que el cauce actual. Estas zonas que contienen además remanentes de vegetación natural, son utilizadas por la fauna local para abastecerse del vital recurso.

El sitio de estudio, se caracteriza por ser un área agrícola, cuyo uso del suelo ha sido dedicado en su mayoría al cultivo de caña de azúcar y pequeños espacios baldíos con arbustos y hierbas típicas de zonas secas, en donde los únicos parches verdes de vegetación son los cercos vivos que existen en los bordes de los diferentes terrenos que involucra el área así como los bordes de la vaguada que se forma en uno de ellos (Ver figura V-16).

Para la realización del estudio biológico, se ha clasificado a la zona de estudio en dos tipos de área, basándose en los planos del inmueble; en primer lugar, se reconoce como área del proyecto a aquella área donde habrá modificación directa por las actividades del mismo, y área de influencia indirecta, a los alrededores del proyecto que serán áreas cuyas modificaciones serán de menor impacto en consecuencia de las actividades realizadas al interior.

V.2.2 Descripción de La Flora de las Áreas de Influencia

Según la clasificación de ecosistemas del MARN 2011, la mayor parte del área que comprenderá el proyecto y zonas adyacentes, se ubican en la categoría de “**Sistema Agropecuario**” (ver figura V-16). Esta categoría comprende zonas de cultivos permanentes o mezclas de cultivos forestales, frutales o mezclas de sistemas productivos, en este caso particular, el principal cultivo es el de “caña de azúcar”, en el cual la vegetación silvestre es prácticamente nula debido al cultivo permanente de “caña de azúcar” y a las quemas que se realizan para su extracción; además existen algunas parcelas mixtas de “maíz” con “frijol”, y en menor escala “ajonjolí” (Ver Fotografías V-4 y V-5). Adicionalmente, encontramos presencia de zonas urbanas o semi-urbanas e industriales.

Así mismo, se cuenta con un área de vegetación natural constituida por “**matorrales espinosos**” y algunos árboles dispersos, principalmente en todo el sector Oeste de la zona en que se realizara el proyecto (ver figura V-16). Las especies más notables son *Acacia farnesiana* “espino blanco”, *Celtisiguanaea* “cagalero”, *Pithecellobium dulce* “mangollano”, *Mimosa skinner* “zarza o dormilona” *Mimosa pigra* “zarza” y árboles escasos como *Sterculia apetala* “castaño”. De acuerdo al MARN 2011, esta porción se puede clasificar como “**Bosque tropical deciduo latifoliado de tierras bajas, bien drenado**”.

El Área de Influencia Indirecta, es la que contiene mayor riqueza de especies vegetales. Se limita a las partes de uso antropogénico, como el casco de la finca, parcelas cultivadas con granos básicos, frutales como “mango” *Mangifera indica*, y “marañón” *Anacardium occidentale*, incluyendo el uso de suelo para viviendas, calles y caminos.

Además, la vegetación presente se ubica principalmente en los márgenes de la propiedad como “**vegetación en cercos**”, la cual se encuentra mejor representada en los cercos ubicados en N13°27'16.46" y W88°59'47.89" y en N13°27'08.96" y W89°00'26.14", sin embargo también existen otros cercos con este tipo de vegetación dentro y fuera del área del proyecto.

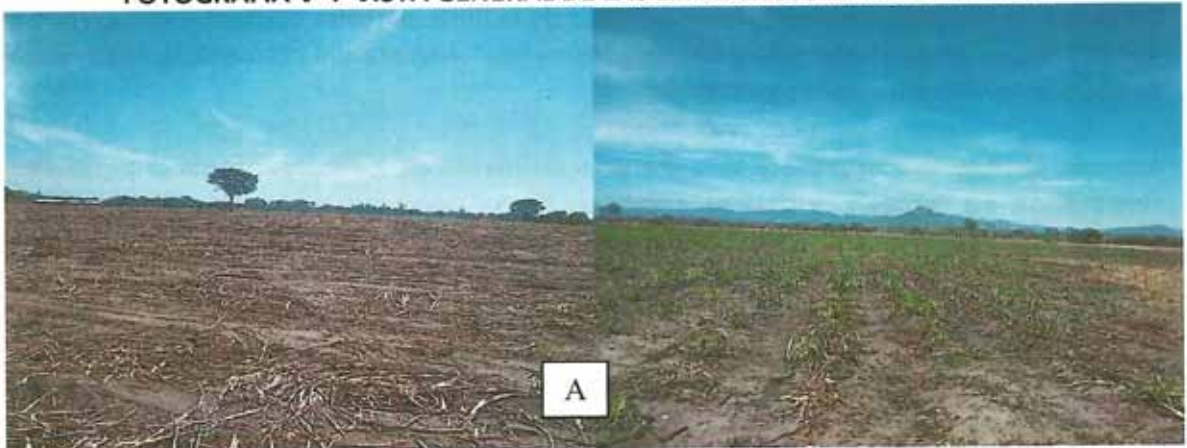
Existe también un pequeño humedal con relictos de vegetación acuática como una porción de quebrada, ubicado aproximadamente a 50 metros del borde Oeste del terreno entre las coordenadas N13°27'15.88" ; W89°01'29.25" y N13°27'20.82"; W89°01'25.18" con vegetación propia de este ecosistema o adaptada a suelos anegados y/o zonas inundables, posee plantas sumergidas tales como “lama” *Hydrilla verticillata*; plantas flotantes como “ninfa” *Eichhornia crassipes* y *Lemna sp.*; plantas emergentes como “tule” *Typha domingensis*; y vegetación rraparía como “sauce llorón” *Salix humboldtiana*, “amate de río” *Ficus insípida* y *Ludwigia octovalvis*. Según MARN 2011, se puede clasificar como “**Carrizal pantanoso de agua dulce**” (Figura V-16 y Fotografía V-5).

FIGURA V-16 MAPA DE SITIOS DE VEGETACIÓN IMPORTANTE EN EL ÁREA DIRECTA E INDIRECTA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia con base en google earth, 2014

FOTOGRAFÍA V-4 VISTA GENERAL DE LAS DIFERENTES ÁREAS DE ESTUDIO



A) Áreas cultivadas con "caña de azúcar".

Fuente: Estudio Biológico, Eco Ingenieros, 2015.

FOTOGRAFÍA V-5 VISTA GENERAL DE LAS DIFERENTES ÁREAS DE ESTUDIO



B) Cultivo de maíz con frijol. C) Cultivo de ajonjolí. D) Vegetación en cercos y linderos. E) Matorrales espinosos con árboles dispersos. F) Humedal con vegetación acuática contiguo al lindero. La Providencia, municipio El Rosario, Diciembre de 2014. (Fotografía por: Pablo Galán)

V.2.3 Metodología De Muestreo Y Recolección De Datos

Para el levantamiento de la información se realizaron muestreos diurnos, durante la época seca del mes de diciembre en el área del proyecto. Se establecieron 33 transectos lineales de 10 x 100 m (2000 m²), se procuró abarcar todos los tipos de hábitat potenciales presentes en el área, recorriendo senderos y zonas de accesos dentro del inmueble. Se realizaron recorridos sobre los bordes de los cultivos de caña (cultivo predominante) (ver figura V-17). En cada uno de los transectos, se levantaron datos de flora y fauna, siguiendo la metodología específica para cada grupo como a continuación se detalla:

FIGURA V-17 VISTA DE TRANSECTOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia con base en google earth, 2014

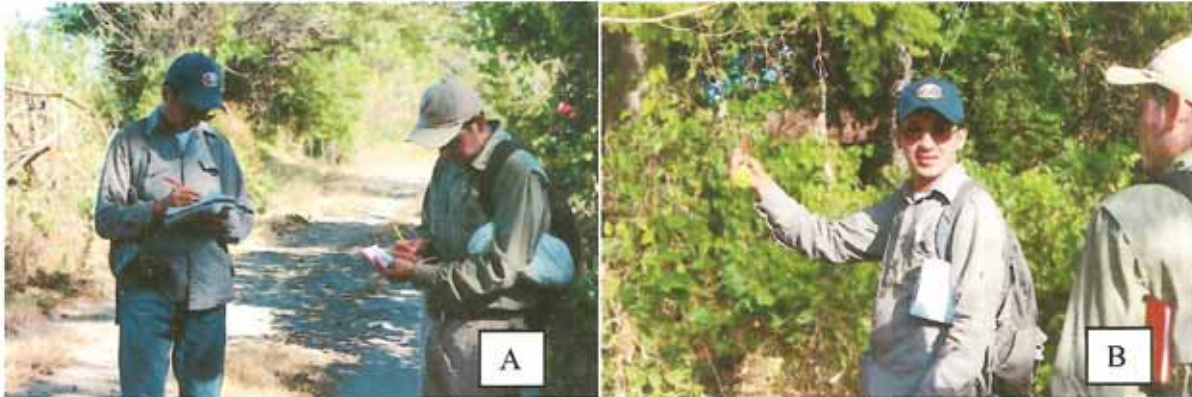
V.2.3.1 Metodología de flora

La descripción, caracterización y cuantificación del componente flora, se llevó a cabo en 1 día de campo, enfocado en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Para el levantamiento de la información se establecieron transectos lineales de 10 x 100 m (1000 m²). Haciendo un recorrido en todo el terreno. Se anotaron las referencias geográficas de los transectos y se hizo registro fotográfico de algunas especies (Fotografía V-6).

La mayoría de las especies fueron identificadas taxonómicamente *in situ*, en el caso contrario, se recolectó algunas muestras de especímenes para posterior identificación con claves taxonómicas y literatura especializada (Flora Mesoamericana, Flora de Nicaragua, Tropic.org).

FOTOGRAFÍA V-6 METODOLOGÍA DE TRABAJO



A) Establecimiento de transectos para identificación in situ. B) Preparación de material para identificación ex situ. Fotografía por: Equipo Eco Ingenieros.

V.2.3.2 Metodología de fauna

V.2.3.3 Metodología de Herpetofauna

Se hicieron recorridos de tipo barrido dentro de las áreas de Influencia Directa (AID) e Indirecta (AII). Las introspecciones al campo se llevaron a cabo una vez durante el día, iniciando a las 8:00 am, y finalizando cerca de las 3:00 pm. El objetivo principal fue el de detectar la presencia de reptiles.

Para la observación de anfibios se realizaron recorridos en zonas húmedas y pozas de agua identificadas como posibles reservorios (Fotografía V-7). También se buscaron vestigios de actividad reproductiva de anfibios (oviposturas o renacuajos) en charcas o pozas dentro de quebradas en el área de estudio. Sin embargo, por ser estación seca era muy poco probable encontrar alta actividad y evidencia observable de este grupo de vertebrados.

Se utilizó la búsqueda intensiva para el encuentro visual directo. Se prestó la mayor atención posible escuchando el movimiento entre la hojarasca, removiendo troncos caídos y hojas secas del suelo, y buscando en otros elementos como huecos en árboles y pequeñas cuevas debajo de rocas con la ayuda de un gancho serpentero. La herpetofauna se identificó por contacto visual y utilizando guías de campo especializadas en este grupo de vertebrados (Köhler *et al.*, 2006). No se capturaron especímenes y para su respectiva identificación se tomaron fotografías de cada uno de ellos tratando de que en estas quedaran plasmadas las principales características de las especies encontradas. Finalmente, el estado de conservación de las especies identificadas, fue consultado con las bases de datos de la lista roja de especies amenazadas (UICN 2014), CITES (2014) y especies amenazadas del MARN (2009).

FOTOGRAFÍA V-7 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL MUESTREO DE ANFIBIOS Y REPTILES EN EL AID



Fotografía por: Equipo Eco Ingenieros.

V.2.3.4 Metodología de Avifauna

En el estudio se utilizó la técnica Búsqueda Intensiva descrita por Ralph *et al.* (1996). Esta consiste en recorrer el sitio de estudio realizando estaciones en puntos específicos registrando las especies de aves mediante observación directa o audición (cantos o llamados), y así cuantificar el número de individuos por especie. Las especies de avifauna silvestre se identificaron por cantos o por contacto visual, mediante el uso de binoculares Eagle 10X42 mm, la guía de campo Birds of Mexico and Central America (Van Perlo, 2006) y una cámara fotográfica Fujifilm 30x para la captura de imágenes.

En la toma de datos se utilizaron libretas para notas de campo, para registrar la especie y su abundancia en el área. Los datos totales recolectados se procesaron en Microsoft Excel 2007, se elaboraron cuadros con la clasificación taxonómica de las especies identificadas en la investigación, organizándose por familia, género y especie con la clasificación taxonómica más reciente (eBird, 2014 y American Ornithologist Union).

FOTOGRAFÍA V-8 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL MUESTREO DE AVES EN EL AID



Fotografía por: Equipo Eco Ingenieros.

Se determinó el estatus de residencia, utilizando la clasificación detallada por el MARN (2009), en donde se caracteriza a las especies de acuerdo a su presencia estacional. Además, se clasificaron según el estatus de amenaza del MARN (2009) bajo las categorías de riesgo *Amenazado* y *Peligro de extinción*. Y según los criterios de la UICN (2014).

V.2.3.5 Metodología de Mastofauna

Para el muestro de Mamíferos, se empleó una metodología de barrido en cada uno de los 33 transectos que incluyeran todos los tipos de hábitats potenciales que se encuentran dentro del área de estudio para este grupo de fauna. Este esfuerzo de muestreo, el igual que en los demás grupos, se realizó durante un día completo de recorrido.

En el recorrido por los transectos se realizó una búsqueda intensiva de cualquier evidencia o rastro de mamíferos (huellas, excretas, rasgadas, restos de cadáveres, entre otros). Los rastros encontrados se identificaron *in situ*, sin embargo si existía alguna duda, se documentaron con fotografías y se tomaron mediciones y otros datos de sus características para posteriormente consultar guías de identificación de especies y corroborar así la correcta identidad de las especies presentes (Fotografía V.7).

Finalmente se hizo una revisión de las especies reportadas con la lista roja de especies amenazadas de la UICN (2013), base de datos de especies de mamíferos de CITES y la lista de categorías del MARN (2009), para posteriormente tabular la información obtenida, por orden, familia, género, especies encontradas y categorías de protección correspondientes para cada especie.

FOTOGRAFÍA V-9 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL MUESTREO DE MAMÍFEROS EN EL AID



Fotografía por: Equipo Eco Ingenieros.

V.2.4 Resultados de flora en área de influencia directa (AID)

El consolidado de especies en el muestreo florístico para el Área de Influencia Directa AID), combinando los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, da un total de 37 especies.

V.2.4.1 Flora Arbórea (AID)

El estrato arbóreo está compuesto por 10 especies agrupadas en 7 familias (tabla No. I.1); todas pertenecientes a la División Angiospermae: Clase Magnoliopsidae (dicotiledóneas).

Las familias con mayor número de especies corresponden a Fabaceae 3 y Malvaceae 2, el resto de familias con una especie.

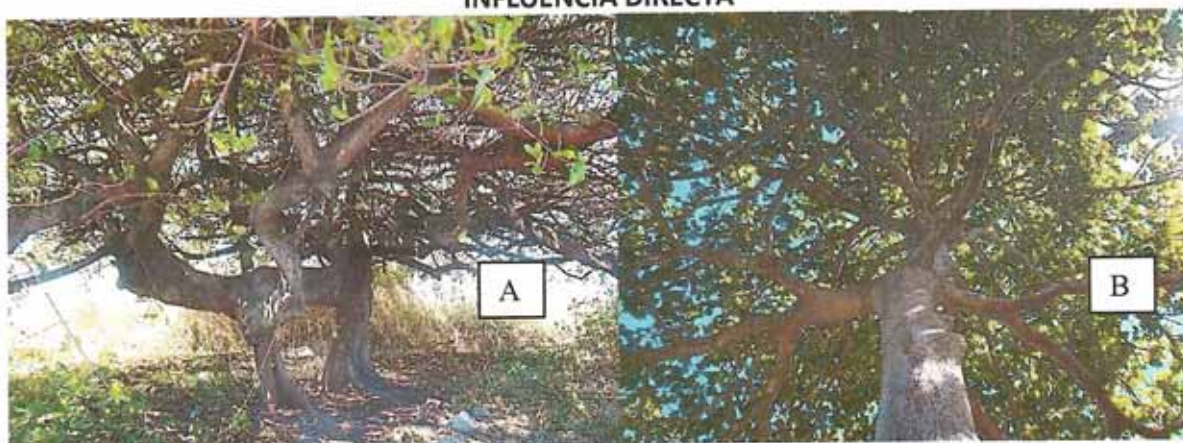
No se reportan especies en categoría de amenazadas.

TABLA V-11 TOTAL DE ESPECIES ARBÓREAS ENCONTRADAS EN EL AID.

NO.	ESPECIES DE ÁRBOLES	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
				UICN	CITES	MARN
1	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Fabaceae	"almendro de río"	-	-	-
2	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	"ceiba"	-	-	-
3	<i>Coccoloba caracasana</i> Meissn.	Polygonaceae	"papaturo"	-	-	-
4	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	"amate"	-	-	-
5	<i>Gliricidia sepium</i> Kunth ex Steud.	Fabaceae	"madre cacao"	-	-	-
6	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae	"mangollano"	-	-	-
7	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	"chilamate"	-	-	-
8	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Simaroubaceae	"aceituno"	-	-	-
9	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Malvaceae	"castaño"	-	-	-
10	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Bignoniaceae	"maquilshuat"	-	-	-

Fuente: Elaboración propia ECO Ingenieros, 2014

FOTOGRAFÍA V-10 REPRESENTANTES DE LA FLORA ARBÓREA ENCONTRADA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA



A) *Sterculia apetala* "castaño" B) *Ficus crocata* "amate". El Rosario Diciembre 2014. (Fotografías por: Pablo Galán)

V.2.4.2 Flora Arbustiva Y Herbácea (AID)

Los estratos arbustivo y herbáceo está compuesto por 27 especies agrupadas en 17 familias (tabla V-12); todas las especies pertenecientes a la División Angiospermae, Clase Magnoliopsidae (dicotiledóneas).

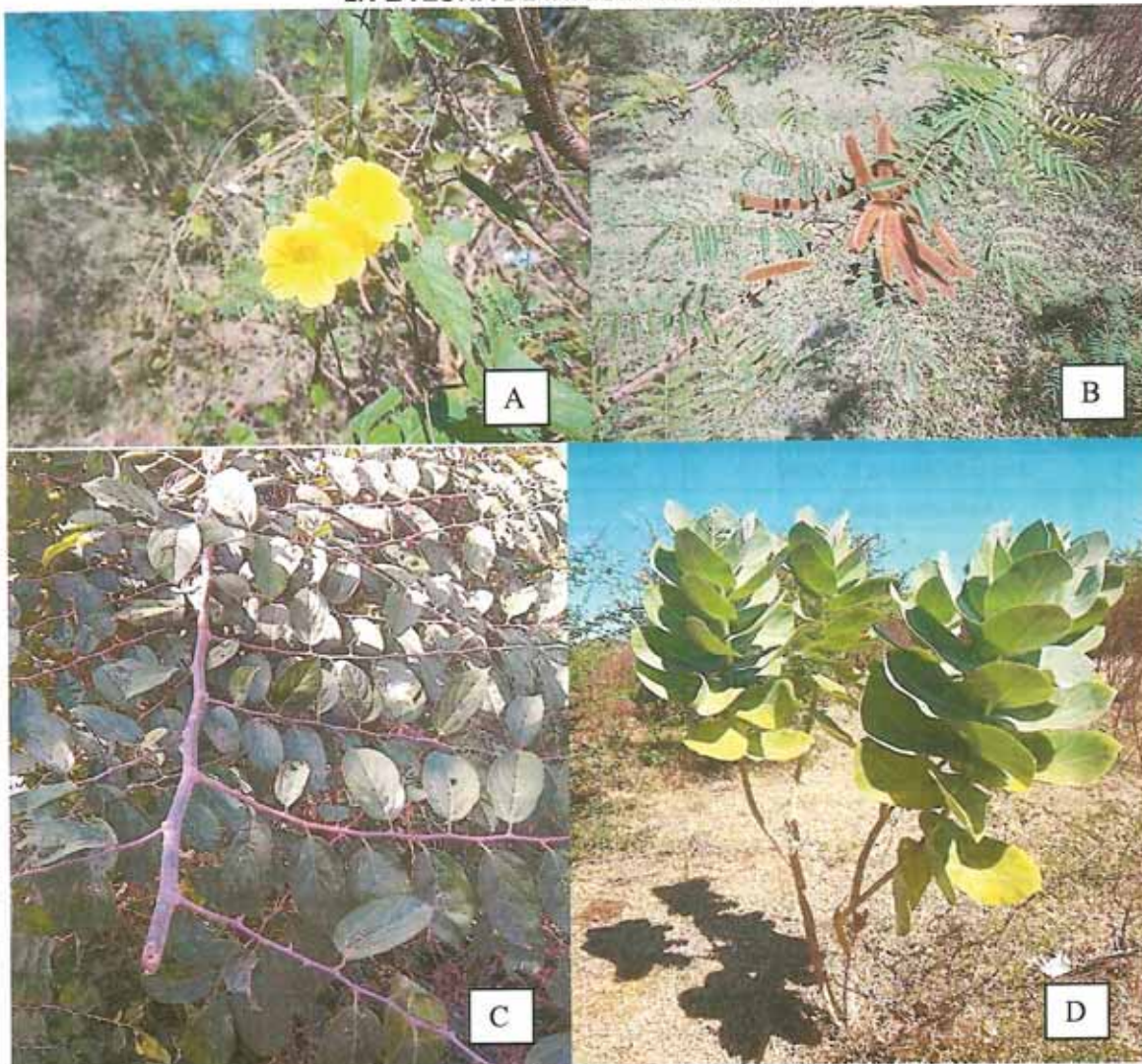
Las familias con mayor número de especies corresponden a Fabaceae 7, Asteraceae 3, Euphorbiaceae y Malvaceae 2, y el resto de familias con 1 sola especie.

TABLA V-12 TOTAL DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y HERBÁCEAS EN EL AID,

NO.	ESPECIES DE ARBUSTOS Y HIERBAS	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
				UICN	CITES	MARN
1	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	"espino blanco"	Fabaceae	-	-	-
2	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	"huisquilite"	Amaranthaceae	-	-	-
3	<i>Calotropis procera</i> (Alton) W.T. Alton	"algodón de playa"	Asclepiadaceae	-	-	-
4	<i>Casearia nitida</i> (L.) Jacq.	"canfurillo"	Salicaceae	-	-	-
5	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	"cagalero"	Cannabaceae	-	-	-
6	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	n/d	Euphorbiaceae	-	-	-
7	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	n/d	Euphorbiaceae	-	-	-
8	<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	"crucito"	Rubiaceae	-	-	-
9	<i>Cleome viscosa</i> L.	n/d	Capparaceae	-	-	-
10	<i>Crotalaria</i> sp.	n/d	Fabaceae	-	-	-
11	<i>Cucumis anguria</i> L.	"melón"	Cucurbitaceae	-	-	-
12	<i>Desmodium scorpiurus</i> (Sw.) Desv.	"mozote"	Fabaceae	-	-	-
13	<i>Desmodium infractum</i> DC.	"mozote"	Fabaceae	-	-	-
14	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	n/d	Acanthaceae	-	-	-
15	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	"chichingaste"	Lamiaceae	-	-	-
16	<i>Lantana camara</i> L.	"cinco negritos"	Verbenaceae	-	-	-
17	<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K.M. Becker	"flor amarilla"	Asteraceae	-	-	-
18	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	"botón de oro"	Asteraceae	-	-	-
19	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small	"botoncillo"	Asteraceae	-	-	-
20	<i>Merremia umbellate</i> (L.) Hallier f.	"campanilla"	Convolvulaceae	-	-	-
21	<i>Mimosa pudica</i> L.	"dormilona"	Fabaceae	-	-	-
22	<i>Mimosa pigra</i> L.	"zarza"	Fabaceae	-	-	-
23	<i>Mimosa skinneri</i> Benth.	"zarza dormilona",	Fabaceae	-	-	-
24	<i>Pereskia lychnidiflora</i> DC.	"matial"	Cactaceae	-	-	-
25	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	"escobilla"	Malvaceae	-	-	-
26	<i>Solanum torvum</i> Sw.	"huistomate"	Solanaceae	-	-	-
27	<i>Waltheria indica</i> L.	"escobilla"	Malvaceae	-	-	-

Fuente: Elaboración propia ECO Ingenieros, 2014

FOTOGRAFÍA V-11 REPRESENTANTES DE LA FLORA ARBUSTIVA Y HERBÁCEA ENCONTRADA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA



A). *Merremia umbellata* B) *Mimosa pigra*, “zarza C) *Calotropis procera* “algodón de playa” D) *Celtis iguanaea* “cagalero”. (Fotografías por: Pablo Galán)

V.2.4.3 Significancia Ecológica

Se reporta una especie en categorías de conservación a nivel internacional, la cual requiere mayor atención, principalmente al momento de seleccionar árboles a talar y/o posibles especies a utilizar en programas de reforestación y de ser posible no talar los que están en pie.

Especies UICN: *Lonchocarpus minimiflorus* “chaperno” LC (Least concern) en preocupación menor o estable.

Además se encuentran *Ceiba pentandra* “ceiba” y *Tabebuia rosea* “maquilishuat” protegidos por decretos ejecutivos por ser emblemas nacionales como “árbol de la paz” y “árbol nacional” respectivamente.

V.2.4.4 *Significancia antropogénica*

Se encuentra una cantidad considerable de especies con diferentes usos populares entre los principales destacan: alimenticias, medicinales, maderables y culturales.

- Alimenticias: piñuela, jocote, mango, teberinto, marañón y castaño entre otros.
- Medicinales: cinco negritos, epacina, caulote, chichinguaste y jaiva entre otros.
- Maderables: cenícero y madrecaao, entre otros.
- Culturales: piñuela y palo jiote usado para cercas vivas y el jiote también para elaborar las cruces del “Día de la cruz”.

V.2.5 *Flora en el área de influencia indirecta (All)*

Principalmente se ubican en los márgenes de la propiedad y zonas cultivadas con granos como “caña de azúcar”, “maíz” y frijol”, “ajonjolí”; plantas utilizadas como cercas vivas; hierbas heliófilas y algunos árboles dispersos que representan vegetación secundaria.

El consolidado de especies en el muestreo florístico para el Área de Influencia Indirecta All), combinando los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, da un total de 82 especies.

V.2.5.1 *Flora arbórea*

Se reportan 37 especies de árboles, pertenecientes a 19 familias, la mayoría de ellas se encontraron en el Área de Influencia indirecta (Tabla V-13).

Las familias con mayor número de especies son Fabaceae 9, Anacardiaceae 4, Moraceae 3, Apocynaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Meliaceae y Polygonaceae con dos.

Se reporta una especie en listado de UICN: *Lonchocarpus minimiflorus* “chaperno” LC (Least concern) en preocupación menor o estable.

TABLA V-13 TOTAL DE ESPECIES ARBÓREAS ENCONTRADAS EN EL AII

N°	ESPECIES DE ÁRBOLES	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
				UICN	CITES	MARN
1	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Fabaceae	"carreto"	-	-	-
2	<i>Acacia hindsii</i> Benth.	Fabaceae	"izcanal"	-	-	-
3	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Fabaceae	"zarzo"	-	-	-
4	<i>Achatocarpus nigricans</i> Triana.	Achatocarpaceae	"cuenta de agua"	-	-	-
5	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Fabaceae	"polvo de queso"	-	-	-
6	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	"marañón"	-	-	-
7	<i>Annona macrophyllacta</i>	Annonaceae	"anona"	-	-	-
8	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	"nim"	-	-	-
9	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	"jiote"	-	-	-
10	<i>Cassia grandis</i> L. f.	Fabaceae	"carao"	-	-	-
11	<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae	"guarumo"	-	-	-
12	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	"ceiba"	-	-	-
13	<i>Coccoloba floribunda</i> (Benth) Lindau.	Polygonaceae	"papaturre"	-	-	-
14	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	"coco"	-	-	-
15	<i>Cordia dentata</i> Poir.	Boraginaceae	"tihuilote"	-	-	-
16	<i>Crescentialata</i> Kunth	Bignoniaceae	"morro"	-	-	-
17	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	"amate"	-	-	-
18	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae	"amate de río"	-	-	-
19	<i>Guarea glabra</i> Vahl	Meliaceae	"quita calzón"	-	-	-
20	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	"caulote"	-	-	-
21	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	"tempate"	-	-	-
22	<i>Leucaena shannonii</i> Donn. Sm.	Fabaceae	"leucaena"	-	-	-
23	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	Fabaceae	"chaperno"	LC	-	-
24	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	"palo mora"	-	-	-
25	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	"mango"	-	-	-
26	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	"teberinto"	-	-	-
27	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae	"mangollano"	-	-	-
28	<i>Poeppigia procera</i> C. Presl	Fabaceae	"membre"	-	-	-
29	<i>Salix chilensis</i> Molina	Salicaceae	"sauce llorón"	-	-	-
30	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	"chilamate"	-	-	-
31	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Simaroubaceae	"aceituno"	-	-	-
32	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	"jocote jobo"	-	-	-
33	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	"jocote pitarriyo"	-	-	-
34	<i>Stemmadenia pubescens</i> Benth.	Apocynaceae	"cojón"	-	-	-

N°	ESPECIES DE ÁRBOLES	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
				UICN	CITES	MARN
35	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose	Apocynaceae	"cojón de puerco"	-	-	-
36	<i>Tectona grandis</i> L. f.	Verbenaceae	"teca"	-	-	-
37	<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol.) Standl. & Steyerm.	Polygonaceae	"mulato"	-	-	-

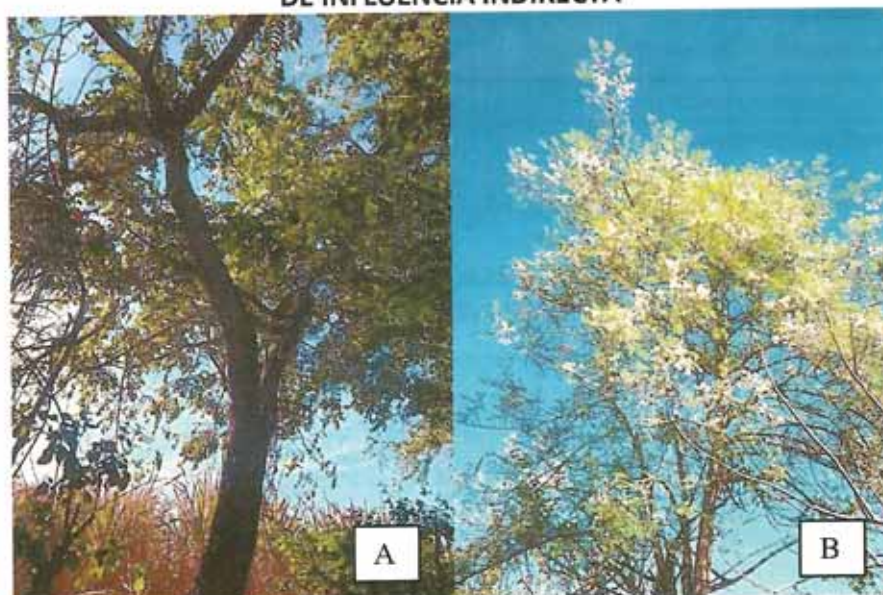
Fuente: Elaboración propia ECO Ingenieros, 2014

FOTOGRAFÍA V-12 REPRESENTANTES DE LA FLORA ARBÓREA ENCONTRADA EN LA ZONA DE INFLUENCIA INDIRECTA



A) *Albizia niopoides* "conacaste blanco" B) *Crescentia alata* "morro" C) *Cocoloba floribunda* "iril"
 D) *Guazuma ulmifolia* "caulote". El Rosario, Diciembre de 2014. (Fotografías por: Pablo Galán)

FOTOGRAFÍA V-13 REPRESENTANTES DE LA FLORA ARBÓREA ENCONTRADA EN LA ZONA DE INFLUENCIA INDIRECTA



A) *Spondias mombin* "jocote jobo" B) *Moringa oleifera* "teberinto". El Rosario, Diciembre de 2014. (Fotografías por: Pablo Galán)

V.2.5.2 Flora arbustiva y Herbácea

Se reportan un total de 45 especies de hierbas y arbustos, pertenecientes a 28 familias, en esta área se encontró mayor riqueza de especies en comparación con el Área de Influencia Directa, debido a ser vegetación en cercos y orillas de camino, y donde no se realiza "quema de caña". No se reportan especies en categorías de conservación.

ABLA V-14 TOTAL DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y HERBÁCEAS EN EL AII

N°	ESPECIES DE ARBUSTOS Y HIERBAS	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
				UICN	CITES	MARN
1	<i>Acanthocereus teragonus</i> (L.) Hummelinck	"pitahaya"	Cactaceae	-	-	-
2	<i>Achyranthes aspera</i> L.	"pija de gato"	Amaranthaceae	-	-	-
3	<i>Acmella radicans</i> (Jacq.) R.K. Jansen	n/d	Asteraceae	-	-	-
4	<i>Aeschynomene brasiliiana</i> (Poir.) DC.	n/d	Fabaceae	-	-	-
5	<i>Asclepias curassavica</i> L.	"señorita"	Asclepiadaceae	-	-	-
6	<i>Baltimore recta</i> L.	"flor amarilla"	Asteraceae	-	-	-

N°	ESPECIES DE ARBUSTOS Y HIERBAS	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
				UICN	CITES	MARN
7	<i>Blechum brownei</i> Juss.	n/d	Acanthaceae	-	-	-
8	<i>Bromelia alsodes</i> H. St. John	"piñuela"	Bromeliaceae	-	-	-
9	<i>Byttneria aculeata</i> (Jacq.) Jacq.	"zarza"	Malvaceae	-	-	-
10	<i>Cayaponia attenuata</i> (Hook. & Arn.) Cogn.	n/d	Cucurbitaceae	-	-	-
11	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	"comemano"	Vitaceae	-	-	-
12	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	"ninfa"	Pontederiaceae	-	-	-
13	<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urb.	n/d	Fabaceae	-	-	-
14	<i>Herisanthia crispa</i> (L.) Brizicky	n/d	Malvaceae	-	-	-
15	<i>Hydrilla verticillata</i> (L. f.) Royle	"lama"	Hydrocharitaceae	-	-	-
16	<i>Indigofera jamaicensis</i> Spreng.	n/d	Fabaceae	-	-	-
17	<i>Ipomoea cf. alba</i> L.	"campanilla"	Convolvulaceae	-	-	-
18	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	"campanilla"	Convolvulaceae	-	-	-
20	<i>Iresine latifolia</i> (M. Martens & Galeotti) Benth. & Hook. f.	"coyuntura de pollo"	Amaranthaceae	-	-	-
21	<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Kunth) Hitchc.	n/d	Poaceae	-	-	-
23	<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.	n/d	Araceae			
24	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	n/d	Onagraceae	-	-	-
25	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs	n/d	Poaceae	-	-	-
26	<i>Melochia pyramidata</i> L.	"escobilla"	Malvaceae	-	-	-
27	<i>Melothria pendula</i> L.	"sandía de ratón"	Cucurbitaceae	-	-	-
28	<i>Mollugo verticillata</i> L.	n/d	Molluginaceae	-	-	-
29	<i>Momordica charantia</i> L.	"jaiva"	Cucurbitaceae	-	-	-
30	<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	"pluma de gallina"	Poaceae	-	-	-
31	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	"zacate"	Poaceae	-	-	-
32	<i>Passiflora filipes</i> Benth.	n/d	Passifloraceae	-	-	-
33	<i>Passiflora foetida</i> L.	"granadilla de ratón"	Passifloraceae	-	-	-
34	<i>Paullinia pinnata</i> L.	n/d	Sapindaceae	-	-	-
35	<i>Petiveria alliacea</i> L.	"epacina"	Phytolaccaceae	-	-	-
36	<i>Lippia nodiflora</i> (L.) Michx.	n/d	Verbenaceae	-	-	-
37	<i>Pithecocthenium crucigerum</i> (L.) A.H. Gentry	"lengua de vaca"	Bignoniaceae	-	-	-
38	<i>Polygonum segetum</i> Kunth	n/d	Polygonaceae	-	-	-

N°	ESPECIES DE ARBUSTOS Y HIERBAS	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
				UICN	CITES	MARN
39	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	"amatillo"	Apocynaceae	-	-	-
40	<i>Salvia misella</i> Kunth	n/d	Lamiaceae	-	-	-
41	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	"frijolillo"	Fabaceae	-	-	-
42	<i>Serjania triquetra</i> Radlk.	n/d	Sapindaceae	-	-	-
43	<i>Sida rhombifolia</i> L.	"escobilla"	Malvaceae	-	-	-
44	<i>Solanum hazenii</i> Britton	"lavatrastos"	Solanaceae	-	-	-
45	<i>Spermacoce capitata</i> Ruiz & Pav.	n/d	Rubiaceae	-	-	-

Fuente: Elaboración propia ECO Ingenieros, 2014

Fotografía V-14 Representantes de la flora arbustiva y herbácea encontrada en la zona de influencia indirecta



A) *Ludwigia octovalvis* B) *Herisanthia crispera* C) *Passiflora foetida* "granadilla de ratón" D) *Melothriascabra* "sandía de ratón" E) *Eichhornia crassipes* "ninfa" F) *Acanthocereus tetragonus* "pitahaya". El Rosario, Diciembre de 2014. (Fotografías por: Pablo Galán)

V.2.6 Resultados de Fauna

V.2.6.1 Herpetofauna

Se identificaron tres especies de anfibios, dos Anuros y una de Gymnophiona. En cuanto a los reptiles, se logró identificar seis especies pertenecientes al suborden Serpentes y nueve que pertenecen al suborden Sauria. Haciendo un total de 18 especies (3 anfibios y 15 reptiles). Estos individuos se identificaron sobre la superficie del suelo, rocas, restos vegetales o pequeños cuerpos de agua.

Es importante recalcar que dos especies se encuentran en el apéndice II de CITES (*Iguana iguana* y *Boa constrictor*). En el caso de *Iguana iguana*, *Dermophis mexicanus* y *Micrurus nigrocinctus* se encuentra como amenazada para MARN (2009) y solo *Iguana iguana* y *Boa constrictor* se encuentran en categoría II de CITES. Mientras que *Dermophis mexicanus* se encuentra como amenazada para el MARN y en vulnerable para UICN. Se registra a *Hemidactylus frenatus* “geko besador” como especie exótica, esto puede explicarse muy bien debido a la presencia de áreas urbanas a los bordes del sitio y a la alta perturbación antropogénica del sitio.

TABLA V-15 HERPETOFAUNA PRESENTE EN EL SITIO DE ESTUDIO Y SU ESTADO DE CONSERVACIÓN A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MARN	CITES	UICN
Anura	Bufoidea	<i>Rhinella marina</i> *	sapo común	NA	--	LC
Anura	Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulosus</i> *	sapito túngara	NA	--	LC
Gymnophiona	Caecillidae	<i>Dermophis mexicanus</i> **	telpecúa	A	--	V
Sauria	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i> *	geko nativo	NA	--	LC
Sauria	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i> *	geko besador	Exótico		LC
Sauria	Teiidae	<i>Aspidoscelis deppei</i> *	gagartija corredora	NA	--	LC
Sauria	Teiidae	<i>Holocosus (Ameiva) undulata</i> *	lagartija pintada	NA	--	LC
Sauria	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> *	iguana verde	A	II	LC
Sauria	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> *	garrobo	NA	--	LC
Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus malachiticus</i> *	talconete	NA	--	LC
Sauria	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i> *	tenguereche	NA	--	LC

SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MARN	CITES	UICN
Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus squamosus*</i>	lagartija	NA	--	LC
Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor*</i>	masacuata	NA	II	LC
Serpentes	Colubridae	<i>Coluber* mentovarius</i>	zumbadora	NA	--	LC
Serpentes	Colubridae	<i>Oxybelis* aeneus</i>	bejuquilla café	NA	--	LC
Serpentes	Colubridae	<i>Oxybelis* fulgidus</i>	bejuquilla verde	NA	--	LC
Serpentes	Loxocemidae	<i>Conophis* lineatus</i>	cotina común	NA	--	LC
Serpentes	Elapidae	<i>Micrurus nigrocinctus**</i>	coral	A	--	LC

(*) Datos obtenidos por observaciones directas, o identificación de rastros.

(**) Datos obtenidos por Com.Per

A: Amenazado; NA: No amenazado; II: Apéndice II; LC: Preocupación menor V: Vulnerable.

Fuente: Elaboración propia ECO Ingenieros, 2014

FOTOGRAFÍA V-15 REPTILES PRESENTES EN EL SITIO DEL PROYECTO.



(A) *Oxybelis aeneus* "bejuquilla café"; (B) *Osamentas de Boa constrictor* "masacuata",

FOTOGRAFÍA V-16 HERPETOFAUNA PRESENTES EN EL SITIO DEL PROYECTO



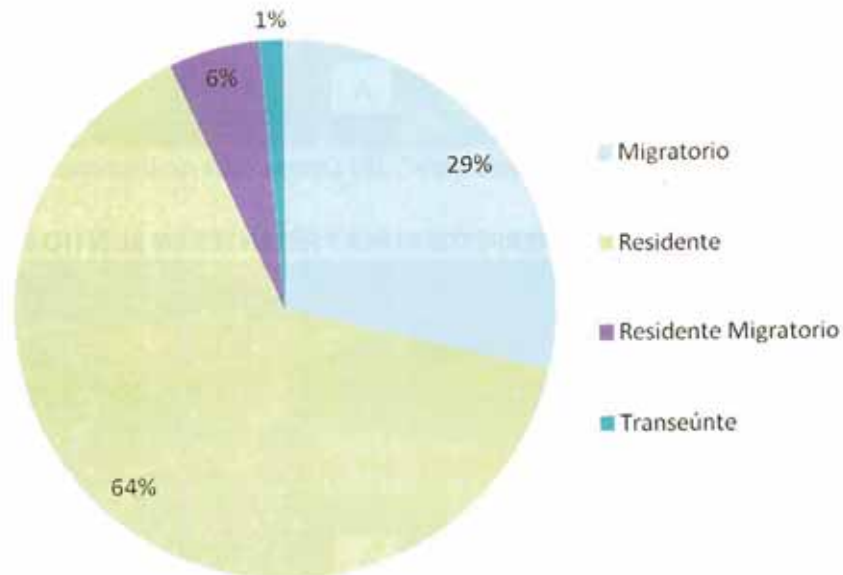
(A) *Rhinella marina* "sapo común"; (B) *Aspidoscelis deppei* "lagartija corredora"

V.2.6.2 Avifauna

Se reportan 73 especies, 61 géneros y 28 familias de aves. La familia mejor representada en términos de riqueza fue Tyrannidae e Icteridae con nueve y diez especies respectivamente, Accipitridae y Ardeidae con cinco especies respectivamente, seguida Columbidae, y Cardinalidae con cuatro especies, (Tabla II.6). Por su abundancia las especies dominantes fueron *Agelaius phoeniceus* (13), *Colinus cristatus* y *Hirundo rustica* (8), *Zenaida asiatica* *Columbina inca*, *Tyrannus verticalis* y *Oreothlypis peregrina* con siete individuos respectivamente. Mientras que 11 especies presentaron la frecuencia mínima (1 individuo).

De acuerdo a su estacionalidad (MARN, 2009), se registraron cuatro categorías, como lo muestra el gráfico II.1, de las cuales Residente representa la mayor cantidad de especies registradas en el sitio de estudio con 47 especies (64%), las Migratorias 21 especies (29%) estas fueran las segunda con mayor reportes, ya que la fecha en que se realizó el estudio abarca la plena época Migratoria, la categoría de especies Residente Migratorias (6%) ya que estas nos visitan en época de migración y también poseen poblaciones residentes en nuestro país y una especie con categoría de Transeúnte que esta solo pasa en el país se queda poco tiempo y sigue su migración.

GRÁFICO V-3 PORCENTAJE DE ESPECIES POR CATEGORÍA DE ESTACIONALIDAD REGISTRADAS EN EL SITIO DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia ECO Ingenieros, 2014

En el área de estudio se encontraron arboles con agujeros que los ocupan como nido los pájaros carpinteros entre otras especies reportadas en el sitio y un total de 4 nidos inactivos pertenecientes a especies residentes de *Icterus pustulatus* (2), *Campylorhynchus rufinucha* (2) y se encontró una especie *Pitangus sulphuratus* elaborando su nidos, para la próxima época reproductiva. Las especies antes mencionadas son categorizadas como Residentes y generalmente todos los años acuden al mismo territorio para construir sus nidos y poder así perpetuar la especie.

Según el estatus de vulnerabilidad del MARN (2009), se registró un ave en categoría de Amenazado "chorlito tildio" (*Charadrius vociferus*) y una especie está catalogada como en Peligro "siete colores" (*Passerina ciris*), el resto de especies se encuentran en Preocupación menor y según la UICN (2014) todas las especies se encuentran en el estatus preocupación menor, exceptuando una especie catalogada como Casi Amenazada (*Passerina ciris*) por UICN, esta ave es migratoria y pasa su migración en nuestro país que le sirve como sitio de descanso y alimentación. También en el sitio de estudio se reportan 21 especies de aves migratorias esta especie de ave son las que migran del norte del continente hacia nuestro país y utilizan el sitio de estudio para alimentarse, descanso y protección durante su estadía en el país.

En el área de estudio se logra identificar zonas de interés para las aves ya que en los transectos recorridos se muestra zonas con líneas de vegetación nativa y posee cercanías a depósitos y afluentes de agua que son aprovechados por las aves para hidratarse, aseo, algunas para alimentarse y descansar. Se observaron en los alrededores del área del proyecto, parches de bosque con árboles grandes, que son aprovechados por las aves del sitio para anidar, alimentarse y descansar realizando con éxito su ciclo biológico, al igual que los cuerpos de agua y zonas inundadas que se encontraron en el sitio, importantes para las aves del lugar ya sean residentes o migratorias, cabe aclarar que las aves ocupan para desplazarse toda el área en estudio y su entorno.

TABLA V-16 CATEGORÍAS TAXONÓMICAS, NOMBRE COMÚN, CLASIFICACIÓN POR ESTACIONALIDAD, ESTATUS DE CONSERVACIÓN SEGÚN UICN Y ESTATUS DE CONSERVACIÓN SEGÚN MARN DE LAS AVES OBSERVADOS.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	CATEGORÍA MARN	CATEGORÍA UICN
Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	codorniz	Residente	Preocupación menor	-----
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	garzon blanco	Residente Migratorio	Preocupación menor	-----
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	garza/garceta azul	Migratorio	Preocupación menor	-----
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	garza de patas amarillas	Residente Migratorio	Preocupación menor	-----
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	garza garrapatera	Residente	Preocupación menor	-----
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	garza verde	Residente	Preocupación menor	-----

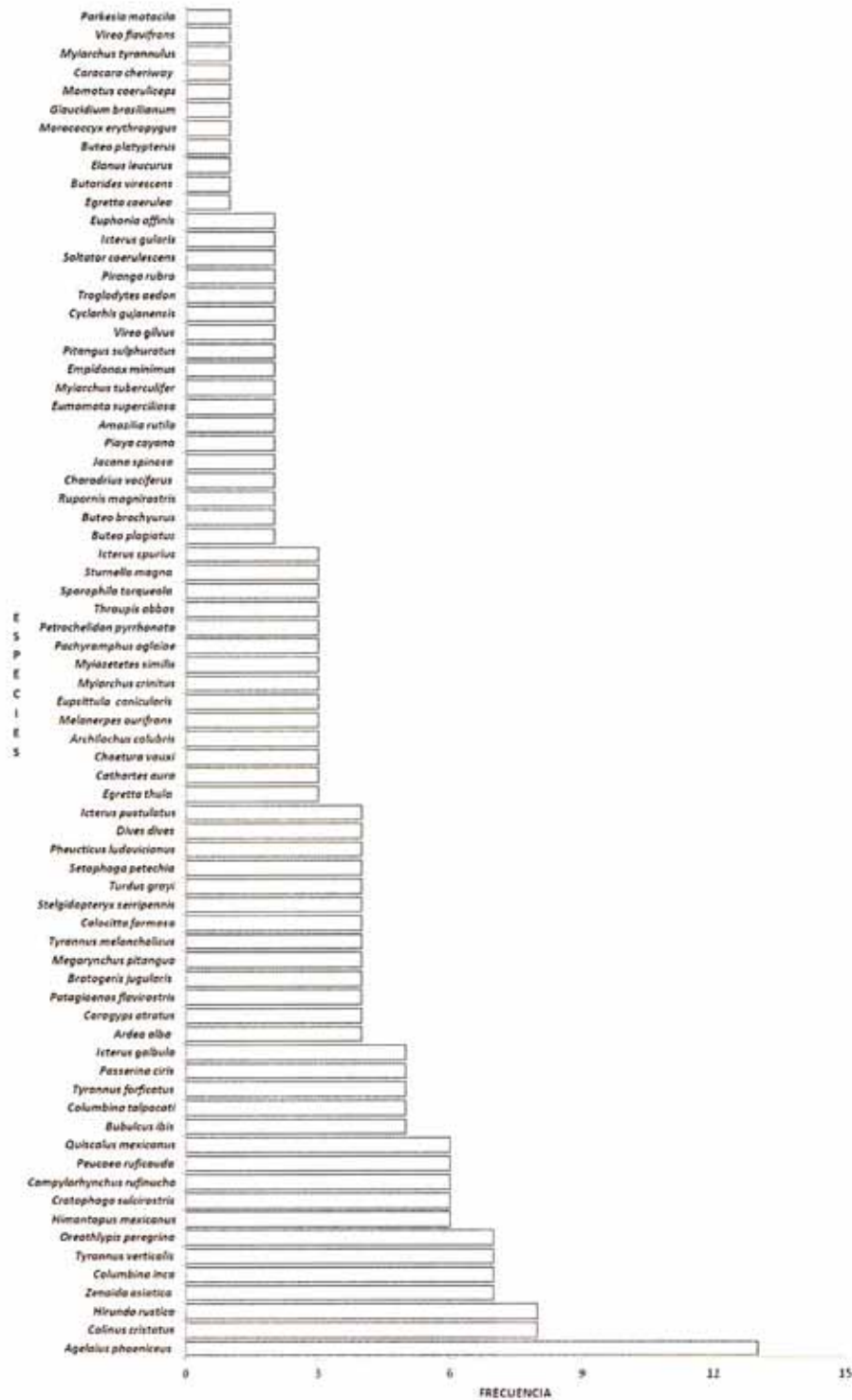
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	CATEGORÍA MARN	CATEGORÍA UICN
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	zope cabeza roja	Residente Migratorio	Preocupación menor	-----
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	zope cabeza negra	Residente	Preocupación menor	-----
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	gavilán piscucha	Residente	Preocupación menor	-----
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	gavilán gris	Residente	Preocupación menor	-----
Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	gavilán aliancha	Migratorio	Preocupación menor	-----
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	gavilán colicorta	Residente Migratorio	Preocupación menor	-----
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavilán de los caminos	Residente	Preocupación menor	-----
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	chorlito tildío	Migratorio	Amenazado	-----
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	policia, candelero americano	Migratorio	Preocupación menor	-----
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	gallito de agua	Residente	Preocupación menor	-----
Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	paloma morada	Residente	Preocupación menor	-----
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	paloma aliblanca	Residente	Preocupación menor	-----
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	tortolita rojiza	Residente	Preocupación menor	-----
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	tortolita colilarga	Residente	Preocupación menor	-----
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	piscoy	Residente	Preocupación menor	-----
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	pijuyo	Residente	Preocupación menor	-----
Cuculidae	<i>Morococcyx erythropygus</i>	chonte boba	Residente	Preocupación menor	-----
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	aurorita	Residente	Preocupación menor	-----
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	vencejo de vaux	Residente	Preocupación menor	-----
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	colibrí canelo	Residente	Preocupación menor	-----
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	colibrí de garganta rubí	Migratorio	Preocupación menor	-----
Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	torogoz	Residente	Preocupación menor	-----
Momotidae	<i>Momotus coeruliceps</i>	talapo	Residente	Preocupación menor	-----
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	cheje	Residente	Preocupación menor	-----
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	querque	Residente	Preocupación	-----

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	CATEGORÍA MARN	CATEGORÍA UICN
				menor	
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	perico frentinaranja/chocoyo	Residente	Preocupación menor	-----
Psittacidae	<i>Brotogeris jugularis</i>	perico barbinaranja/catalnica	Residente	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	copetón triste	Residente	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	copetón tirano	Migratorio	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	copetón viajero	Migratorio	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	mosquero mínimo	Migratorio	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	luis piquigruoso	Residente	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	cristo fue	Residente	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	chío	Residente	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	tirano tropical	Residente	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	tirano occidental	Migratorio	Preocupación menor	-----
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	tirano tijereta	Migratorio	Preocupación menor	-----
Tytiridae	<i>Pachyrampus aglaiae</i>	cabezón degollado	Residente	Preocupación menor	-----
Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	vireo gorjeador	Migratorio	Preocupación menor	-----
Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	vireogorjiamarillo	Migratorio	Preocupación menor	-----
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	vireón cejirrufo	Residente	Preocupación menor	-----
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	urraca	Residente	Preocupación menor	-----
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	golondrina aserrada	Residente	Preocupación menor	-----
Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	golondrina risquera	Transeunte	Preocupación menor	-----
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	golondrina ranchera	Migratoria	Preocupación menor	-----
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	guacalchia	Residente	Preocupación menor	-----
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	saltapared sureño	Residente	Preocupación menor	-----
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	chonte	Residente	Preocupación menor	-----

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	CATEGORÍA MARN	CATEGORÍA UICN
Parulidae	<i>Oreothlypis peregrina</i>	chipe peregrino	Migratorio	Preocupación menor	-----
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	chipe amarillo	Migratorio	Preocupación menor	-----
Parulidae	<i>Parkesia motacila</i>	chipe-suelero arroyero	Migratorio	Preocupación menor	-----
Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	tangara aliamarilla	Residente	Preocupación menor	-----
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	tangara roja	Migratoria	Preocupación menor	-----
Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	dichoso fui	Residente	Preocupación menor	-----
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	siete colores	Migratorio	En Peligro	Casi Amenazada
Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	puñalada	Migratorio	Preocupación menor	-----
Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	semillero collarero	Residente	Preocupación menor	-----
Emberizidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	chichiguitero	Residente	Preocupación menor	-----
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	sargento	Residente	Preocupación menor	-----
Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	pradero zacatero común	Residente	Preocupación menor	-----
Icteridae	<i>Dives dives</i>	tordo cantor	Residente	Preocupación menor	-----
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate, clarinero	Residente	Preocupación menor	-----
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	chiltota dorsirrayada	Residente	Preocupación menor	-----
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	chiltota de altamira	Residente	Preocupación menor	-----
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	chiltota de baltimor	Migratorio	Preocupación menor	-----
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	chiltota castaña	Migratorio	Preocupación menor	-----
Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	eufonia gorjinegra	Residente	Preocupación menor	-----

Fuente: Elaboración propia ECO Ingenieros, 2014

GRÁFICO V-4 FRECUENCIAS REGISTRADAS DE LAS ESPECIES DE AVES OBSERVADAS EN EL SITIO DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia ECO Ingenieros, 2014