



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

RESOLUCION MARN-No.23559-357-2018

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, a los cinco días del mes de marzo de dos mil dieciocho. Visto el Formulario Ambiental referente al proyecto "DISEÑO DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MEGA EN HUIZUCAR", ubicado en Cantón Ojo de Agua, Finca Carolina del Sur, Calle El Izote, municipio de Huizucar, departamento La Libertad, cuyo titular es el licenciado

CONSIDERANDO QUE:

- I. Con fecha nueve de febrero de dos mil dieciocho, ingresó a este Ministerio el Formulario Ambiental referente al proyecto "DISEÑO DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MEGA EN HUIZUCAR";
- II. En cumplimiento a los artículos 22 de la Ley del Medio Ambiente y 19 del Reglamento General de la Ley, dicho proyecto ha sido categorizado como un proyecto de impacto ambiental potencial moderado o alto, de conformidad a los criterios técnicos que se relaciona a continuación: El área del proyecto es 56,000 m². Pendientes mayores a 30°, por lo que Requiere elaborar Estudio de Impacto Ambiental.

POR TANTO:

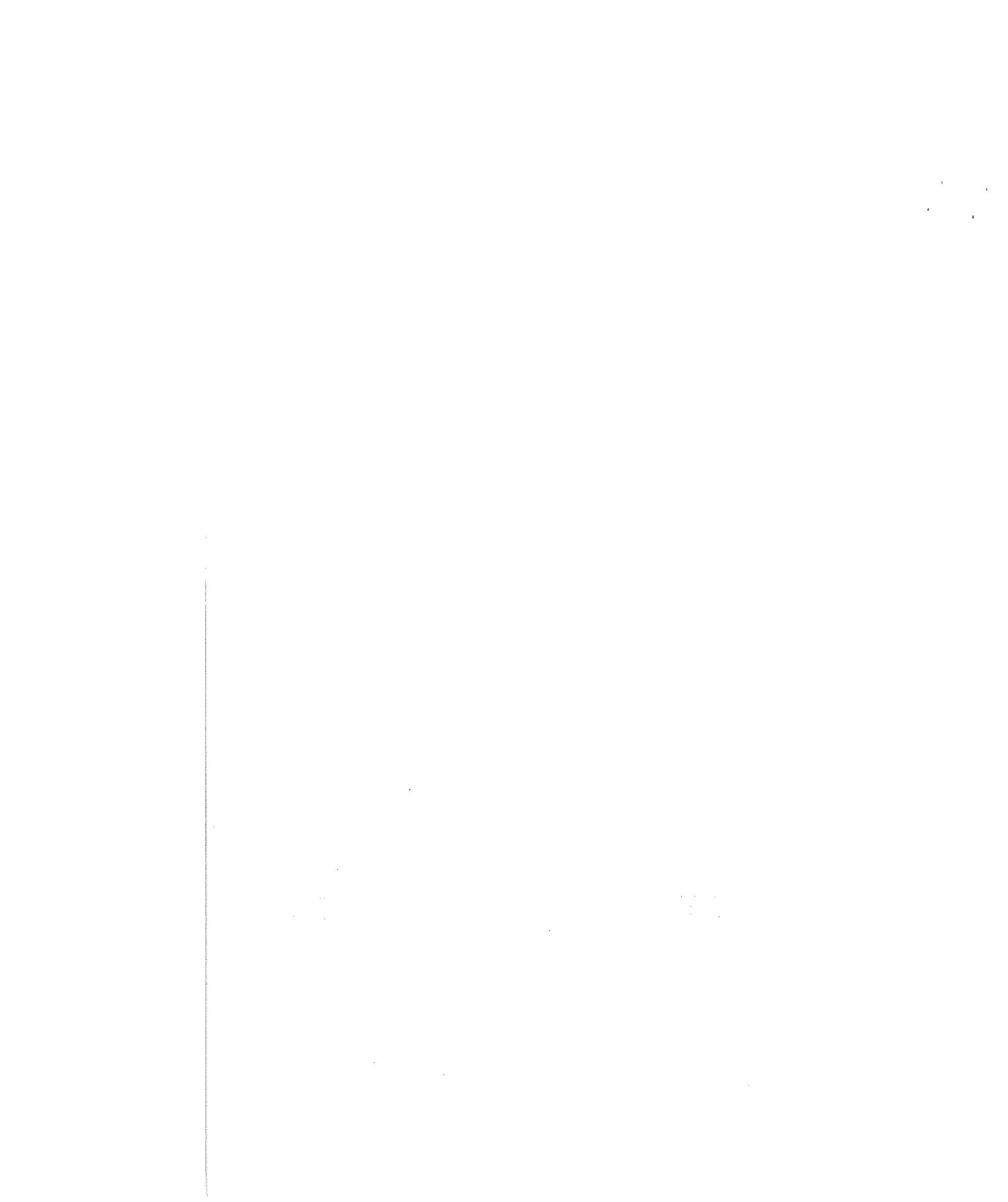
De conformidad a lo dispuesto en los Considerandos anteriores y a los Artículos 22 de la Ley del Medio Ambiente y 19 y 22 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente

RESUELVE

1. Que el Formulario Ambiental referente al proyecto denominado "DISEÑO DE PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MEGA EN HUIZUCAR", ubicado en Cantón Ojo de Agua, Finca Carolina del Sur, Calle El Izote, municipio de Huizucar, departamento La Libertad, cuyo titular es el licenciado Dicho proyecto REQUIERE LA ELABORACION DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, de acuerdo a los términos de referencia que se anexan a la presente. Debiendo considerar asimismo, los lineamientos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental establecidos en el Dictamen Técnico.

La presente Resolución tendrá una vigencia de un (1) año a partir del día de su notificación. COMUNÍQUESE.- LA DIRECTORA GENERAL DE EVALUACION Y CUMPLIMIENTO AMBIENTAL (f). LICDA. VILMA CELINA GARCÍA DE MONTERROSA.





**DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACION Y CUMPLIMIENTO AMBIENTAL
GERENCIA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

1. DATOS GENERALES

- a) **Número DGA:** 23559
- b) **Nombre del proyecto:** "DISEÑO DE PLANTA FOTOCOLTAICA DE 5 MEGA EN HUIZUCAR"
- c) **Nombre del titular:**
- d) **Ubicación del proyecto:** Cantón Ojo de Agua, Finca Carolina del Sur, Calle El Izote, municipio de Huizucar, departamento La Libertad.

2. ANTECEDENTES

- a) El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales recibió el día 09 de febrero de 2018, el Formulario Ambiental del proyecto "Diseño de Planta Fotovoltaica de 5 Mega en Huizucar", cuyo titular es el señor [Nombre]. En fecha 21 de febrero de 2018 se realiza la visita de inspección al sitio del proyecto.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de una planta fotovoltaica de 5 MWp, la estación generadora fotovoltaica de 5 MWp estará compuesta por:

- Construcción de 14 kilómetros de línea eléctrica primaria para conectar a nodo de la sub estación eléctrica "Montserrat" y pago del entronque de la misma.
- Cerca perimetral prefabricada de losas y postes de concreto.
- Portón metálico.
- Construcción de estructura metálica de soporte de paneles solares con fundación de concreto reforzado.
- Suministro e instalación de 16,665 paneles solares de 1.97 x 0.99 metros de 300 W; inversores por grupo de módulos instalados.
- Construcción de subestación eléctrica.

El proyecto se pretende desarrollar en un terreno de 188,701.926 m², de los cuales el proyecto utilizara 56,000 m². La etapa de construcción del proyecto se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Etapas de construcción del proyecto.

Etapa	Descripción	Equipo Utilizado
Trazo y nivelación	Se efectuara descapote del área a construir	Mini cargador
Construcción de pilotes	Perforación de pilotes de 30 cm por 2 metros de profundidad	Maquinaria con Hugger
Instalación de bases metálicas	Instalación de bases metálicas para sujeción de los paneles	Solo personal
Instalación de paneles solares		Solo personal

El equipo a instalar se detalla en la tabla 2.



Tabla 2. Equipo a instalar.

Equipo	Tipo	Cantidad	Potencia
Módulos fotovoltaicos	Paneles solares YL300P-35b IEC 2012-01	16,665	300Wp
Inversores	Inversores Power-One tipo PVI-CENTRAL-110,0 TL	8	500 KW
Otros	Monitorización/ comunicaciones Sistema de seguridad Accesorios (Fusibles y sostenedores, interruptores, controlador de carga, tablero de distribución, panel de control, cables, caja de conexiones Conexiones eléctricas		

Se instalará una potencia de 5,000 KWp, para una generación de energía eléctrica estimada de 8.2 MWh/año con un voltaje de inyección de 13.2 KV.

La cantidad de empleados que trabajaran durante la etapa de construcción es 60 personas y durante el funcionamiento del proyecto es de 4 personas.

4. ANÁLISIS TÉCNICO

Sobre el sitio del proyecto

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto es un terreno sin construir rodeado de flora dispersa, se observó un terreno con varios rangos de pendientes que van desde ondulado a quebrado y que las colindancias son terrenos en su estado natural con flora dispersa y el rio Huiza. El terreno del proyecto se encuentra dentro de una zona de protección ambiental, subcategoría "Área de Ecosistemas de Bosque y/o Cafetales" y dentro de un suelo clase V, VI, VII y VIII, según se muestra en la figura 1.

Fig. 1 Proyecto de mapa de ubicación

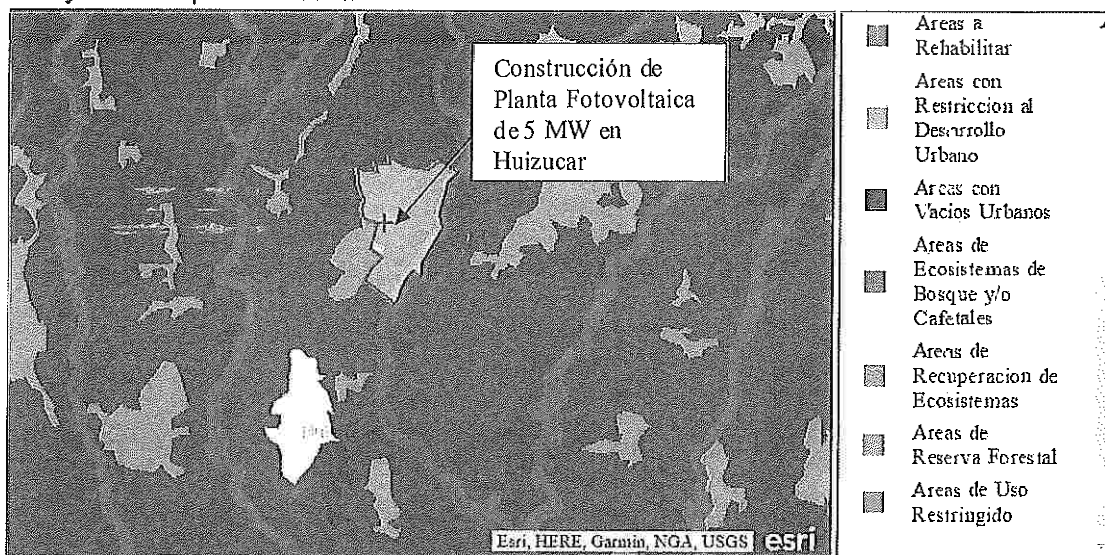


Figura 1. Clasificación de Zonificación del Sitio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Respecto a la flora y fauna del sitio del proyecto

El titular del proyecto no presenta en el Formulario Ambiental un estudio del medio biológico, donde se presente el levantamiento de la flora y fauna existente en el sitio del proyecto y su comparación con Listado Oficial de Vida Silvestre Amenazada o en Peligro de Extinción, Acuerdo No.74 del 23 de marzo de 2015, la evaluación del impacto ambiental al medio biológico por la construcción y funcionamiento del proyecto y las medidas ambientales para mitigar o compensar dichos impactos.

Abastecimiento de agua

En el Formulario Ambiental, numeral 25, 26 y 29 se reporta que para la etapa de construcción se utilizarán 2 m³/día y para la etapa de funcionamiento, específicamente para actividades de limpieza de módulos fotovoltaicos y actividades administrativas se utilizarán 690 m³/año, sin embargo, no se detalla cual será la fuente de abastecimiento de agua para el proyecto, según lo manifestado por el representante del titular en la visita de inspección el proyecto se abastecerá de un nacimiento de agua colindante al proyecto, por lo que se debe presentar medida de compensación ambiental por uso de recurso hídrico.

Respecto a las aguas residuales de tipo ordinario

En el Formulario Ambiental se reporta que las aguas residuales de tipo ordinario generadas en la etapa de construcción serán manejadas por letrinas portátiles, pero no se presenta la propuesta de disposición final en Sitio Autorizado.

Respecto a la etapa de funcionamiento se reporta en el numeral 30 del Formulario Ambiental que las aguas residuales serán depositadas en un sistema compuesto por trampa de grasa y sólidos, tanque séptico e infiltración por fosa de absorción con caudal a generar de 0.15 m³/día, sin embargo, no se presenta diseño del sistema, capacidad del sistema, profundidad del manto freático y medida ambiental mejora de dicho sistema a fin de prevenir contaminación del manto freático.

Respecto a los desechos sólidos comunes y no peligrosos.

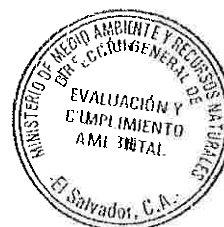
Los desechos sólidos comunes serán recolectados por la Alcaldía Municipal de Huizucar, sin embargo en el Formulario Ambiental no se presenta cantidad de volumen de material de desalojo y su disposición final en Sitio Autorizado.

Respecto a los desechos peligrosos

Dentro de los componentes del proyecto se menciona que se realizara construcción de sub-estación eléctrica, por tanto el titular del proyecto debe presentar medida ambiental de disposición final de aceite dieléctrico de transformador en Sitio Autorizado según lo establece el Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos.

Respecto a la medida de compensación ambiental

En el Formulario Ambiental no se presenta medida de compensación ambiental por tala de árboles y por impermeabilización de áreas por la instalación de paneles fotovoltaicos y construcción de la subestación eléctrica.



Evaluación de los criterios de categorización

Considerando el documento de Criterios de Categorización de Actividades, Obras o Proyectos, de acuerdo a su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial, aprobados mediante Acuerdo No 277, de fecha 07 de julio de 2017, que han sido publicados en el Diario Oficial mediante Tomo N° 416 Número 149, de fecha 15 de agosto de 2017, se tiene la siguiente condición de proyecto:

Sobre los criterios de conservación ambiental

Tipo de Criterio	Criterio	PIAB	PIAL	PIAMA	Proyecto Fotovoltaica de 5 Mega en Huizucar
CC	Ubicado dentro de un sitio con relevancia ecosistémica: 1. Bosque Caducifolios; 2. Bosque Mixto; 3. Bosque mixto semi caducifolios; 4. Bosque Siempre Verdes; 5. Bosques de Coníferas; 6. Bosques de Galería (a orillas de ríos y quebradas); 7. Café; 8. Plantaciones de bosques monoespecíficos; 9. Praderas Pantanosas; 10. Sistemas Agroforestales; 11. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua; 12. Vegetación Arbustiva Costera; 13. Zonas Ecotonales	No	Si (6)	Si	PIAL: Café (Ver nota 1)
QIA	Ubicado dentro de una zona de recarga acuífera potencial.	Baja	Media (4)	Alta	PIAL: Zona de recarga media (ver nota 2)

Nota 1: Según mapas de zonificación ambiental, el sitio del proyecto se encuentra dentro de una zona de protección ambiental, subcategoría "Área de Ecosistemas de Bosque y/o Cafetales" y dentro de un suelo clase V, VI, VII y VIII, según se muestra en la figura 1 del presente documento.

Nota 2: Según mapas de recarga acuífera, el sitio del proyecto se ubica dentro de una zona de recarga media de 300 a 350 mm/año.

Sobre criterios asociados a la condición del lugar

Tipo de Criterio	Criterio	PIAB	PIAL	PIAMA	Proyecto Fotovoltaica de 5 Mega en Huizucar
CIM	Rango de pendiente.	Menor a 15°	Entre 15° y 30°	Mayor a 30° (3)	PIAMA: Mayor a 30° (Ver nota 3)
CIM	Ubicado dentro de un área con moderada, alta o muy alta susceptibilidad a deslizamientos o deslaves.	No	Si (2)	Si	PIAL: Alta (Ver nota 4)
CC	Distancia más próxima del proyecto con respecto al eje de un río secundario y/o primario	Más de 250 m	Menos de 250 m (6)	Menos de 250 m	PIAL: Alta (50 metros) (Ver nota 5)

Nota 3: Según mapa de rangos de pendientes, el sitio del proyecto se encuentra en rangos de pendientes que van desde los 15° a 30° y mayores de 30°, por tanto, se considera la pendiente más vulnerable.

Nota 4: De acuerdo al Mapa de Susceptibilidad Por Remoción en Masa de Suelos y Rocas, el área del proyecto se encuentra en una zona con clasificación de susceptibilidad "Alta".

Nota 5: El proyecto se encuentra a una distancia de 50 metros del río Huizucar.



Sobre los criterios asociados a la etapa de construcción

Tipo de Criterio	Criterio	PIAB	PIAL	PIAMA	Proyecto Fotovoltaica de 5 Mega en Huizucar
CC	Área del proyecto	Hasta 10,000 m ²	Hasta 50,000 m ²	Más de 50,000 m ² (9)	PIAMA: 56,000 m ² (Ver nota 6)

Nota 6: El proyecto se pretende desarrollar en un terreno de 188,701.926 m², de los cuales el proyecto utilizara 56,000 m², en el Formulario Ambiental no se presenta plano con el cuadro de distribución de áreas del proyecto.

Sobre los criterios para la generación de energía con recurso solar

Tipo de Criterio	Criterio	PIAB	PIAL	PIAMA	Proyecto Fotovoltaica de 5 Mega en Huizucar
CC	Capacidad de la planta de generación por fuente solar, instalada en suelo	Hasta 0.25MW	Hasta 5 MW (6)	Más de 5MW	PIAL: 5MW
CC	Capacidad total de almacenamiento (Ah) en proyectos que incluyan acumuladores	Hasta 1,000 Ah	Más de 1,000 Ah	Más de 1,000 Ah	No aplica

Evaluación global de los criterios de categorización

Impacto potencial	Valor mínimo requerido para la categoría	Proyecto Fotovoltaica de 5 Mega en Huizucar
Potencial Impacto Ambiental Leve (PIAL)	6	24
Potencial Impacto Ambiental Moderado o Alto (PIAMA)	9	12

De la Evaluación global de los Criterios de categorización de actividades, obras o proyectos, se establece que el proyecto cumple la condición del valor mínimo requerido para la categoría de Potencial Impacto Ambiental Moderado o Alto.

5. CONCLUSION

Después del análisis de la información presentada en el Formulario Ambiental, y los criterios de categorización establecidos por este Ministerio; considerando como criterios prioritarios:

- a) El área del proyecto es 56,000 m².
- b) Pendientes mayores a 30°.

El proyecto "Diseño de Planta Fotovoltaica de 5 Mega en Huizucar" tiene impactos negativos Moderados o Altos por lo que **Requiere la Elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental** de acuerdo a los Términos de Referencia Generales aprobados mediante Acuerdo 306, de fecha veintiséis de julio del año dos mil diecisiete, publicados en el Diario Oficial Tomo N° 416, Número 152, de fecha 18 de agosto de 2017. Debiendo considerar asimismo, los siguientes lineamientos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental:



- a. El sitio del proyecto se ubica dentro de una zona de protección ambiental, subcategoría "Área de Ecosistemas de Bosque y/o Cafetales", por tanto, deberá considerar para el establecimiento de medidas ambientales dentro del Programa de Manejo Ambiental, lo establecido en el documento de "Directrices de Zonificación Ambiental y Usos de Suelo de la Subregión Metropolitana de San Salvador (SRMSS) del Municipio de Huizucar", Acuerdo No.124 de fecha 08 de octubre de 2013, específicamente Directrices #2, #3, #15 y #23, según se detalla a continuación:

“””

DIR-2: Las zonas de conservación ambiental con subcategoría de Áreas de Ecosistemas de Bosques y Cafetales, considerada como un ecosistema biótico autóctono o único (por ejemplo: bosques de chaparrales, bosques secos caducifolios, etc.), se deberán dejar en estado natural, para asegurar la continuidad de los procesos evolutivos que el ecosistema presenta para la conservación de la diversidad biológica de dicha zona; por lo que las acciones en dicha zona serán únicamente de protección y conservación. (Según Ley del Medio Ambiente y su reglamento y Ley de Áreas Naturales Protegidas).

DIR-3: Los propietarios privados de las Áreas de Ecosistema de Bosques y/o Cafetales, deberán cumplir con lo establecido en la Ley de Conservación de Vida Silvestre, especialmente lo que se refiere a la regulación de actividades como la cacería, recolección, comercialización y las demás formas de uso y aprovechamiento de este recurso; reconociendo que dichas áreas son corredores ambientales estratégicos, que permiten la conectividad de las Áreas Naturales Protegidas, la articulación de la estructura ecológica natural de soporte de la Subregión, el intercambio de biodiversidad y la integración del sistema de espacios públicos de carácter Subregional o metropolitano, dando cumplimiento a la normativa nacional y a los convenios internacionales ratificados por el país.

DIR-15: Se consideran áreas frágiles para el desarrollo de proyectos de construcción habitacional, aquellas que se encuentran en laderas cuyas pendientes sean mayores de 30 grados y presentan riesgo de erosión.

DIR-23: Se deberá establecer la zona de protección para manantiales, nacimientos de agua y pozos de extracción en un radio mínimo de 30 metros o lo que determine el estudio técnico respectivo. En esta zona de protección se deberá manejar de manera sostenible la vegetación existente, evitar la contaminación (agroquímicos, aguas residuales entre otros) y prohibir usos y actividades potencialmente contaminantes.

“””

- b. Para la evaluación de los impactos inevitables por impermeabilización de áreas por la instalación de paneles fotovoltaicos, construcción de subestación eléctrica, tala de árboles y afectación al recurso agua por consumo de nacimiento, se debe considerar la "Guía Metodológica Para El Cálculo De La Compensación Ambiental Para Proyectos Ambientalmente Viables", incluida en el Anexo 1 del presente Dictamen.
- c. Debe presentar las medidas ambientales para el manejo de escorrentía superficial y respetar la zona de protección del río Huiza, ya que se encuentra a una distancia más próxima del proyecto de 50 metros.



- d. Debe presentar estudio del medio biológico, donde se presente el levantamiento de inventario de la flora y fauna existente en el sitio del proyecto y su comparación con Listado Oficial de Vida Silvestre Amenazada o en Peligro de Extinción, Acuerdo No.74 del 23 de marzo de 2015, la evaluación del impacto ambiental al medio biológico por la construcción y funcionamiento del proyecto y las medidas ambientales para mitigar o compensar dichos impactos.
- e. Respecto al funcionamiento de la subestación eléctrica deberá describir las operaciones involucradas en la actividad de mantenimiento de equipo e instalaciones, tales como: revisión de aceite dieléctrico de transformador, manejo y disposición final del mismo. Deberá evaluar los impactos ambientales que pueda generar esta actividad y las medidas ambientales de manejo y disposición final del aceite dieléctrico.
- f. Respecto a las aguas residuales de tipo ordinario deberá presentar medida ambiental de disposición final en Sitio Autorizado del agua residual generada en letrinas portátiles durante la etapa de construcción del proyecto, presentar el diseño del sistema de manejo de agua residual de tipo ordinario que será utilizado durante el funcionamiento del proyecto, capacidad del sistema, profundidad del manto freático y medida ambiental mejora de dicho sistema a fin de prevenir contaminación del manto freático.

Técnico responsable del Análisis Técnico:

Inga. Sofia Helena Rivas Torres
Técnico en Evaluación Ambiental

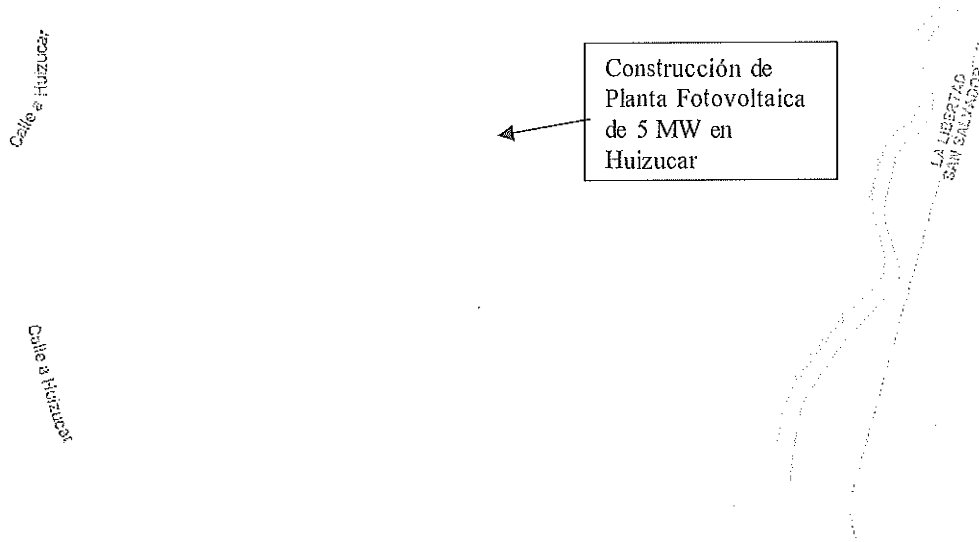
Vo.Bo.

Ing. Jorge Antonio Castaneda Cerón
Gerente de Evaluación Ambiental

Fecha de emisión del Dictamen Técnico: 27 de febrero de 2018



Figura 1. Esquema de Ubicación del Proyecto.



Coordenadas:

Latitud: 13° 36' 4.59" N

Longitud: 89° 13' 52.98" O



ANEXO 1. GUÍA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE LA COMPENSACIÓN AMBIENTAL PARA PROYECTOS AMBIENTALMENTE VIABLES

1. INTRODUCCION

La Ley del Medio Ambiente contempla entre algunos de sus conceptos y definiciones básicas:

Art. 5.- Para los efectos de esta ley y su reglamento, se entenderá por:

COMPENSACIÓN AMBIENTAL: Conjunto de Mecanismos que el Estado y la población puede adoptar conforme a la ley para reponer o compensar los impactos inevitables que cause su presencia en el medio ambiente. Las compensaciones pueden ser efectuadas en forma directa o a través de agentes especializados, en el sitio del impacto, en zonas aledañas o en zonas más propicias para su reposición o recuperación.

CONSERVACIÓN: Conjunto de actividades humanas para garantizar el uso sostenible del ambiente, incluyendo las medidas para la protección, el mantenimiento, la rehabilitación, la restauración, el manejo y el mejoramiento de los recursos naturales y ecosistema

OBLIGACIÓN DE REPARAR EL DAÑO como deber legal de restablecer el medio ambiente o ecosistema, a la situación anterior al hecho, que lo contaminó, deterioró o destruyó, cuando sea posible, o en dar una compensación a la sociedad en su conjunto, que sustituya de la forma más adecuada y equitativa el daño, además de indemnizar a los particulares por perjuicios conexos con el daño ambiental, según corresponda.

2. GUIA PARA LA REALIZACIÓN DE LA COMPENSACIÓN AMBIENTAL

La Compensación Ambiental depende o está en función de los impactos actuales o de los potenciales de los proyectos hacia el medio ambiente. Comprende 3 componentes:

- a) Identificación de los impactos,
- b) Cuantificación de los impactos y
- c) Compensación Ambiental en correspondencia a la reparación, conservación, manejo y control de los impactos.

DESARROLLO DE LOS COMPONENTES:

I. Identificación de impactos:

A la vegetación, fauna silvestre, suelo, agua, otros (si los hay)

II. Cuantificación de Impactos

La **cuantificación del impacto** debe hacerse en función del recurso natural al cual el proyecto afecta o afectará, habiendo para cada uno de los recursos identificados considerar los siguientes, según el caso:

1. **Pérdida de cobertura vegetal:** número de árboles y/o arbustos a talar
2. **Impermeabilización del suelo:** área a impermeabilizar.(ha) por infraestructura, calles, otros
3. **Afectación al recurso agua:**
 - a) Volumen de agua lluvia que no se infiltrará por efecto de la impermeabilización del suelo (m3 anuales). Usar valor de impacto número 2
 - b) Volumen de agua por consumo de la población actual o futura (m3 anuales)
Corresponde a la extracción de aguas subterráneas (pozos)
 - c) Volumen de agua por consumo de la actividad productiva actual o futura (m3 anuales)



4. **Afectación al paisaje y vida silvestre**

Los impactos antes mencionados y los impactos al aire y remoción de suelo, deben ser considerados dentro del Programa de Manejo Ambiental, considerando las medidas de prevención, manejo y de protección.

Cálculo de aguas lluvias no infiltradas:

La cuantificación de la afectación al recurso agua per efecto de la impermeabilización del suelo, deberá ser hecha mediante la realización de un **balance hídrico elemental**:

Lluvia = Evapotranspiración Real (ETP) + Ecurrimiento (C) + Infiltración (I)

Infiltración = Lluvia – ETR - Ecurrimiento

Este instrumento (balance hídrico), también deberá ser aplicado en la zona donde se realizara la compensación total del agua, considerando la impermeabilización y el consume.

Se tendrá en consideración las condiciones y características de la lluvia y del suelo área del proyecto; del mismo modo se hará para el área en donde se realizará la compensación ambiental.

Para la determinación de los valores de la lluvia y de la ETR podrá usarse información oficial del Observatorio Ambiental (antes Servicio Nacional de Estudios Territoriales, SNET) u otra válida disponible.

El escurrimiento será determinado considerando:

- a) Uso actual de suelo. Cobertura vegetal
- b) Pendiente del terreno
- c) Permeabilidad, según textura

Para esta determinación hay tablas y gráficos (valor "C"). Si el suelo no es uniforme, este valor debe definirse de forma ponderada

La infiltración podrá obtenerse por diferencia, utilizando la ecuación del balance

Infiltración = Lluvia – ETR - Ecurrimiento

También puede calcularse la infiltración por la metodología válida disponible y por diferencia obtener de esta manera el escurrimiento

Ecurrimiento = Lluvia - ETR – Infiltración

III. COMPENSACION AMBIENTAL TOTAL.

Guía para su determinación

Para la valoración y cuantificación de la **compensación ambiental**, deben considerarse como **ejemplo** los siguientes pasos:

Por Vegetación

Plantación de 10 árboles por cada árbol talado

Tala: 100 árboles. Compensación: 1000 árboles. Distanciamientos: 4 m x 4 m = 16 m² = 1.60 ha

Plantación de un arbusto por cada arbusto talado

Tala: 400 arbustos. Compensación: 400 arbustos. Distanciamientos: 3 m x 3 m = 9 m² = 0.36 ha

Total a reforestar: 1.96 ha

Por agua

Impermeabilización del suelo:

Proyecto: 20 ha

Área verde: 2 ha (10%)



Accesos, circulación (30%): 6 ha de impermeabilización
Área útil: 12 ha. Impermeabilización: 30% = 3.6 ha
Total de impermeabilización = 9.6 ha.
Lluvia: 1800 mm
Infiltración: 15% = 270 mm = 2700 m³/ha
A compensar: 2700 m³/ha x 9.6 ha = 25,920 m³ agua/año

Consumo doméstico:
Número de lotes del proyecto: 12 ha / lotes de 400 m² = 300 lotes
Número futuro de personas por lote (4): 1200 personas
Dotación de agua por persona: 200 litros/día
Volumen anual de agua por consumo en m³ = 87,600 m³

Total agua a compensar: 25,920 m³ + 87,600 m³ = 113,520 m³
Para efectos de COMPENSACIÓN:

Describir las características biofísicas actuales del área en donde se realizará la compensación, considerando las condiciones climáticas y edáficas del lugar

1. Uso del suelo, pendientes, permeabilidad según textura
 2. Balance hídrico actual
 3. Cálculo del área a reforestar (ha)
- Por tala de árboles y arbustos: 1.96 ha
Por impacto al agua: 113,520 m³

Si la lluvia: 1900 mm /año
Infiltración: 25% = 475 mm = 4750 m³/ha
Área a compensar: 113,520 m³/4750 m³/ha = 23.90 ha
Área total a compensar: 23.90 ha + 1.96 ha = 25.86 ha

Afectación al paisaje y vida silvestre. Se tiene dos opciones

1. Propuesta del Titular, mediante la utilización de una metodología para su cálculo
2. Utilizar el valor de \$ 980.00/ha (fuente: Méndez Rodríguez, Colombia, 2011)

FORMAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL:

1. REFORESTACIÓN.

Número de hectáreas a compensar y los costos correspondientes, incluyendo nombres comunes y técnicos de las especies, distanciamientos y 3 años de mantenimiento para asegurar el establecimiento de la plantación.

2. MEDIDAS DE RECARGA HÍDRICA

Pueden ser obras mecánicas o vegetativas para la captación e infiltración de aguas lluvias que realicen recarga hídrica ya sea en forma sub-superficial o subterránea, de tal manera que sirvan para enriquecer nacimientos de agua y mantos acuíferos

Estas obras pueden ser:

- Acequias de absorción (a nivel), para infiltración de aguas lluvias ya sea para recarga hídrica acuífera o sub-superficial
- Pozos de absorción de aguas lluvias para recarga hídrica acuífera o sub-superficial



- Cajuelas (similar al hecho en cafetales), para recolectar aguas lluvias y su subsiguiente infiltración para recarga hídrica acuífera o sub-superficial
 - Otra obras de captación de aguas lluvias que tengan la misma finalidad
- Pueden ser realizadas en áreas de producción agropecuaria o en otras que permitan la infiltración de aguas lluvias y la correspondiente recarga hídrica

3. ACCIONES PARA BENEFICIO SOCIAL, Relacionadas con la gestión de riesgos

- a) En sitios inestables susceptibles a que puedan realizarse movimientos masivos de tierra hacia las partes bajas
- b) En sitios ubicados en partes las bajas y que son vulnerables a recibir suelo erosionado proveniente de lugares inestables ubicados en las partes altas

Para ello, pueden ser diseñadas y construidas obras para la estabilización de taludes, zanjones y cárcavas, mediante la ejecución de medidas conservacionistas de naturaleza mecánica y/o vegetativa.

Las medidas mecánicas pueden ser muros o diques de retención (guardaniveles transversales), laterales (deflectores) o de contención. Para lechos y taludes de cárcavas o zanjones inestables pueden ser usados los de tipo gavionado y para sitios estables, de tipo mampostería hidráulica.

- c) En planicies de inundación o sitios de desbordamientos de ríos. Pueden ser diseñadas y construidas medidas de control como:

- Canales de desviación de aguas lluvias o de cursos de agua a sitios estables
- Bordas de tierra debidamente reforzadas, con conducción de drenajes de las aguas lluvias hacia sitios estabilizados.
- Pozos de absorción de aguas lluvias, ubicados aguas arriba de los sitios de inundación
- Establecimiento de bosques de galería en márgenes de ríos inestables, utilizando especies forestales adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas de la zona

COSTO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL EQUIVALENTE

Impactos a la flora (tala de árboles y arbustos), suelo (impermeabilización) y agua (consumo)

MÓDULO BASE DE CÁLCULO: 10 HECTÁREAS

REFERENCIA DE CÁLCULO: reforestación con especies arbóreas. Estas plantaciones no deben de la misma especie sino que debe ser realizada con diversas especies adaptadas a los sitios a reforestar, o sea que sean de carácter mixto.

Condicionantes

Distanciamiento de siembra entre árboles: 4x4 metros

Número de árboles por hectárea: 625; 6250 Árboles/10 hectáreas

Cálculos

Precio de plántula de un metro de altura: \$2.50

Precio de 6250 plántulas:

\$15,625.00



Trazo y estaquillado a nivel de campo (4 días):	\$1,000.00
Transporte de 6250 plántulas (1 viaje: 200 plántulas); 32 viajes 1 viaje: \$50.00; costo 32 viajes:	\$1,600.00
Plantación	
Ahoyado de 0.40 m x 0.40 m x 0.40m (0.064 m ³)	
Abonado: aplicación de 1 onza de abono orgánico por planta	
Precio abono orgánico: \$15.00 qq	
Aplicación: 1 onza/planta: 16 plantas/libra: 1600 plantas/qq	
Costo abono orgánico: 6250/1600 = 3.91 qq = 4.0 qq:	\$ 60.00
Tarea/día: 20 plántulas cada trabajador (longitud de 80 metros; remoción y relleno de 1.28 m ³ de suelo)	
Días/hombre necesarios: 6250 plántulas/20 plantas día: 312.5 días hábiles	
Tiempo de ejecución: 28 días calendario (20 días de trabajo y 8 días fines de semana no trabajados)	
Número de trabajadores: 312.5 días hábiles/20 días trabajados: 15.625 = 16	
Costo jornales:	
Salario mínimo diario rural: \$3.50 actual; \$ 3.64 futuro (4% mayor):	
Con 1SSS: 10%= 16 x 3.64 x 28 = \$1631 + 163 =	\$1,794.00
Herramientas:	\$ 640.00
16 piochas, \$15 c/u: \$240	
16 palas dú plex, \$25 c/u: \$400	
TOTAL PLANTACION = \$20,719	
MANTENIMIENTO 3 años	\$11,395.00
Remoción maleza alrededor de plántula	
Resiembra de plantas perdidas	
Control de plagas y enfermedades	
Mantenimiento año 1 (25%)	
Mantenimiento año 2 (15%)	
Mantenimiento año 3 (15%)	
COSTO DE PLANTACION Y MANTENIMIENTO POR 3 AÑOS:	\$32,114.00
COSTOS DE EJECUCION	
Imprevistos en planeación (10%)	\$3,211.00
Gastos de administración (12%)	\$3,854.00
Asistencia técnica (25%)	\$8,029.00
GRAN TOTAL módulo 10 hectáreas forestales = \$ 47,208	

Costo por hectárea = \$ 4,721.00



**COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR CONSUMO PERMANENTE DE AGUA
PARA PROYECTOS DE VIDA ÚTIL DE 20 AÑOS CON OPCIÓN REFORESTACIÓN CON
ÁRBOLES**

GRADUALIDAD EN EL CUMPLIMIENTO

GRADUALIDAD: Proceso de determinación de períodos, para el cumplimiento de la compensación ambiental y el depósito de las fianzas ambientales correspondientes. El cumplimiento podrá ser realizado **POR PERÍODOS**.

Reforestación con árboles. **Base técnica de costos:** según módulos de reforestación de 10 ha del MARN:

Distanciamientos de siembra: $4 \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m}^2 = 625 \text{ árboles/ha}$

- 1) **Años 1 a 3. Establecimiento** de la plantación
 - a) Costo plantación y mantenimiento 3 años: **\$ 3,211.40/ha.**
 - b) Costo plantación, mantenimiento 3 años, imprevistos, administración y asistencia técnica: **\$4,721.00/ha.**

- 2) **Período años 4 al 20 (17 años). Manejo** de la plantación ya establecida:

Base de Compensación requerida: costos de administración y asistencia técnica = 37 % de costos de Plantación, y mantenimiento:

- a) Costo plantación y mantenimiento 3 años: **\$ 3,211.40/ha.**
- b) Administración: 12% + asistencia técnica: 25% = **37%**

Compensación para período 4-20 años: $\$ 3,211.40/\text{ha} \times 0.37 = \$ 1,188.22/\text{ha/año}$

Costo total período 4-20 años = $\$ 1,188.22/\text{ha/año} \times 17 \text{ años} = \$ 20,199.74/\text{ha}$

