

INFORME DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL N°1

PROYECTO: "GENERACIÓN ELÉCTRICA "LA ESPERANZA SOLAR 20 MW" EN PROGRESO, DISTRITO DE BARÚ"

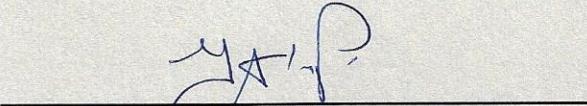


RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN:
DRCH IA-012-2018 del 22 de enero de 2018

PROMOTOR: Progreso Solar 20MW, S.A

UBICACIÓN: Madre Vieja, Corregimiento de Progreso, Distrito de Barú, provincia de Chiriquí.

PERIODO: Febrero a Julio 2018


GILBERTO SAMANIEGO

Auditor Ambiental

Registro AA- 008-2008/ACT.2019

CONTENIDO

2. INTRODUCCIÓN	3
2.1 RESUMEN DEL CONTENIDO DEL INFORME	3
2.2 GENERALIDADES DE LA OBRA	4
3. ASPECTOS TÉCNICOS	5
3.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (LOCALIZACIÓN, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MODIFICACIONES AL PROYECTO – SI HAY).....	5
3.2 EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO, PERSONAL, AVANCE DE ACTIVIDADES, PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE LAS ETAPAS DEL PROYECTO Y SOLUCIONES PROPUESTAS	6
3.3 DATOS DE PRODUCCIÓN O USO Y PROBLEMAS QUE SE PRESENTEN (SI EL PROYECTO SE ENCUENTRA EN LA ETAPA DE OPERACIÓN).....	6
4.0 PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA FUNCIÓN RESPONSABLE DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL	8
4.1 CRONOGRAMA DE CUMPLIMIENTO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL A LA FECHA DE PRESENTACIÓN.....	8
4.2 CRONOGRAMA DE CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN A LA FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME	18
5.0 NIVEL DE CUMPLIMIENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN	22
5.1 DESCRIPCIÓN DE ACCIONES Y SUS EVIDENCIAS DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS COMPROMISOS AMBIENTALES Y EL RESPECTIVO ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS ESTABLECIDAS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	22
5.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN CONTEMPLADAS EN LA RESOLUCIÓN DRCH IA-012-2018 DE 22 DE ENERO DE 2018	23
6.0 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL PROMOTOR	29
7.0 ANEXOS	29

2. INTRODUCCIÓN

Mediante Resolución **DRCH-IA-012-2018** del 22 de enero de 2018, en lo sucesivo la “Resolución”, se aprueba el Estudio de impacto ambiental categoría I del proyecto “GENERACIÓN ELÉCTRICA “LA ESPERANZA SOLAR 20MW” EN PROGRESO, DISTRITO DE BARÚ”.

Conforme a la Resolución, antes citada la empresa Progreso Solar 20MW, S.A. ejerciendo de promotor del proyecto denominado “Generación eléctrica “La Esperanza Solar 20MW” en Progreso, Distrito de Barú”, en lo sucesivo “el Proyecto” presenta ante el Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE) el primer Informe de Seguimiento correspondiente al periodo que va desde febrero a julio 2018, en cumplimiento con el acápite c de la Resolución que a la letra indica:

“c. Presentar ante la correspondiente Dirección Regional del Ministerio de Ambiente en Chiriquí, cada seis (6) meses en la etapa de construcción y cada año durante la etapa de operación por dos (2) años, contados a partir de la notificación de la presente resolución administrativa, un (1) informe sobre la implementación de las medidas aprobadas, en un (1) ejemplar original impreso y tres (3) copias en formato digital (Cd). Este informe deberá ser elaborado por un profesional idóneo e independiente del promotor del proyecto.

Mediante este documento la empresa promotora informa a MIAMBIENTE el conjunto de actividades que se han desarrollado durante este periodo semestral de la Etapa de Planificación.

2.1 RESUMEN DEL CONTENIDO DEL INFORME

El informe contiene una breve descripción del proyecto, equipos utilizados, problemas encontrados, cronograma y nivel de cumplimiento tanto del Plan de Manejo Ambiental (PMA), registro fotográfico de las actividades realizadas en el periodo.

Se contrató los servicios del ingeniero Gilberto Samaniego, auditor externo con registro DIVEDA-AA-008-2008/Act. 2019, independiente de la empresa promotora del proyecto para la elaboración del presente Informe de Seguimiento.

El objetivo del informe está basado en verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación descritas en el PMA y la Resolución; Asimismo evidenciar el cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos mediante un compendio de registro fotográfico, reportes de campo, permisos y otros,

Elaborar el primer Informe de Seguimiento, para presentar al MIAMBIENTE a fin de mantener informado de la variable ambiental ejecutada en el proyecto en mención.

2.2 GENERALIDADES DE LA OBRA

La sociedad Progreso Solar 20 MW, S.A. registrada al folio N° 836512 del Registro Público de la República de Panamá, el representante Legal es el señor Lorenzo Cipriani, con carné de residente permanente N° E-8-114197 lleva a cabo el proyecto de generación eléctrica a partir de energía solar. El proyecto se denomina “Generación eléctrica “La Esperanza Solar 20MW” en Progreso, distrito de Barú”.

El proyecto se desarrolla dentro de un polígono de 34 hectáreas en tres fincas contiguas, las cuales forman un solo globo. Las fincas son las siguientes: Finca 1298 y Finca 48940, propiedad de la sociedad Valentín Lezcano, S.A. y Finca 3109, propiedad del señor Valentín Lezcano Castillo. La sociedad Progreso Solar 20MW, S.A. mantiene Contrato de Arrendamiento con las propietarias, según consta en anexo. Cabe señalar que un primer Estudio de Impacto Ambiental del mismo proyecto fue sometido a evaluación ante la Administración Regional de la Autoridad Nacional del Ambiente de Chiriquí en diciembre de 2014, siendo aprobado mediante la **Resolución ARACH IA-10-2015 de 4 de febrero de 2015**. El proyecto en su momento planteaba la entrada a la subestación eléctrica de Progreso; no obstante, debido a retrasos en la ampliación de la subestación, el proyecto no pudo iniciar su construcción, venciendo la vigencia de la Resolución en febrero de 2017.

Cuadro 1. Datos generales del Informe de Seguimiento

DATOS GENERALES		DETALLES
Categoría	Estudio de Impacto Ambiental categoría I	
GENERALIZACIÓN ELÉCTRICA “LA ESPERANZA SOLAR 20MW” EN PROGRESO, DISTRITO DE BARÚ		

DATOS GENERALES		DETALLES
Número de Informes de Seguimientos		1
Periodo a evaluar		Febrero a Julio 2018
Proyecto		Generación eléctrica “La Esperanza Solar 20MW” en Progreso, distrito de Barú
Empresa promotora		Progreso Solar 20MW, S.A
Página web/ Correo electrónico		www.solreal.eu / info@solreal.com
Representante legal		Lorenzo Cipriani
Números telefónico a contactar		6835-9261/838-6836
Auditor externo		Gilberto Samaniego
Celular		6455-9752
Correo electrónico		gilberto_samaniego@hotmail.com

3. ASPECTOS TÉCNICOS

El proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a través de la irradiación solar sobre paneles o módulos fotovoltaicos. El proyecto utilizará una fuente de energía limpia y renovable que a su vez ayudaría a reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Es decir, se estaría produciendo energía sin necesidad de utilizar combustibles fósiles o la construcción de hidroeléctricas que podrían requerir de la eliminación de zonas boscosas. El sitio del proyecto presenta una serie de ventajas, como una alta luminosidad durante la mayor parte del año, la existencia de terrenos planos y la presencia de líneas de transmisión, permitiendo la entrega efectiva de la energía generada.

3.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (LOCALIZACIÓN, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MODIFICACIONES AL PROYECTO – SI HAY)

El sitio del proyecto se encuentra políticamente en la localidad de Madre Vieja, corregimiento de Progreso, distrito de Barú, provincia de Chiriquí. Para llegar al sitio del proyecto se sigue la carretera que conduce por la carretera Paso Canoas – Puerto Armuelles. Después de 300 metros de la subestación eléctrica de Progreso se toma el primer camino a la mano derecha, se sigue por este camino por aproximadamente 600 metros.

El proyecto generará 19,99 MW, el cual está diseñado para funcionar en paralelo a la red local de distribución de electricidad. El generador fotovoltaico estará conformado de 66.596 módulos fotovoltaicos de tipo Poli cristalino 300-72p, conectados en STRING'S de 18 Módulos cada una de modo que se obtenga la tensión deseada.

El sistema se divide en sub-campos, definidos por las diferentes exposiciones que tiene la superficie de cobertura. Estos sub-campos son completamente autónomos y dotados de inversores tipo CC/CA cuyas salidas están conectadas a un panel eléctrico que contiene todas las protecciones de cada entrada, y un sistema de barras que une los sub-campos en un solo sistema trifásico con neutro. De dicho cuadro parte el puesto del generador fotovoltaico hacia la cabina de entrega, donde se realizará en paralelo la transformación y la conexión al ente de distribución. La energía del proyecto propuesto será conducida mediante una línea soterrada de mediana tensión (MT) de 34.5 KV, de aproximadamente 1,3 kilómetros, la cual seguirá a lo largo de la servidumbre del camino de Madre Vieja. En esta ocasión no habrá entrada a la subestación de Progreso. En su lugar la línea de evacuación se interconectará sobre la línea troncal del circuito 34-42 de EDECHI, con coordenadas 302234.20 E y 931534.69 N, ubicado cerca a la cuchilla monopolar 3LR11, de acuerdo a lo indicado por Gas Natural Fenosa.

A la fecha de elaboración de este informe, no se ha presentado solicitud de modificación al Estudio de Impacto Ambiental categoría I.

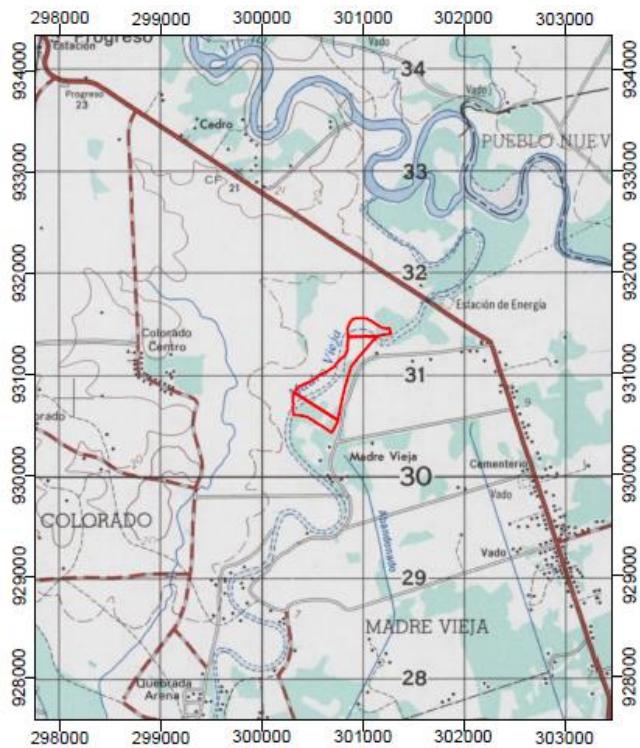
3.2 EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO, PERSONAL, AVANCE DE ACTIVIDADES, PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE LAS ETAPAS DEL PROYECTO Y SOLUCIONES PROPUESTAS

Para este periodo las actividades que se desarrollaron fueron planificación del proyecto, colocación de letrero de verde indicado en la resolución. No se han iniciado labores de limpieza o construcción en el área.

A la fecha de elaboración de este informe no se han registrado problemas graves que hayan ocurrido durante el desarrollo del proyecto en esta etapa.

3.3 DATOS DE PRODUCCIÓN O USO Y PROBLEMAS QUE SE PRESENTEN (SI EL PROYECTO SE ENCUENTRA EN LA ETAPA DE OPERACIÓN)

No aplica en este periodo, aún el proyecto está en Planificación.



LOCALIZACIÓN REGIONAL



Figura 1. Mapa de localización del proyecto, Fuente: Estudio de Impacto Ambiental proyecto “Generación eléctrica “La Esperanza Solar 20MW” en Progreso, Distrito de Barú”, Google Maps.

4.0 PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA FUNCIÓN RESPONSABLE DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL

Este periodo contempla un periodo de seis meses (febrero a marzo 2018), mientras se aplican las medidas de mitigación en cumplimiento con la resolución de aprobación del proyecto en mención RESOLUCIÓN DRCH IA-012-2018 del 22 de enero de 2018.

En los cuadros N°2 y N°3 se presenta el cronograma de cumplimiento del PMA y la Resolución de aprobación del Estudio de Impacto Ambiental categoría I.

4.1 CRONOGRAMA DE CUMPLIMIENTO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL A LA FECHA DE PRESENTACIÓN

Cuadro 2. Cronograma de cumplimiento del PMA a la fecha de presentación del informe

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
<u>Ocurrencia de accidentes laborales</u>						
a. Dotar a los trabajadores el equipo de protección personal requerido de acuerdo a las tareas y a la normativa panameña, este equipo debe incluir el necesario para trabajar en altura, dentro de excavaciones y con flujo de electricidad. En caso de trabajos de altura, se debe utilizar camiones con elevadores de cesta.						
b. Vigilar permanentemente el uso del uniforme y equipo de seguridad por parte de los trabajadores.						
c. Mantener en el proyecto a un profesional en seguridad Industrial quien, entre otros aspectos, deberá estar a cargo de las capacitaciones diarias al personal en materia de higiene y seguridad laboral.						
d. Instalar en la entrada del proyecto un letrero donde se indique el uso obligatorio del equipo de seguridad personal.						
e. Contratar solamente personal calificado para aquellas labores que requieran conocimiento o destrezas especiales, incluyendo el manejo de equipo pesado						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
y especializado.						
f. Capacitar a los nuevos trabajadores en las labores a realizar.						
g. Señalarizar en campo las áreas de riesgo con letreros, tráfitambos, mallas plásticas, conos u otros elementos efectivo, por ejemplo, excavaciones, suelos inestables, etc.						
h. Prohibir fumar y la ingesta de bebidas alcohólicas o sustancias ilícitas en todo momento dentro del sitio del proyecto y mientras el personal utilice vehículos, equipo o uniforme de la Empresa y sus contratistas.						
i. Mantener un vehículo disponible permanentemente en el sitio del proyecto para cualquier evacuación, al igual que teléfonos móviles.						
j. Mantener en el área administrativa los números de teléfono de las siguientes instituciones: Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos, Hospitales.						
<u>Ocurrencia de accidentes de tránsito</u>						
a. Contratar solamente a personal calificado para aquellas responsabilidades que requieran manejo de vehículo y equipo pesado.						
b. Cumplir con las normas nacionales de pesos y dimensiones, principalmente para el transporte de materiales y equipo, incluyendo el uso de vehículos de escolta.						
c. Difundir anuncios radiales en emisoras locales cuando la empresa considere que el flujo de equipo pesado y materiales podría representar un alto riesgo para los demás usuarios de la vía de acceso.						
d. Regular la velocidad de los vehículos del proyecto a 40 Km/hora en zonas pobladas a lo largo del proyecto.						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
e. Mantener banderilleros con radio en los puntos críticos durante la Fase de Construcción, incluyendo la entrada junto a la carretera Paso Canoas – Puerto Armuelles y la entrada del proyecto.						
f. Instalar letreros de aviso de peligro a ambos lados de la entrada hacia el proyecto, incluyendo los límites de velocidad, y a lo largo del camino a Madre Vieja.						
g. Girar instrucciones por escrito a todos los conductores, incluyendo empresas contratistas, sobre el cumplimiento con los límites de velocidad, principalmente cuando se cruza por los poblados junto a la vía de acceso.						
<u>Pérdida de vegetación</u>						
a. Marcar los árboles que estrictamente serían talados y aquellos que solamente serían podados para evitar la remoción más allá de lo necesario.						
b. Demarcar claramente las áreas dentro de cada polígono que se van a acondicionar con equipo pesado y aquellas que son protegidas por Ley, como las servidumbres de cursos de agua. Igualmente, se busca evitar que se afecten zonas más allá de las requeridas por el proyecto. El personal de campo y los operadores de equipo pesado deben tener claro conocimiento de estas áreas delimitadas.						
c. Reemplazar cada árbol talado con 10 plantones de especies nativas de la zona del proyecto, con un mantenimiento de 5 años. Se debe dar prioridad de siembra en las áreas de servidumbre de los recursos de agua existentes en los polígonos del proyecto. La empresa promotora deberá presentar un Plan de siembra ante la Dirección Regional del Ministerio de						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Ambiente para su aprobación en los que se deberá incluir la siembra de especies nativas de flor y fruto para beneficio de la fauna silvestre.						
d. Remover lo menos posible la capa superficial en aquellas zonas de los polígonos donde el terreno es casi plano y donde no se requiera la colocación de material de relleno. La finalidad es evitar que se elimine completamente la capa herbácea y proporcionar así el desarrollo de pasto que sería beneficioso tanto en la retención del suelo como para evitar el levantamiento de polvo, con lo que se ensuciarán los paneles fotovoltaicos y se reducirá la capacidad de generación de energía.						
e. Realizar el pago de la Indemnización ecológica una vez se presente la nota de notificación de inicio de proyecto ante el Ministerio de Ambiente.						
<u>Erosión del suelo y sedimentación de cursos de agua</u>						
a. Llevar a cabo los trabajos de movimiento de tierra preferiblemente al final de la temporada de lluvias o al inicio de ésta para evitar el arrastre de suelo. Debe tomarse en consideración la alta precipitación que se recibe en la zona.						
b. Demarcar claramente la servidumbre forestal del canal de Madre Vieja para que no sea afectado durante los trabajos de limpieza y preparación del terreno.						
c. Remover lo menos posible la capa superficial en aquellas zonas de los polígonos donde el terreno es casi plano y donde no se requiera la colocación de material de relleno. La finalidad es evitar que se elimine completamente la capa herbácea y propiciar así el desarrollo de						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
pasto que sería beneficioso tanto en retención del suelo como para evitar el levantamiento de polvo, con lo que se ensuciarían los paneles fotovoltaicos y se reduciría la capacidad de generación de energía.						
d. Colocar el material de limpieza (tierra y materia vegetal) lejos de drenajes y cursos de agua en bancos bien conformados y protegidos con troncos o rocas hasta que sean evacuados.						
e. Colocar barreras de control de sedimentos de forma paralela a los drenajes y cursos de agua, y en aquellos sitios más propensos a arrastre de sedimentos. Se recomienda el uso de materiales como pacas de heno o Flexterra, geotextil montado sobre postes, y barreras de rocas y madera.						
f. Levantar la cerca de ciclón perimetral tan pronto se ha terminado la preparación del terreno para que sirva de barrera de retención del suelo.						
g. Promover la generación de pasto natural dentro de los polígonos del proyecto. En este caso, se sugiere la gramínea conocida como "paja de gallina", la cual crece en la zona y presenta características de alta retención del suelo, en menudo y crece apenas unos 30 centímetros de altura, lo que evita cualquier interferencia con los paneles fotovoltaicos. Esta última característica lo hace ideal para evitar gastos excesivos de corte o el uso de herbicidas.						
h. Construir la sección de la valla perimetral paralelo al canal Madre Vieja preferiblemente antes de realizar los trabajos de limpieza y preparación del						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
terreno para que actué como barrera.						
<u>Contaminación de suelos con hidrocarburos</u>						
a. Prohibir el vertido de combustible, grasas, aceites, solventes, pinturas, aditivos o cualquier otra sustancia química al suelo y cuerpos de agua.						
b. Prohibir el lavado de vehículos y maquinaria dentro del sitio del proyecto.						
c. Inspeccionar semanalmente los vehículos, maquinaria y equipos de combustión interna para identificar y corregir posibles fugas de combustible.						
d. El mantenimiento de vehículos se realizará fuera del sitio del proyecto en talleres autorizados. En el caso del equipo pesado dentro del proyecto y en casos fortuitos con vehículos o equipo, se deberá realizar los trabajos de reparación mediante taller certificado. El mismo deberá implementar las acciones necesarias, como la instalación de una cubierta impermeable debajo del equipo averiado, recipientes de seguridad con embudo para la colecta del combustible o lubricante, y toallas industriales para limpiezas. En caso de que el equipo siga con desperfectos, el mismo deberá ser retirado del proyecto con grúa para ser llevado a un taller.						
e. Transportar y almacenar combustibles solamente en contenedores aprobados por el Cuerpo de Bomberos en base a la Resolución No. CDZ-003/99 de 11 de febrero de 1999. “Por la cual se aclara la Resolución No. CDZ-10/98 del 9 de mayo de 1998, por la cual se modifica el manual técnico de seguridad para instalaciones, almacenamiento, manejo, distribución y transporte de productos derivados del petróleo”.						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
f. Abastecer los vehículos del proyecto en las estaciones de combustible de la región. En el caso del abastecimiento de combustible a la maquinaria y equipo en el proyecto, esta acción se realizará utilizando unidades que cuenten con sistemas de despacho eléctrico o mediante bombas manuales trasegadoras. Se deberá colocar materiales absorbentes alrededor de la boca del tanque y lona impermeable y material absorbente sobre el suelo en el área donde se vaya a realizar la recarga, para la contención de posibles goteros o derrames.						
g. Mantener en los frentes de trabajo aserrín, arena o toallas absorbentes, carretillas, palas y tanques plásticos con tapa de rosca para recuperar combustibles o lubricantes en caso de derrame. En caso de derrames, el personal del campamento deberá seguir los siguientes pasos de contingencia <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar el punto de fuga y controlar el derrame. ✓ Pedir ayuda ✓ Actuar rápidamente para prevenir que el material derramado llegue a aguas superficiales cercanas. ✓ Continuar controlando y atenuando las amenazas de fuego. ✓ Determinar la limpieza necesaria en suelo y agua. ✓ Recoger inmediatamente el producto libre. Se deberá remover la tierra hasta donde no se vea la marca de contaminante y colocarla en recipientes de seguridad. Al suelo se le aplicará Simplegreen u otro producto biodegradable para tratar las áreas contaminadas. Los materiales y la tierra recuperada deben ser llevadas a una empresa certificada para el 						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
tratamiento y disposición final. Se deberá levantar un reporte con registro fotográfico del incidente.						
h. Los combustibles, lubricantes u cualquier otra sustancia química peligrosa, deberán almacenarse en recipientes en perfectas condiciones, cerrados y correctamente etiquetados (tipo de sustancia y tipo de riesgo), garantizando que no existan fugas. Los contenedores de sustancias químicas peligrosas deberán ser adecuados a sus propiedades químicas y contar con tapas de acuerdo a su estado físico. Estos recipientes se colocarán en un almacén de sustancias peligrosas, el cual estará construido con materiales no inflamables, cubierto, ventilado y contará con piso de concreto, muro de contención de derrames, rampa de acceso y fosa colectora, letreros informativos y restrictivos y un sistema de combate contra incendios.						
i. Mantener al menos 2 extintores tipo ABC de 20 libras en el campamento en puntos visibles y accesibles.						
j. Entrenar al personal permanentemente del campamento en el uso de extintores, sofocamiento de incendios menores y contención de derrames de hidrocarburos. En caso de incendio de material combustible con alto riesgo, se deberá llamar al cuerpo de bomberos y al SINAPROC, entidades entrenadas para estas emergencias. La única acción que deberá tomar la administración del proyecto es la evacuación rápida del personal del área del incidente.						
k. En caso de instalarse otros componentes en el proyecto, por ejemplo generador eléctrico, se deberán colocar dentro de norias de seguridad con una capacidad de al menos 110% de la capacidad de su						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
tanque de combustible. Igualmente, se deberán mantener bajo techo.						
<u>Generación de ruidos</u>						
a. Levar a cabo los trabajos de instalación de la línea de transmisión en horario diurno solamente, al igual que el traslado de equipo y materiales hacia y desde el sitio del proyecto. Debido al distanciamiento de los polígonos del proyecto de viviendas y áreas pobladas, cualquier trabajo en horario nocturno deberá tramitarse ante la autoridad correspondiente.						
b. Introducir al proyecto maquinaria y equipo en óptimas condiciones solamente.						
c. Darle mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo de acuerdo a las indicaciones del fabricante.						
d. Apagar el equipo de trabajo que no esté en uso.						
e. Prohibir el uso de troneras en los camiones, equipo de sonido y gritos en los frentes de trabajo y a lo largo de las calles de acceso. Mantener en lugares visibles (oficina administrativa, garita de acceso) memorándum dirigido a todos los trabajadores y contratistas sobre estas regulaciones.						
f. Suministrar a los trabajadores de equipo de protección auditiva para las labores requeridas y mantener vigilancia de su uso.						
<u>Daños a infraestructura pública</u>						
a. Cumplir con las normas nacionales de pesos y dimensiones.						
b. Realizar trabajos de rehabilitación del camino de acceso hasta el final del proyecto (camino Madre Vieja) y darle mantenimiento periódicamente.						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
<u>Generación de residuos sólidos</u>						
a. Mantener contrato con el Municipio de Barú para el uso del vertedero municipal.						
b. Separar inmediatamente el cartón del embalaje de los paneles fotovoltaicos y las paletas de madera de transporte y almacenarlos en una galera cerca de la entrada del proyecto para su reciclaje. Durante la construcción de otros proyectos fotovoltaicos en el sector de Llano Sánchez, en el distrito de Aguadulce, en los que participo el equipo consultor, se contaba con la presencia de una microempresa del área, la cual varias veces a la semana retiraba estos materiales del proyecto para reciclaje. Esta acción no le presentó ningún costo a la empresa promotora y al mismo tiempo estuvo fortaleciendo los empleos a terceros. Esta medida puede ser replicada igualmente en este proyecto.						
c. Mantener cerca del área administrativa una batería de recipientes con tapa debidamente señalados, para separar y reciclar los desechos menores, como papel de oficina, latas de aluminio, vidrio y plástico. Se deberá instruir a los trabajadores mediante charlas semanales sobre la importancia de la separación de los desechos y la limpieza del sitio.						
d. Realizar la limpieza en todos los frentes de trabajo diariamente, de manera que se evite las acumulaciones de desechos.						
e. Retirar los desechos sólidos comunes durante la fase de construcción, al menos dos veces por semana. Durante la fase de operación esta acción puede realizarse cada 15 días debido a la baja generación de desechos, como ha sido observada en otros proyectos en operación.						

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PMA	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
f. Evitar el almacenamiento de desechos que puedan acumular agua debido al riesgo de enfermedades que son trasmitidas por mosquitos.						
g. Prohibir la quema de desechos dentro del proyecto, incluyendo material vegetal.						
<u>Generación de residuos líquidos (fisiológicos)</u>						
a. Prohibir la defecación al aire libre.						
b. Instalar letrinas portátiles en el sitio del proyecto para uso de los trabajadores. El número de letrinas deberá ser proporcional número de trabajadores (generalmente se trabaja en una relación de 1 letrina por cada 10 trabajadores). En caso de contratar personal femenino, estas deberán contar con sus letrinas de manera separada y debidamente etiquetadas.						
c. Dotarle a los trabajadores gel antibacterial junto a las letrinas para el aseo personal y con el fin de evitar contaminación cruzada.						

4.2 CRONOGRAMA DE CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN A LA FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME

Cuadro 3. Cronograma de los compromisos ambientales de la resolución de aprobación

Medida establecidas en la Resolución DRCH-IA-012-2018 de 22 de enero de 2018	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
a. Colocar, dentro del área del Proyecto y antes de iniciar su ejecución, un letrero en un lugar visible con el contenido establecido en formato adjunto.						
b. Notificar a la Dirección Regional de Ambiente de Chiriquí, de darse la presencia de alguna especie de fauna, la reubicación realizada de la misma, al costo del promotor e incluir dichos resultados en el correspondiente informe de seguimiento.						

Medida establecidas en la Resolución DRCH-IA-012-2018 de 22 de enero de 2018	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
c. Presentar ante la correspondiente Dirección Regional del Ministerio de Ambiente en Chiriquí, cada seis (6) meses en la etapa de construcción y cada año durante la etapa de operación por dos (2) años, contados a partir de la notificación de la presente resolución administrativa un informe sobre la implementación de las medidas aprobadas, en un (1) ejemplar original impreso y tres (3) copias en formato digital (Cd). Este informe deberá ser elaborado por un profesional idóneo e independiente del PROMOTOR del Proyecto.						
d. Disponer en sitios autorizados los desechos sólidos y líquidos generados durante la etapa de construcción y operación y responsabilizarse del manejo integral de los desechos sólidos que se producirán en el área del proyecto, con su respectiva ubicación final, durante las fases de construcción y abandono, cumpliendo con lo establecido en la Ley No. 66 de 10 de noviembre de 1947- Código Sanitario.						
e. Cumplir con las normas, permisos, aprobaciones y reglamento referentes al diseño, construcción y ubicación de todas las infraestructuras que conlleva el desarrollo del proyecto, emitido por las autoridades e instituciones competentes en este tipo de proyecto.						
f. Mantener informada a la comunidad de los trabajos a ejecutar, señalar el área de manera continua hasta la culminación de los trabajos, con letreros informativos y preventivos, con la finalidad de evitar accidentes.						

Medida establecidas en la Resolución DRCH-IA-012-2018 de 22 de enero de 2018	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
g. Reportar de inmediato al Instituto Nacional de Cultura, INAC, el hallazgo de cualquier objeto de valor histórico o arqueológico para realizar el respectivo rescate y documentar en los informes de seguimiento.						
h. Evitar en la medida de lo posible los conflictos y afectaciones causadas a los vecinos, durante las diferentes etapas del proyecto; en su defecto remediarlos y ponerlo en conocimiento de las autoridades correspondientes.						
i. Coordinar antes inicio de la obra, con la autoridad competente todo lo concerniente al transporte de quipo hacia y desde los terrenos donde se realizará el proyecto, velando por el cuidado de las calles de acceso.						
j. Efectuar el pago en concepto de indemnización ecológica, de conformidad con la Resolución No. AG-0235-2003, del 12 de junio de 2003; para lo que contará con treinta (30) días hábiles, una vez la Dirección Regional del Ministerio de Ambiente de Chiriquí, establezca el monto.						
k. Cumplir con la Ley 1 (De 3 de febrero de 1994) “Por la cual se establece la legislación forestal en la República de Panamá, y se dictan otras disposiciones”.						
l. Implementar medidas para el control de la erosión y la sedimentación en todas las etapas del proyecto.						
m. Presentar ante el Ministerio de ambiente, cualquier modificación, adición o cambio de las técnicas y/o medidas que no esté contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado, con el fin de verificar si se precisa la aplicación de las						

Medida establecidas en la Resolución DRCH-IA-012-2018 de 22 de enero de 2018	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
normas establecidas para tales efectos en el Decreto Ejecutivo N° 123 de 14 de agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo 155 de 5 e agosto de 2011.						

 Medidas ejecutadas en el presente periodo.

5.0 NIVEL DE CUMPLIMIENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN

Para este periodo Semestral, se aplicaron las medidas de mitigación establecidas en la Resolución que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental, las cuales están enfocadas en colocación del Letrero entre otros Informes requeridos para la planificación del Proyecto.

5.1 DESCRIPCIÓN DE ACCIONES Y SUS EVIDENCIAS DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS COMPROMISOS AMBIENTALES Y EL RESPECTIVO ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS ESTABLECIDAS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Actualmente se trabaja en la etapa de planificación del proyecto, obtención de permisos, propiedades, diseño de planos, elaboración de estudios, entre otras actividades propias de esta etapa; por lo que no se presentan las medidas de mitigación del plan de manejo ambiental, ya que solo aplican para la etapa de construcción, operación y abandono del proyecto.

5.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN CONTEMPLADAS EN LA RESOLUCIÓN DRCH-IA-012-2018 DE 22 DE ENERO DE 2018

MEDIDA ESTABLECIDAS EN LA RESOLUCIÓN DRCH-IA-012-2018 DE 22 DE ENERO DE 2018.	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	OTRAS EVIDENCIAS	EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA
a. Colocar, dentro del área del Proyecto y antes de iniciar su ejecución, un letrero en un lugar visible con el contenido establecido en formato adjunto.	✓ Fotografías 1-2. Letrero colocado en el área del proyecto Generación eléctrica “La Esperanza Solar 20MW” en progreso, distrito de Barú.	No se presentan otras evidencias.	a. Dentro del proyecto se encuentra un letrero en un lugar visible con el formato y especificaciones solicitadas por MIAMBIENTE.
b. Notificar a la Dirección Regional de Ambiente de Chiriquí, de darse la presencia de alguna especie de fauna, la reubicación realizada de la misma, al costo del promotor e incluir dichos resultados en el correspondiente informe de seguimiento.	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias.	b. No ha sido necesaria la reubicación de alguna especie de fauna.
c. Presentar ante la correspondiente Dirección Regional del Ministerio de Ambiente en Chiriquí, cada seis (6) meses en la etapa de construcción y cada año durante la etapa de operación por dos (2) años, contados a partir de la notificación de la presente resolución administrativa un informe sobre la	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias.	c. El presente informe corresponde al Primer Informe de seguimiento ambiental del proyecto Generación Eléctrica “La Esperanza Solar 20MW” en Progreso, distrito de

GENERACIÓN ELÉCTRICA “LA ESPERANZA SOLAR 20MW” EN PROGRESO, DISTRITO DE
BARÚ

MEDIDA ESTABLECIDAS EN LA RESOLUCIÓN DRCH-IA-012-2018 DE 22 DE ENERO DE 2018.	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	OTRAS EVIDENCIAS	EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA
implementación de las medidas aprobadas, en un (1) ejemplar original impreso y tres (3) copias en formato digital (Cd). Este informe deberá ser elaborado por un profesional idóneo e independiente del PROMOTOR del Proyecto.			Barú”, del periodo de Febrero a Agosto de 2018
d. Disponer en sitios autorizados los desechos sólidos y líquidos generados durante la etapa de construcción y operación y responsabilizarse del manejo integral de los desechos sólidos que se producirán en el área del proyecto, con su respectiva ubicación final, durante las fases de construcción y abandono, cumpliendo con lo establecido en la Ley No. 66 de 10 de noviembre de 1947-Código Sanitario.	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias.	d. El proyecto se encuentra en fase de planificación, se ejecutará la medida al momento de ser necesaria.
e. Cumplir con las normas, permisos, aprobaciones y reglamento referentes al diseño, construcción y ubicación de todas las infraestructuras que conlleva el desarrollo del proyecto, emitido por las autoridades e instituciones competentes en este tipo de	No se presentan evidencias fotográficas	Ver en otros Anexos ✓ Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar 20MW en Progreso, distrito de Barú.	e. Se están realizando los trámites pertinentes para la ejecución de la medida. Se cuenta con estudios realizados y permisos tramitados en el periodo

MEDIDA ESTABLECIDAS EN LA RESOLUCIÓN DRCH-IA-012-2018 DE 22 DE ENERO DE 2018.	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	OTRAS EVIDENCIAS	EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA
proyecto.		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aprobación de Viabilidad de Conexión. ✓ Licencia provisional a favor de la empresa Progreso Solar 20MW, S.A. para la construcción y explotación de un parque de generación de energía fotovoltaica La Esperanza Solar 20MW. ✓ Informe sobre Conductividad térmica del suelo. ✓ Informe sobre estudio geofísico. ✓ Informe sobre Investigación geotécnica. 	de planificación.

GENERACIÓN ELÉCTRICA “LA ESPERANZA SOLAR 20MW” EN PROGRESO, DISTRITO DE BARÚ

MEDIDA ESTABLECIDAS EN LA RESOLUCIÓN DRCH-IA-012-2018 DE 22 DE ENERO DE 2018.	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	OTRAS EVIDENCIAS	EFFECTIVIDAD DE LA MEDIDA
f. Mantener informada a la comunidad de los trabajos a ejecutar, señalar el área de manera continua hasta la culminación de los trabajos, con letreros informativos y preventivos, con la finalidad de evitar accidentes.	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias	f. En este periodo no se han realizado trabajos en el área del proyecto.
g. Reportar de inmediato al Instituto Nacional de Cultura, INAC, el hallazgo de cualquier objeto de valor histórico o arqueológico para realizar el respectivo rescate y documentar en los informes de seguimiento.	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias	f. No se han reportado hallazgos históricos o arqueológicos en el área del proyecto.
h. Evitar en la medida de lo posible los conflictos y afectaciones causadas a los vecinos, durante las diferentes etapas del proyecto; en su defecto remediarlos y ponerlo en conocimiento de las autoridades correspondientes.	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias	g. Hasta la fecha no se han presentado conflictos con las comunidades vecinas al proyecto.
i. Coordinar antes del inicio de la obra, con la autoridad competente todo lo concerniente al transporte de equipo hacia y desde los terrenos donde se realizará el proyecto, velando por el cuidado de las calles	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias	h. Se realizan los trámites pertinentes con las diferentes autoridades pertinentes.

MEDIDA ESTABLECIDAS EN LA RESOLUCIÓN DRCH-IA-012-2018 DE 22 DE ENERO DE 2018.	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	OTRAS EVIDENCIAS	EFFECTIVIDAD DE LA MEDIDA
de acceso. j. Efectuar el pago en concepto de indemnización ecológica, de conformidad con la Resolución No. AG-0235-2003, del 12 de junio de 2003; para lo que contará con treinta (30) días hábiles, una vez la Dirección Regional del Ministerio de Ambiente de Chiriquí, establezca el monto.	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias	i. Se solicitará la inspección del Ministerio de Ambiente para realizar el pago por indemnización ecológica.
k. Cumplir con la Ley 1 (De 3 de febrero de 1994) “Por la cual se establece la legislación forestal en la República de Panamá, y se dictan otras disposiciones”.	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias	j. El proyecto se mantiene en fase de planificación,
l. Implementar medidas para el control de la erosión y la sedimentación en todas las etapas del proyecto.	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias	k. Se implementarán las medidas para control de erosión una vez se inicie la etapa de construcción.
m. Presentar ante el Ministerio de ambiente, cualquier modificación, adición o cambio de las técnicas y/o medidas que no esté contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado, con el fin de verificar si se precisa la aplicación de las normas	No se presentan evidencias fotográficas	No se presentan otras evidencias	l. Hasta el momento de la presentación de este informe no se han realizado modificaciones, adición o cambio a las medidas del Estudio de

MEDIDA ESTABLECIDAS EN LA RESOLUCIÓN DRCH-IA-012-2018 DE 22 DE ENERO DE 2018.	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	OTRAS EVIDENCIAS	EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA
establecidas para tales efectos en el Decreto Ejecutivo 123 de 14 de agosto de 2009, modificado con el Decreto Ejecutivo 155 de 05 de agosto de 2011			Impacto Ambiental aprobado.

GENERACIÓN ELÉCTRICA “LA ESPERANZA SOLAR 20MW” EN PROGRESO, DISTRITO DE BARÚ

6.0 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL PROMOTOR

Dentro de las recomendaciones generales están:

- Continuar con la aplicación de las medidas de mitigación que se tienen diseñadas para el proyecto.
- Mantener informado a MIAMBIENTE de los avances del proyecto mediante la presentación de los Informes de Seguimiento.
- Tramitar la solicitud de inspección para el pago de la Compensación ecológica con el Ministerio de Ambiente.
- Definir las áreas para desarrollar la reforestación como medida de compensación.

7.0 ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico

Anexo 2. Otros anexos.

ANEXO 1.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografías 1-2. Letrero colocado en el área del proyecto Generación eléctrica "La Esperanza Solar 20MW" en progreso, distrito de Barú.

Anexo 2. OTROS ANEXOS

- ✓ Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar 20MW en Progreso, distrito de Barú.
- ✓ Aprobación de Viabilidad de Conexión.
- ✓ Licencia provisional a favor de la empresa Progreso Solar 20MW, S.A. para la construcción y explotación de un parque de generación de energía fotovoltaica La Esperanza Solar 20MW.
- ✓ Informe sobre Conductividad térmica del suelo.
- ✓ Informe sobre estudio geofísico.
- ✓ Informe sobre Investigación geotécnica.

**ESTUDIO DE CONEXIÓN DE GENERACIÓN LA ESPERANZA SOLAR 20MW
EN PROGRESO, DISTRITO DE BARÚ.**

**Ámbito de Conexión de Generación “PROYECTO
GENERACIÓN FOTOVOLTAICA LA ESPERANZA SOLAR,
20MW”**

Código:

Edición: (1) Documento

	Responsable	Firma / Fecha
Elaborado	Analista Planificación Red MT MARIA A. SIRTORI C.	03/05/2017
Revisado	Planificación MT GNSI ROSANA ELENA DE ÁVILA VILLAMIL	03/05/2017

Contenido

1. Descripción General	3
2. Análisis Eléctrico	4
2.1. Escenario – Entrada en Operación de Boquerón III.	5
2.1.1.Caso Base.	5
2.1.2.Conexión del Proyecto.	9
3. Análisis de pérdidas	14
3.1. Conexión del Proyecto “La Esperanza Solar 20 MW”.	14
3.1.1.Escenario – Entrada en Operación de Boquerón III.	15
4. Análisis de Cortocircuito	16
4.1. Escenario – Entrada en Operación de Boquerón III.	16
5. Capacidad Interruptiva	16
6. Conclusiones	17

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 2 de 17

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

1. Descripción General

El proyecto de generación fotovoltaico "LA ESPERANZA SOLAR 20 MW" está ubicado en el corregimiento de Progreso, distrito de Barú, provincia de Chiriquí, localidad Madre Vieja en las coordenadas UTM X: 302234.20; UTM Y: 931534.69. Este proyecto solicita factibilidad de conexión a la red de distribución de un generador solar de 20,0 MW.

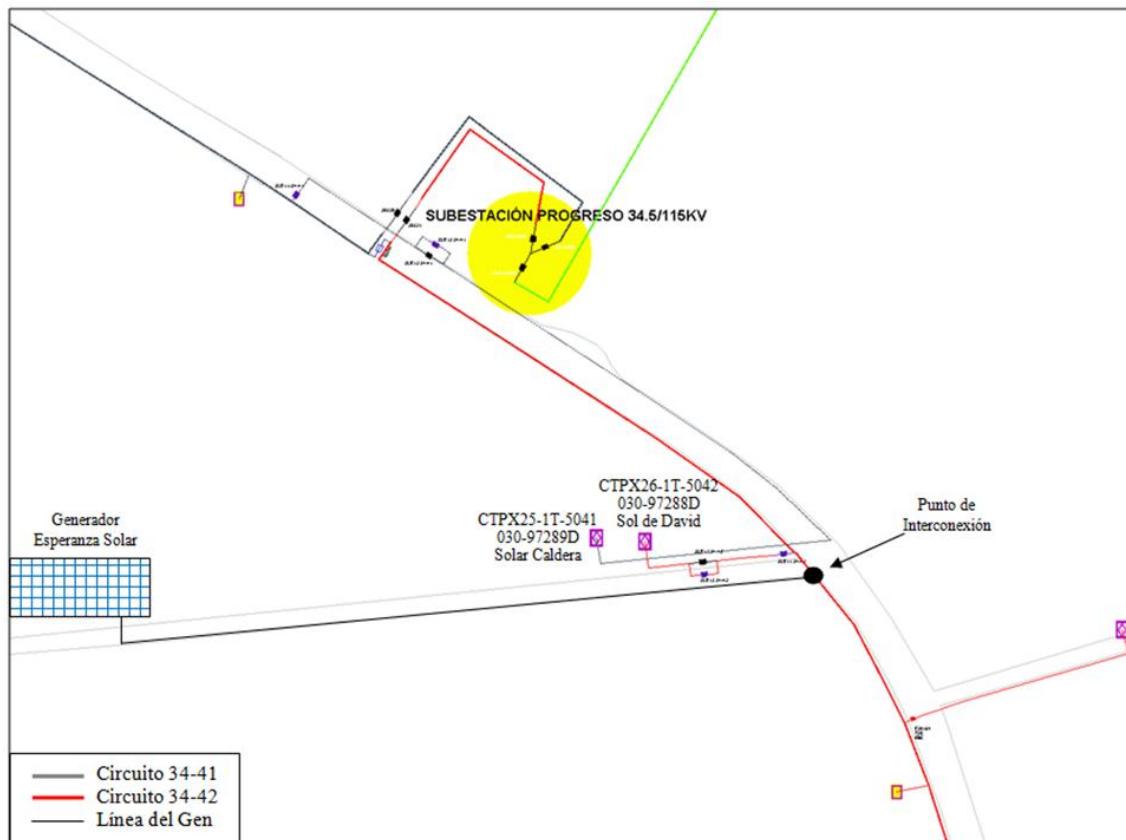


Figura 1, Ubicación proyecto

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 3 de 17

2. Análisis Eléctrico

En el siguiente estudio se evaluará el impacto de la conexión del proyecto Fotovoltaico “La Esperanza Solar, 20 MW” con capacidad instalada de 20,0 MW en el circuito 34-42, perteneciente a la subestación Progreso, teniendo en cuenta tres escenarios de demanda: máxima (Hora 21), media (Hora 13) y mínima (Hora 8), según la máxima demanda coincidente presentada el día 06 de Abril del año 2016, respecto al circuito 34-42 de la subestación Progreso.

Círculo impactado con la conexión del proyecto:

- **Círculo 34-42 (SE Progreso):** El circuito parte de la subestación Progreso y alimenta las subestaciones Los Olivos y Puerto Armuelles. Este circuito presenta troncal en conductor 2/0 ACSR (16,49 MVA).

El análisis se realiza teniendo en cuenta la demanda del año 2016 proyectándola al año 2019, con un crecimiento vegetativo de la demanda anual del 5%.

Se tiene prevista la entrada en operación de la SE Boquerón III, las actuaciones sobre la red que esta implica representan variaciones significativas para las variables operativas analizadas. Por lo anterior, para el presente análisis se presentan los resultados bajo el siguiente escenario operativo:

1. Entrada en operación de la SE Boquerón III.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 4 de 17

2.1. Escenario – Entrada en Operación de Boquerón III.

2.1.1. Caso Base.

Con la entrada en operación de la subestación Boquerón III, se operará la red como se muestra en la figura 2, de tal forma que las subestaciones Porvenir, Bugabita y Tijeras sean alimentadas desde el circuito 34-52 alimentado por Boquerón III. A continuación las consideraciones tenidas en cuenta en este escenario:

- El interruptor 3A42-047 en estado normalmente cerrado.
- El interruptor 3LA22-49 en estado normalmente cerrado.
- Los seccionadores 20023 y 9674 en estado normalmente abierto.
- El fusible con matrícula F20014 en estado normalmente abierto.
- El interruptor 8584 en estado normalmente abierto, el cual hace que la carga total del circuito 34-53 sea alimentada por la subestación Porvenir, a su vez alimentada por la subestación Boquerón III.
- El interruptor 20140 en estado normalmente abierto, el cual hace que la carga del circuito 34-15 sea alimentada por la subestación Porvenir, a su vez alimentada por la subestación Boquerón III.
- Para este escenario se considera la generación de la zona (generador Hidrocandela) despachada al máximo en las horas de demanda máxima, media y mínima.
- La conexión de la Planta Sol de David en el tramo de red TR3-5042 del circuito 34-42 con generación de 0,00 MW en demanda máxima, 9,90 MW en demanda media y 1,28 MW en demanda mínima de acuerdo al estudio "Análisis Eléctrico Proyecto Generación Sol De David".
- La conexión de la Planta Solar Caldera en el tramo de red TRN906-5041 del circuito 34-41 con generación de 0,00 MW en demanda máxima, 5,50 MW en demanda media y 0,82 MW en demanda mínima de acuerdo al estudio "Análisis Eléctrico Proyecto Generación Solar Caldera".
- Reconductar desde la salida de la troncal del circuito 34-42 tramo de red TR1-5042 (coordenadas X: 302974.52 m E, Y: 931331.37 m N), saliendo de la SE Progreso hasta el tramo de red TRN996-5042 (cerca al fusible F20164), aproximadamente 724 metros, en conductor normalizado 477 ACSR (39,38 MVA), ver figura 3.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 5 de 17

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

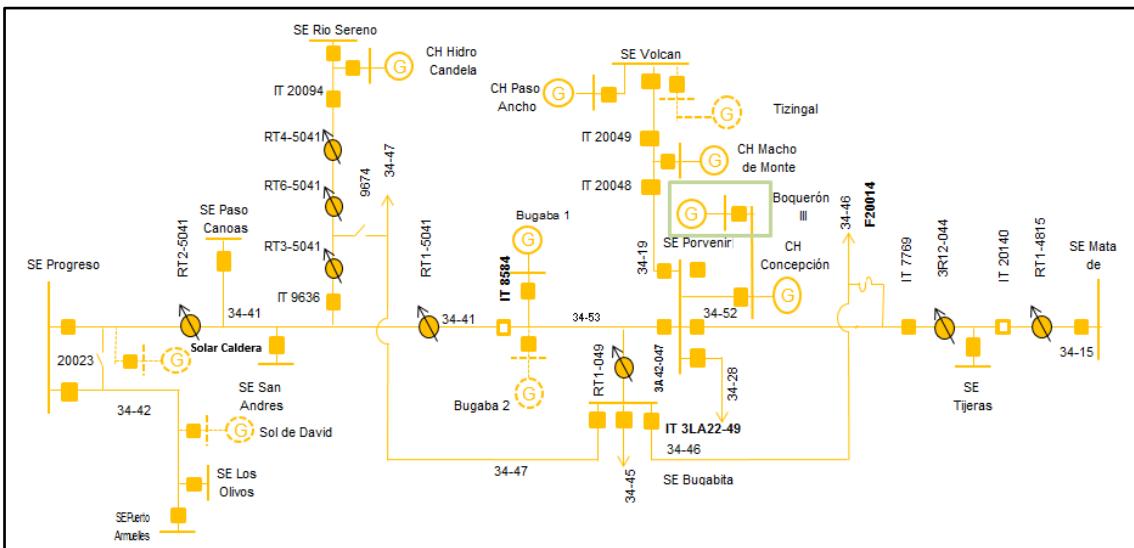


Figura 2, Diagrama Unifilar, Caso base. Escenario Boqueron III.

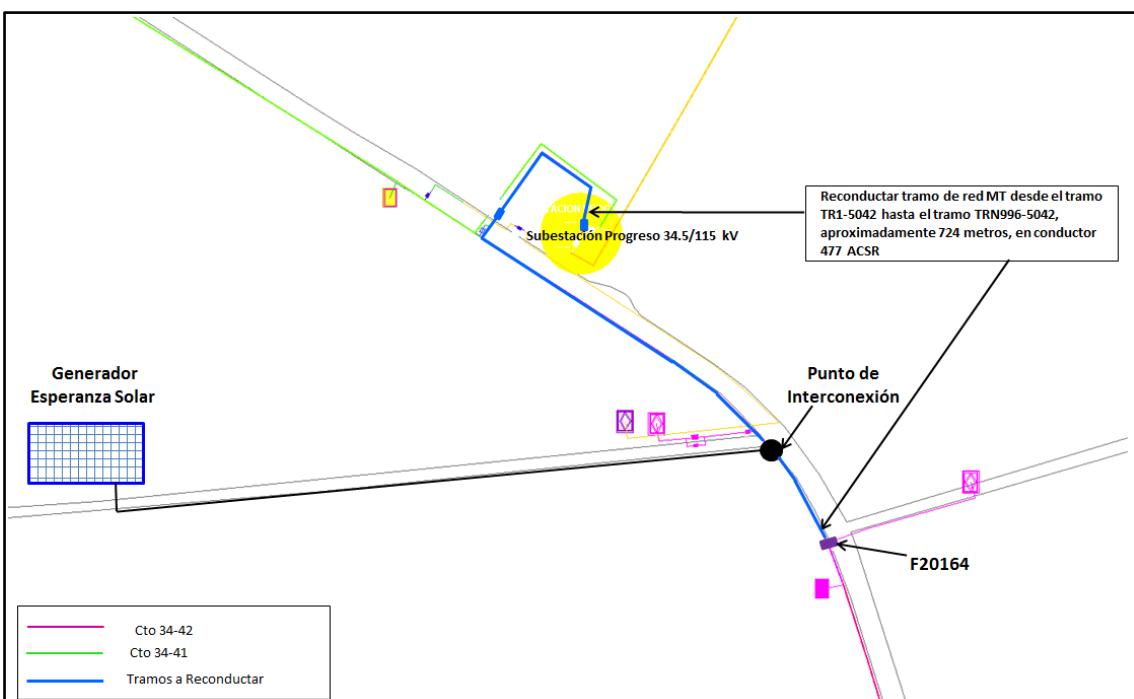


Figura 3. Tramos de red a Reconductar.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 6 de 17

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente. Propiedad del Gas Natural Fenosa. Prohibida su reproducción

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

A continuación se presentan las variables operativas de la red caso base para el año 2019:

Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	Fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Perd kW	Perd %
Cto 34-41 PRO	10,51	1,09	10,57	0,99	4/0 ACSR	21,33	10,76	50%	19,05	-4,38	20,91	4,99	1614	15,36
Cto 34-42 PRO	7,95	1,90	8,17	0,97	477 ACSR	39,38	31,21	79%	18,98	-4,69	20,53	3,07	439	5,52
Nodos de referencia														
Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Taps	
PC G. Esperanza Solar ¹	-7,89	-1,86	8,11	0,97	477 ACSR	39,38	31,27	79%	20,36	2,22	20,43	2,57		
G. Esperanza Solar														
G. Solar Caldera	0,00	0,00	0,00	-					19,92	0,01	19,92	0,01		
G. Sol de David	0,00	0,00	0,00	-					19,92	0,01	19,92	0,01		
G. HidroCandela	0,27	0,05	0,27	0,98					19,51	-2,05	19,66	-1,30		
SE Progreso									20,53	3,07	20,53	3,07		
SE Los Olivos									19,47	-2,25	19,86	-0,29		
SE Puerto Armuelles									18,99	-4,66	19,28	-3,21		
SE Paso Canoas									20,43	2,57	20,47	2,77		
SE San Andres									20,08	0,81	20,23	1,56		
SE Rio Sereno									19,41	-2,55	19,57	-1,75		
RT1-5041 Entrada									20,07	0,76	20,11	0,96		
RT1-5041 Salida	0,04	0,02	0,04	0,89		10,00	9,96	100%	20,07	0,76	20,22	1,51		0, 1, 0
RT2-5041 Entrada									20,08	0,81	20,21	1,46		
RT2-5041 Salida	10,19	0,92	10,23	1,00		15,00	4,77	32%	20,59	3,37	20,61	3,47		4, 3, 4
RT3-5041 Entrada									19,05	-4,36	19,25	-3,36		
RT3-5041 Salida	7,12	0,04	7,12	1,00		10,00	2,88	29%	20,87	4,78	20,90	4,93		14, 13, 14
RT4-5041 Entrada									19,47	-2,25	19,55	-1,85		
RT4-5041 Salida	2,71	0,12	2,71	1,00		10,00	7,29	73%	19,93	0,06	19,97	0,26		3, 4, 4
RT6-5041 Entrada									19,26	-3,31	19,43	-2,45		
RT6-5041 Salida	6,55	0,29	6,56	1,00		10,00	3,44	34%	20,72	4,02	20,85	4,68		12, 10, 12

(1) Visto hacia la SE Progreso.

Tabla 1, Flujo de carga en demanda máxima, Caso Base año 2019. Escenario Boquerón III.

Código:	Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)	Página: 7 de 17

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	Fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Perd kW	Perd %
Cto 34-41 PRO	4,27	1,55	4,54	0,94	4/0 ACSR	21,33	16,79	79%	19,02	-4,49	20,72	4,00	1457	34,12
Cto 34-42 PRO	-2,75	1,92	3,35	0,82	477 ACSR	39,38	36,03	91%	18,97	-4,74	20,50	2,92	342	12,44
Nodos de referencia														
Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Perd kW	Perd %
PC G. Esperanza Solar ¹	-7,15	-1,87	7,39	0,97	477 ACSR	39,38	31,99	81%	20,39	2,37	20,46	2,72		
G. Esperanza Solar														
G. Solar Caldera	5,50	0,00	5,50	1,00					20,58	3,32	20,59	3,37		
G. Sol de David	9,99	0,00	9,99	1,00					20,53	3,07	20,57	3,27		
G. HidroCandela	0,02	0,04	0,04	0,45					19,32	-3,01	19,56	-1,80		
SE Progreso									20,47	2,77	20,47	2,77		
SE Los Olivos									19,57	-1,75	19,94	0,11		
SE Puerto Armuelles									18,97	-4,76	19,42	-2,50		
SE Paso Canoas									20,42	2,52	20,56	3,22		
SE San Andrés									20,11	0,96	20,33	2,07		
SE Rio Sereno									19,24	-3,41	19,49	-2,15		
RT1-5041 Entrada									20,10	0,91	20,19	1,36		
RT1-5041 Salida	0,04	0,01	0,04	0,97		10,00	9,96	100%	20,10	0,91	20,32	2,02	0, 1, 0	
RT2-5041 Entrada									20,05	0,66	20,18	1,31		
RT2-5041 Salida	9,47	1,37	9,57	0,99		15,00	5,43	36%	20,58	3,32	20,69	3,87	5, 4, 4	
RT3-5041 Entrada									19,08	-4,21	19,37	-2,75		
RT3-5041 Salida	6,71	0,37	6,72	1,00		10,00	3,28	33%	20,61	3,47	20,66	3,72	11, 10, 12	
RT4-5041 Entrada									19,06	-4,31	19,15	-3,86		
RT4-5041 Salida	2,68	0,01	2,68	1,00		10,00	7,32	73%	19,93	0,06	20,03	0,56	7, 7, 7	
RT6-5041 Entrada									19,02	-4,51	19,15	-3,86		
RT6-5041 Salida	6,18	0,07	6,18	1,00		10,00	3,82	38%	20,42	2,52	20,44	2,62	11, 10, 11	

(1) Visto hacia la SE Progreso.

Tabla 2. Flujo de carga en demanda media, Caso Base año 2019. Escenario Boquerón III.

Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	Fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Perd kW	Perd %
Cto 34-41 PRO	5,54	-0,03	5,54	1,00	4/0 ACSR	21,33	15,79	74%	19,52	-2,02	20,69	3,86	624	11,26
Cto 34-42 PRO	3,89	1,34	4,11	0,95	477 ACSR	39,38	35,27	90%	19,32	-2,99	20,46	2,70	189	4,86
Nodos de referencia														
Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Perd kW	Perd %
PC G. Esperanza Solar ¹	-5,16	-1,34	5,33	0,97	477 ACSR	39,38	34,05	86%	20,40	2,42	20,43	2,57		
G. Esperanza Solar														
G. Solar Caldera	0,82	0,00	0,82	1,00					20,46	2,72	20,46	2,72		
G. Sol de David	1,28	0,00	1,28	1,00					20,41	2,47	20,44	2,62		
G. HidroCandela	0,01	0,00	0,01	1,00					19,73	-0,95	19,87	-0,24		
SE Progreso									20,46	2,72	20,46	2,72		
SE Los Olivos									19,77	-0,75	20,00	0,41		
SE Puerto Armuelles									19,32	-3,01	19,59	-1,65		
SE Paso Canoas									20,50	2,92	20,29	1,86		
SE San Andres									20,32	2,02	20,47	2,77		
SE Rio Sereno									19,67	-1,25	19,82	-0,49		
RT1-5041 Entrada									20,19	1,36	20,21	1,46		
RT1-5041 Salida	0,03	0,02	0,04	0,83		10,00	9,96	100%	20,31	1,97	20,47	2,77	1, 2, 1	
RT2-5041 Entrada									20,21	1,46	20,28	1,81		
RT2-5041 Salida	6,21	0,08	6,21	1,00		15,00	8,79	59%	20,60	3,42	20,67	3,77	3, 3, 3	
RT3-5041 Entrada									19,78	-0,70	19,96	0,21		
RT3-5041 Salida	4,36	0,48	4,39	0,99		10,00	5,61	56%	20,55	3,17	20,60	3,42	6, 5, 6	
RT4-5041 Entrada									19,52	-2,00	19,56	-1,80		
RT4-5041 Salida	1,83	0,22	1,84	0,99		10,00	8,16	82%	20,05	0,66	20,19	1,36	5, 4, 5	
RT6-5041 Entrada									19,61	-1,55	19,71	-1,05		
RT6-5041 Salida	4,13	0,59	4,17	0,99		10,00	5,83	58%	20,35	2,17	20,39	2,37	6, 5, 6	

(1) Visto hacia la SE Progreso

Tabla 3, Flujo de carga en demanda mínima, Caso Base año 2019. Escenario Boquerón III.

Código:	Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)	Página: 8 de 17

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

Con las condiciones de la red con la entrada en operación de la SE Boquerón III proyectadas al año 2019, el circuito 34-42 presenta holgura de 79% (31,21 MVA), 91% (36,03 MVA) y 90% (35,27 MVA) en demanda máxima, media y mínima respectivamente. Las tensiones se mantienen dentro de los límites regulatorios.

2.1.2. Conexión del Proyecto.

Se evalúa el proyecto de generación Fotovoltaica “La Esperanza Solar 20 MW”, para el año 2019 en el punto de conexión ubicado aproximadamente 642 metros después de la subestación Progreso (cerca del seccionador 3LR11 34-42), en el tramo de red TRN996-5042 mediante una extensión de red trifásica a 34,5 kV en conductor 266 ACSR (aproximadamente 1,6 kilómetros). Cabe indicar que el promotor propone conductor tipo RG7H1R capaces de funcionar hasta 34.5 kV nominal.

Se considera la operación del proyecto entregando una potencia firme de 0,00 MWp en demanda máxima, 19,99 MWp en demanda media y de 3,84 MWp en demanda mínima. Lo anterior de acuerdo a la curva de generación presentada por el promotor del proyecto que se considera operando con factor de potencia unitario ($F_p=1$) para todos los escenarios de demanda.

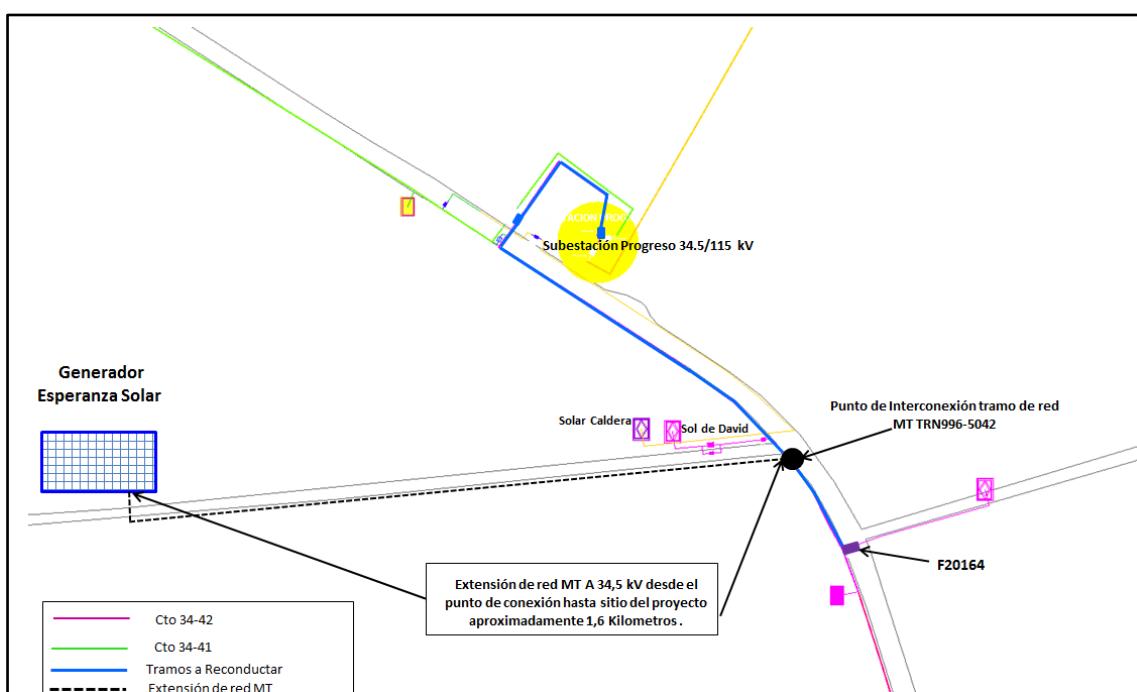


Figura 4, Ubicación proyecto, Conexión al tramo de red TRN996-5042.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 9 de 17

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

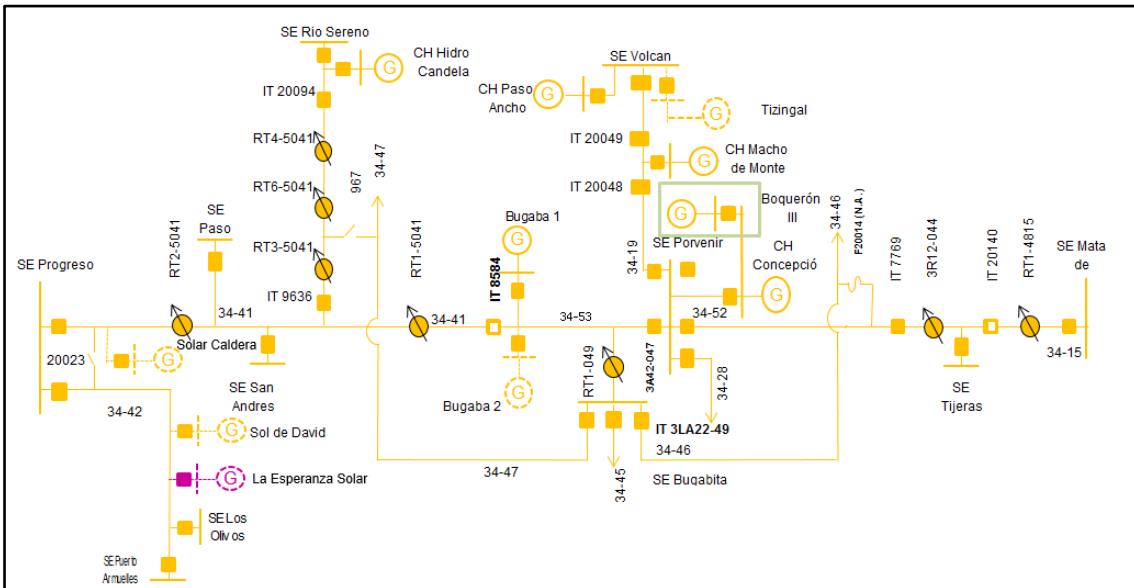


Figura 5, Diagrama Unifilar, Conexión Proyecto.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 10 de 17

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente. Propiedad del Gas Natural Fenosa. Prohibida su reproducción

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

A continuación se presentan los resultados con la conexión del proyecto:

Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	Fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Perd kW	Perd %
Cto 34-41 PRO	10,51	1,09	10,57	0,99	4/0 ACSR	21,33	10,76	50%	19,05	-4,38	20,91	4,99	1614	15,36
Cto 34-42 PRO	7,95	1,90	8,17	0,97	477 ACSR	39,38	31,21	79%	18,98	-4,69	20,53	3,07	439	5,52
Nodos de referencia														
Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Taps	
PC G. Esperanza Solar ¹	-7,87	-1,85	8,08	0,97	477 ACSR	39,38	31,30	79%	20,36	2,22	20,43	2,57		
G. Esperanza Solar														
G. Solar Caldera	0,00	0,00	0,00	-					19,92	0,01	19,92	0,01		
G. Sol de David	0,00	0,00	0,00	-					19,92	0,01	19,92	0,01		
G. HidroCandela	0,27	0,05	0,27	0,98					19,51	-2,05	19,66	-1,30		
SE Progreso									20,53	3,07	20,53	3,07		
SE Los Olivos									19,47	-2,25	19,86	-0,29		
SE Puerto Armuelles									18,94	-4,91	19,28	-3,21		
SE Paso Canoas									20,43	2,57	20,47	2,77		
SE San Andres									20,08	0,81	20,23	1,56		
SE Rio Sereno									19,41	-2,55	19,57	-1,75		
RT1-5041 Entrada	0,04	0,02	0,04	0,89		10,00	9,96	100%	20,07	0,76	20,11	0,96	0, 1, 0	
RT1-5041 Salida									20,07	0,76	20,22	1,51		
RT2-5041 Entrada	10,19	0,92	10,23	1,00		15,00	4,77	32%	20,08	0,81	20,21	1,46	4, 3, 4	
RT2-5041 Salida									20,59	3,37	20,61	3,47		
RT3-5041 Entrada	7,12	0,04	7,12	1,00		10,00	2,88	29%	19,05	-4,36	19,25	-3,36	10, 9, 9	
RT3-5041 Salida									20,87	4,78	20,90	4,93		
RT4-5041 Entrada	2,71	0,12	2,71	1,00		10,00	7,29	73%	19,47	-2,25	19,55	-1,85	3, 4, 4	
RT4-5041 Salida									19,93	0,06	19,97	0,26		
RT6-5041 Entrada	6,55	0,29	6,56	1,00		10,00	3,44	34%	19,26	-3,31	19,43	-2,45	12, 10, 12	
RT6-5041 Salida									20,72	4,02	20,85	4,68		

(1) Visto hacia la SE Progreso

Tabla 4, Flujo de carga en demanda máxima, Conexión Proyecto (G. Encendida).

Código:	Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)	Página: 11 de 17

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	Fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Perd kW	Perd %
Cto 34-41 PRO	4,27	1,55	4,54	0,94	4/0 ACSR	21,33	16,79	79%	19,02	-4,49	20,72	4,00	1457	34,12
Cto 34-42 PRO	-22,45	2,35	22,57	0,99	477 ACSR	39,38	16,81	43%	19,27	-3,25	20,73	4,10	557	2,48
Nodos de referencia														
Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Taps	
PC G. Esperanza Solar ¹	-19,72	-0,25	19,72	1,00	477 ACSR	39,38	19,66	50%	20,67	3,77	20,73	4,07		
G. Esperanza Solar	19,99	0,00	19,99	1,00					20,95	5,18	21,05	5,68		
G. Solar Caldera	5,50	0,00	5,50	1,00					20,58	3,32	20,59	3,37		
G. Sol de David	9,99	0,00	9,99	1,00					20,69	3,87	20,72	4,02		
G. HidroCandela	0,02	0,04	0,04	0,45					19,32	-3,01	19,56	-1,80		
SE Progreso									20,47	2,77	20,47	2,77		
SE Los Olivos									19,85	-0,34	20,22	1,51		
SE Puerto Armuelles									19,27	-3,26	19,71	-1,05		
SE Paso Canoas									20,42	2,52	20,56	3,22		
SE San Andres									20,11	0,96	20,33	2,07		
SE Rio Sereno									19,24	-3,41	19,49	-2,15		
RT1-5041 Entrada	0,04	0,01	0,04	0,97		10,00	9,96	100%	20,10	0,91	20,19	1,36	0, 1, 0	
RT1-5041 Salida									20,10	0,91	20,32	2,02		
RT2-5041 Entrada	9,47	1,37	9,57	0,99		15,00	5,43	36%	20,05	0,66	20,18	1,31	5, 4, 4	
RT2-5041 Salida									20,58	3,32	20,69	3,87		
RT3-5041 Entrada	6,71	0,37	6,72	1,00		10,00	3,28	33%	19,08	-4,21	19,37	-2,75	11, 10, 12	
RT3-5041 Salida									20,61	3,47	20,66	3,72		
RT4-5041 Entrada	2,68	0,01	2,68	1,00		10,00	7,32	73%	19,06	-4,31	19,15	-3,86	7, 7, 7	
RT4-5041 Salida									19,93	0,06	20,03	0,56		
RT6-5041 Entrada	6,18	0,07	6,18	1,00		10,00	3,82	38%	19,02	-4,51	19,15	-3,86	11, 10, 11	
RT6-5041 Salida									20,41	2,47	20,43	2,57		

(1) Visto hacia la SE Progreso

Tabla 5, Flujo de carga en demanda media, Conexión Proyecto (G. Encendida).

Código:	Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)	Página: 12 de 17

Estudio de Conexión de Generación La Esperanza Solar

Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	Fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Perd kW	Perd %
Cto 34-41 PRO	5,54	-0,03	5,54	1,00	4/0 ACSR	21,33	15,79	74%	19,52	-2,02	20,69	3,86	624	11,26
Cto 34-42 PRO	0,04	1,33	1,33	0,03	477 ACSR	39,38	38,05	97%	19,38	-2,70	20,46	2,71	174	435,00
Nodos de referencia														
Nombre	P (MW)	Q (MVAR)	S (MVA)	fp	Sección	Capac (MVA)	Holg (MVA)	Holg %	Vmín (kV)	DVmín %	Vmáx (kV)	DVmáx %	Taps	
PC G. Esperanza Solar ¹	-5,13	-1,33	5,30	0,97	477 ACSR	39,38	34,08	87%	20,41	2,47	20,45	2,67		
G. Esperanza Solar	3,84	0,00	3,84	1,00					20,44	2,62	20,48	2,82		
G. Solar Caldera	0,82	0,00	0,82	1,00					20,46	2,72	20,46	2,72		
G. Sol de David	1,28	0,00	1,28	1,00					20,44	2,62	20,47	2,77		
G. HidroCandela	0,01	0,00	0,01	1,00					19,73	-0,95	19,87	-0,24		
SE Progreso									20,46	2,72	20,46	2,72		
SE Los Olivos									19,83	-0,44	20,06	0,71		
SE Puerto Armuelles									19,38	-2,70	19,65	-1,35		
SE Paso Canoas									20,50	2,92	20,59	3,37		
SE San Andres									20,32	2,02	20,47	2,77		
SE Rio Sereno									19,67	-1,25	19,82	-0,49		
RT1-5041 Entrada	0,03	0,02	0,04	0,83		10,00	9,96	100%	20,19	1,36	20,21	1,46	1, 2, 2	
RT1-5041 Salida									20,31	1,97	20,47	2,77		
RT2-5041 Entrada	6,21	0,08	6,21	1,00		15,00	8,79	59%	20,21	1,46	20,28	1,81	3, 3, 3	
RT2-5041 Salida									20,60	3,42	20,67	3,77		
RT3-5041 Entrada	4,36	0,48	4,39	0,99		10,00	5,61	56%	19,78	-0,70	19,96	0,21	6, 5, 6	
RT3-5041 Salida									20,55	3,17	20,60	3,42		
RT4-5041 Entrada	1,83	0,22	1,84	0,99		10,00	8,16	82%	19,52	-2,00	19,56	-1,80	5, 4, 5	
RT4-5041 Salida									20,05	0,66	20,19	1,36		
RT6-5041 Entrada	4,13	0,59	4,17	0,99		10,00	5,83	58%	19,61	-1,55	19,71	-1,05	6, 5, 6	
RT6-5041 Salida									20,35	2,17	20,39	2,37		

(1) Visto hacia la SE Progreso.

Tabla 6, Flujo de carga en demanda mínima, Conexión Proyecto (G. Encendida).

Las condiciones de la red con la entrada en operación de la SE Boquerón III proyectadas al año 2019 y la conexión del proyecto, el circuito 34-42 presenta holgura de 79% (31,21 MVA), 43% (16,81 MVA) y 97% (38,05 MVA) en demanda máxima, media y mínima respectivamente. Con la conexión del proyecto en su demanda máxima las tensiones en la barra del generador están fuera de los límites regulatorios. Las tensiones en el resto de la red se mantienen dentro de los límites regulatorios.

Código:	Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)	Página: 13 de 17

3. Análisis de pérdidas

3.1. Conexión del Proyecto “La Esperanza Solar 20 MW”.

Considerando máxima y mínima generación de acuerdo a la curva de generación presentada por el promotor y la curva de demanda (Figura 6), se obtiene la distribución horaria mostrada en la Tabla 7, con base a ésta se calculan las pérdidas de energía anuales para cada escenario operativo con la conexión del proyecto desde el circuito 34-42.

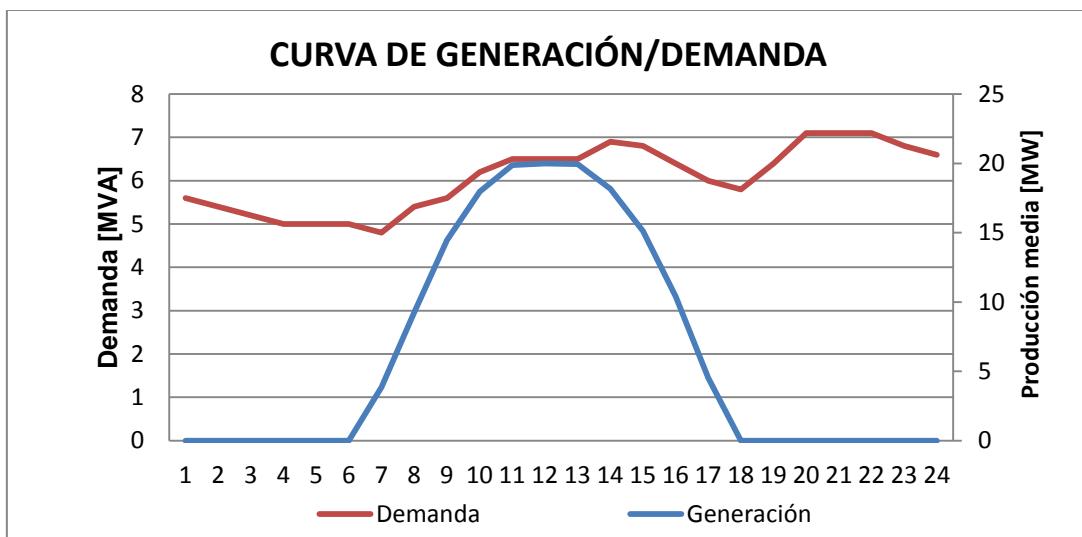


Figura 6, Curva de Generación.

Demandada	Generada	Horas Año
Máxima	Encendida (On)	271
	Apagada (Off)	2284
Media	Encendida (On)	812
	Apagada (Off)	2108
Mínima	Encendida (On)	406
	Apagada (Off)	2879

Tabla 7, Distribución horaria Generación/Demanda.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 14 de 17

3.1.1. Escenario – Entrada en Operación de Boquerón III.

A partir de las pérdidas de potencia de la topología de la red y la máxima generación de los generadores de la zona, a continuación se presentan los resultados de pérdidas de energía:

Nombre	Factor Pérdidas	Pérdidas Potencia Dmáx (kW)	Pérdidas Energía Dmáx MWh	Pérdidas Potencia Dmed (kW)	Pérdidas Energía Dmed MWh	Pérdidas Potencia Dmín (kW)	Pérdidas Energía Dmín MWh	Total Pérdidas en energía MWh
34-41	0,20	1614	824,8	1457	850,9	624	410,0	2085,6
34-42	0,58	439	650,6	342	579,2	189	360,1	1589,9
Total Pérdidas Empresa		2053,0	1475,3	1799,0	1430,1	813,0	770,1	3675,5

Tabla 8, Resultados pérdidas de energía, Caso Base. Escenario Boquerón III.

Con la conexión del proyecto, las pérdidas de energía globales para el circuito 34-42 aumentan en 6% y para el circuito 34-41 no presenta cambios significativos en las perdidas, ver Tabla 11.

Nombre	Factor Pérdidas	Pérdidas Potencia Dmáx + GOn(KW)	Pérdidas Energía Dmáx + GOn (MWh)	Pérdidas Potencia Dmed+ GOn (KW)	Pérdidas Energía Dmed+ GOn (MWh)	Pérdidas Potencia Dmín+ GOn (KW)	Pérdidas Energía Dmín+ GOn (MWh)	Total Pérdidas en energía MWh
34-41	0,20	1614	87,4	1457	236,7	624	50,7	2085,6
34-42	0,58	439	68,9	557	262,4	174	41,0	1687,6
Total Pérdidas Empresa		2053,0	156,3	2014,0	499,1	798,0	91,7	3773,2

Tabla 9, Resultados pérdidas de energía, Caso Proyecto. Escenario Boquerón III.

Se presenta gráfico comparativo de las pérdidas en los circuitos 34-41 y 34-42:

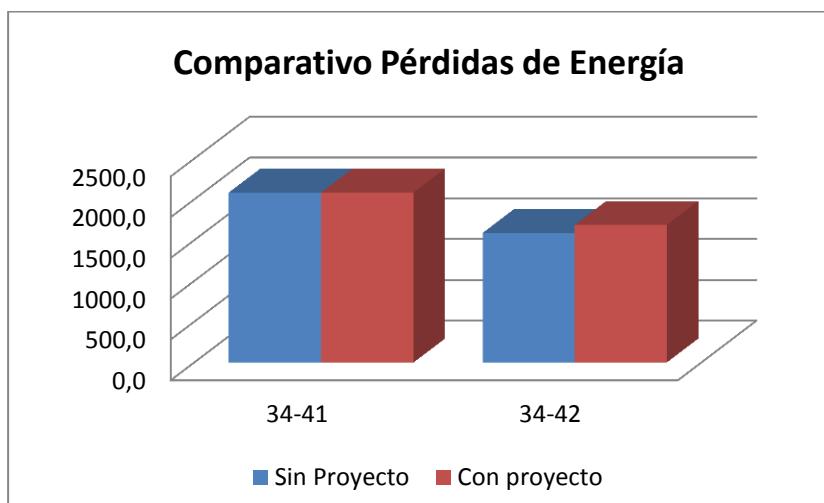


Figura 7, Comparación pérdidas sin generación y con generación.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 15 de 17

4. Análisis de Cortocircuito

4.1. Escenario – Entrada en Operación de Boquerón III.

Nombre	Corto circuito Trifásico				Corto circuito Monofásico			
	Scc (MVA)	Icc (kA)	R (Ohm)	X (Ohm)	Scc (MVA)	Icc (kA)	Ro (Ohm)	Xo (Ohm)
SE Progreso	502,26	8,40	0,24	2,42	180,36	9,05	0,79	1,81
SE Los Olivos	131,73	2,20	5,98	6,79	34,75	1,74	9,32	13,04
SE Puerto Armuelles	70,14	1,17	12,10	11,29	17,70	0,89	20,02	25,41
Punto de Conexión	381,21	6,38	1,01	3,04	143,46	7,20	1,01	1,85

Tabla 10, Análisis Cortocircuito, Caso Base. Escenario Boquerón III.

Nombre	Corto circuito Trifásico				Corto circuito Monofásico			
	Scc (MVA)	Icc (kA)	R (Ohm)	X (Ohm)	Scc (MVA)	Icc (kA)	Ro (Ohm)	Xo (Ohm)
SE Progreso	587,59	9,83	0,23	2,07	201,19	10,10	0,79	1,81
SE Los Olivos	142,68	2,39	5,67	6,29	36,48	1,83	9,32	13,07
SE Puerto Armuelles	73,48	1,23	11,80	10,85	18,24	0,92	20,01	25,53
Punto de Conexión	480,90	8,05	0,70	2,48	171,16	8,59	1,01	1,85

Tabla 11, Análisis Cortocircuito Con Proyecto Escenario Boquerón III.

No se observan variaciones críticas en el nivel de corto circuito con la entrada del proyecto en el escenario operativo 2.

5. Capacidad Interruptiva

Capacidad Nominal de Interrupción (kA) de Interruptores		
Descripción	Capacidad (A)	Capacidad Interruptiva (kA)
SE Progreso	800	12,00
SE Los Olivos	400	8,00
SE Puerto Armuelles	1200	31,50
Gen. La Esperanza Solar	600	12,50

Tabla 12, Capacidad Interruptiva.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 16 de 17

6. Conclusiones

Para el año 2019, resulta técnicamente viable el análisis de la conexión del proyecto “Planta de Generación Fotovoltaica La Esperanza Solar, 20MW” (ubicado en las coordenadas UTM X: 302234.20; UTM Y: 931534.69) con capacidad de 20,0 MW en el tramo de red MT TRN996-5042, ubicado al lado del Seccionador 3LR11 perteneciente al circuito 34-42 de la subestación Progreso.

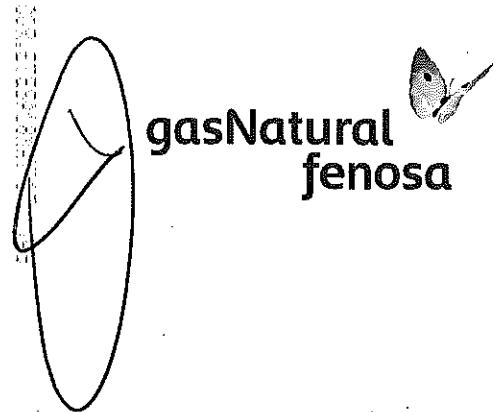
Se recomienda conectar la Planta de Generación Fotovoltaica La Esperanza Solar, 20 MW debido a:

- No se presentan cambios significativos en las pérdidas de energía del sistema eléctrico.
- Se evidencian tensiones dentro de los límites regulatorios con la entrada de la SE Boquerón III.

Cabe resaltar que la anterior viabilidad está condicionada a la reconducción de la troncal del circuito 34-42 desde la Subestación Progreso hasta el punto de Interconexión.

Código:		Fecha: (03/05/17)
Edición: (1)		Página: 17 de 17

APROBACIÓN DE VIABILIDAD DE CONEXIÓN.



Señor
Lorenzo Cipriani
Representante
Progreso Solar 20MW, S.A.
Panamá

CM-620-17
16 de mayo de 2017

Estimado señor Cipriani:

En respuesta a su nota del 4 de abril de 2017, mediante la cual somete a nuestro análisis la evaluación de la conexión del proyecto de generación La Esperanza Solar de 20 MW (Barú, provincia de Chiriquí), a la red de 34.5kV de EDECHI (34-42) existente en el sector, le informamos que de acuerdo a los datos del proyecto entregados previamente y a las condiciones actuales del sistema de distribución, la conexión es viable.

Los datos utilizados para el estudio fueron los siguientes:

• Potencia Instalada	19.99 MW
• Tipo de generación	Solar – Fotovoltaica
• Potencia máxima	19.99 MW
• Generación anual	30.00 GWh
• Factor de utilización	17%
• Coordenadas UTM del proyecto	301247.57m E, 931436.68m N
• Longitud de línea entre SE Generador y el Punto de Conexión propuesto en el circuito 34-42.	1000 m aproximadamente.

La viabilidad de conexión del proyecto a la red de distribución contempla lo siguiente:

- Repotenciación de la línea troncal del circuito 34-42 desde la Subestación Progreso hasta el punto de Interconexión, para ello se deberá construir una línea con conductor 477 ACSR entre los puntos indicados. Los costos de esta obra deberán ser cubiertos por el promotor del proyecto.
- El promotor extiende la línea primaria trifásica necesaria desde la subestación concentradora hasta el punto de interconexión de coordenadas (302234.20m E, 931534.69m N) sobre la línea troncal del circuito 34-42, ubicado cerca a la cuchilla monopolar 3LR11. Dicha línea será propiedad del Generador.
- El promotor realizará la instalación del Sistema de Medición Comercial (SMEC) en el punto de interconexión.
- Para realizar la conexión del proyecto en el troncal del circuito 34-42, el promotor suministrará e instalará dos interruptores telecontrolados con las características y especificaciones que aportará EDECHI. Uno de estos interruptores, serán de seccionamiento y se instalará sobre el

EDECHI
Albrook, Edificio 812 ...2
Ave. Diógenes De La Rosa
Apdo. 0843-01072, Panamá

Tel.: +507 315 7704
Fax: +507 315 7696
jlloret@gasnaturalfenosa.com
www.gasnaturalfenosa.com.pa 51

Página No.2
CM-620-17
16 de mayo de 2017

troncal del circuito, aguas abajo del punto de conexión del generador. Este equipo será traspasado a EDECHI para su operación y mantenimiento. El segundo interruptor se instalará directamente sobre la línea de interconexión del proyecto, cerca al punto de conexión. Este interruptor deberá contar con protección direccional para despejar las fallas de la línea y la planta, sin afectar al circuito 34-42. La propiedad de este equipo será del proyecto. Sin embargo la operación del mismo estará regida por un procedimiento de operación que se establecerá al momento de la firma del contrato.

- El Proyecto debe cumplir con todas las normas de calidad de suministro vigentes y deberá realizar las inversiones necesarias para mantener la calidad de servicio que presta EDECHI.
- El Proyecto deberá operar su generación en condiciones adecuadas que permitan mantener en forma estable los niveles de tensión del circuito.
- Si la operación de la planta de generación provoca incumplimientos en las normas que rigen la actividad de distribución y de transmisión de energía eléctrica que aplican a EDECHI, se facturarán al generador los montos que sean provocados por dicha operación. Estos aspectos serán contemplados en el contrato de acceso y uso del sistema de distribución, que se debe suscribir previo a la interconexión.

Todas las observaciones se basan en los análisis teóricos realizados con la información suministrada por el solicitante.

De acuerdo al procedimiento de cálculo de pérdidas aprobado por la ASEP, una vez que entre en servicio el proyecto, se determinarán mensualmente las pérdidas de la red. Comparando las pérdidas de explotación real y las pérdidas de la red sin incluir la producción de los generadores conectados a red, se determinará si los generadores provocaron un incremento en las pérdidas. De ser así, el costo del incremento de pérdidas se distribuirá, siguiendo la metodología, entre los generadores que estén conectados a la red.

La viabilidad que se le está indicando en esta nota no representa ningún compromiso de preferencia ante solicitudes de otros potenciales generadores de conectarse al mismo punto de interconexión o al mismo sistema de distribución, la misma ha sido determinada en base a la condición actual de la red y tomando en cuenta los proyectos de generación que en el mismo sistema ya cuentan con contrato de Acceso y uso del la Red de Distribución. Si en el mismo sistema, otro proyecto realizará la firma de un contrato de Acceso y uso del la Red de Distribución antes de que el proyecto La Esperanza Solar 20 MW, esta viabilidad de conexión quedaría invalidada y sería necesario que el promotor solicite nuevamente la viabilidad de conexión bajo las nuevas condiciones de la red, es decir que la prioridad la tendrá el que firme primero el contrato de Acceso y Uso de la Red de Distribución.

De estar interesado en continuar la gestión y obtener el contrato de acceso debe coordinar con la ingeniera Miriam de Guerra (mdeguerra@gasnaturalfenosa.com) responsable de Regulación y Compras de energía.

La viabilidad de conexión está sujeta a la presentación por parte del interesado y a la aceptación por parte de EDECHI, de un estudio de coordinación de protecciones que demuestre que las fallas

...3

EDECHI
Albrook, Edificio 812
Ave. Diógenes De La Rosa
Apdo. 0843-01072, Panamá

Tel.: +507 315 7600 52
Fax: +507 315 7608
www.gasnaturalfenosa.com.pa

Página No.3
CM-620-17
16 de mayo de 2017-05-17

en la línea del generador no afectarán, ni competirán con las protecciones del circuito. De no lograrse la coordinación necesaria, esta viabilidad de conexión quedará sin efecto.

Le recordamos que para proyectos que se desean conectar a la red de distribución, la obtención de viabilidad de conexión a la red de Distribución y la firma de un contrato de Acceso y Uso de la Red de Distribución, son pasos fundamentales para lograr la incorporación de generación en el sistema, sin embargo, aún conectándose en la red de distribución, debe seguir los trámites correspondientes con ETESA y realizar los estudios contemplados en la reglamentación. De forma que habiendo validado los mismos, ETESA extienda la viabilidad de conexión y logren ustedes la firma del contrato de conexión indirecta al SIN.

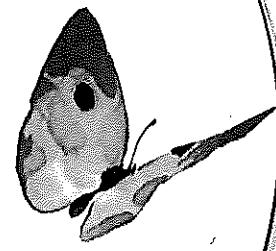
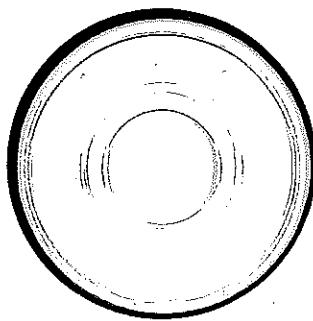
Atentamente,



José Luis Lloret Soler

Adjunto: lo indicado

EDECHI
CM-620-17



gasNatural
fenosa

Estudio de conexión proyecto de
generación La Esperanza Solar

**LICENCIA PROVISIONAL A FAVOR DE LA EMPRESA PROGRESO SOLAR
20MW, S.A. PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UN PARQUE DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA LA ESPERANZA SOLAR
20MW.**



República de Panamá

AUTORIDAD NACIONAL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

Resolución AN No. 8040 -Elec.

Panamá, 14 de noviembre de 2014

“Por la cual se otorga Licencia Provisional a favor de la empresa PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A., para la construcción y explotación de un parque de generación de energía fotovoltaica denominado LA ESPERANZA SOLAR 20 MW, a ubicarse en el corregimiento de Progreso, distrito de Barú, provincia de Chiriquí, con una capacidad instalada de 19.999 MWp.”

EL ADMINISTRADOR GENERAL ENCARGADO,
en uso de sus facultades legales,

CONSIDERANDO:

1. Que el Decreto Ley 10 de 22 de febrero de 2006, se reorganizó la estructura del Ente Regulador de los Servicios Públicos bajo el nombre de Autoridad Nacional de los Servicios Públicos, como organismo autónomo del Estado, con competencia para regular y controlar la prestación de servicios públicos de abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario, electricidad, telecomunicaciones, radio y televisión, así como la transmisión y distribución de gas natural;
2. Que la Ley 6 de 3 de febrero de 1997, por la cual se dicta el “Marco Regulatorio e Institucional para la Prestación del Servicio Público de Electricidad”, establece el régimen al que se sujetarán las actividades de generación eléctrica, destinadas a la prestación del servicio público de electricidad;
3. Que conforme a lo dispuesto en el numeral 21 del artículo 9 y el artículo 49 del Texto Único de la Ley 6 de 1997, corresponde a esta Autoridad Reguladora otorgar las licencias para la construcción y explotación de centrales de generación eléctrica, distintas a las hidroeléctricas y geotermoelectrivas;
4. Que el artículo 13 del Decreto Ejecutivo 22 de 19 de junio de 1998, establece que para la obtención de una licencia de generación de energía eléctrica, cada interesado deberá presentar una solicitud que incluya toda la información que establezca esta entidad mediante Resolución;
5. Que mediante la Resolución AN N°1021-Elec de 19 de julio de 2007, esta Autoridad Reguladora estableció el procedimiento para tramitar las solicitudes de licencias para la construcción y explotación de las centrales de generación eléctrica que no están sujetas al régimen de concesión;
6. Que los interesados en la construcción y explotación de plantas sujetas a licencias, deben llenar y presentar ante esta Entidad el Formulario E-170-A y adjuntar los documentos exigidos en el Anexo 2 de la Resolución AN N°1021-Elec de 19 de julio de 2007;
7. Que el día veintinueve (29) de julio de 2014, la empresa PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A., sociedad anónima inscrita a Ficha 836512, Documento 2619529 del Registro Público de Panamá, presentó ante esta Autoridad Reguladora formal solicitud para que se le otorgara una Licencia para la construcción y explotación de un parque de generación de energía fotovoltaica denominado “PROGRESO SOLAR”, a ubicarse en el corregimiento de Progreso, distrito de Barú, provincia de Chiriquí, con una capacidad instalada de 19.999 MWp;
8. Que luego de revisar la documentación aportada con la solicitud, esta Autoridad Reguladora observa que el solicitante no ha presentado todos los documentos que se indican a continuación, los cuales forman parte de los requisitos exigidos en el Formulario E-170-A, y son necesarios para obtener la licencia definitiva:



- 8.1. Planos a escala Información detallada de la conexión a la red de transmisión o distribución.
- 8.2. Copia auténtica de la resolución de la Autoridad Nacional del Ambiente mediante la cual se aprueba el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto;
- 8.3. Copia auténtica del Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la Autoridad Nacional del Ambiente;
- 8.4. Nota de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A., o de la empresa distribuidora donde se otorgue su conformidad o autorización con la conexión del proyecto;
9. Que mediante Nota N°DSAN-2400-2014 de 8 de octubre de 2014, esta Autoridad Reguladora comunicó a la empresa promotora que bajo el nombre propuesto **PROGRESO SOLAR**, ya existe en nuestra base de datos un proyecto con esta denominación; razón por la cual, para proseguir con el trámite pertinente debería elegir otro nombre para identificar el proyecto y reemplazar la documentación (con el nuevo nombre a elegir);
10. Que mediante memorial recibido el día 16 de octubre de 2014, se presentó a la consideración y aprobación de esta Autoridad Reguladora el Formulario E-170-A en donde consta el nuevo nombre elegido por la **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, para identificar el proyecto antes referido, siendo el mismo **LA ESPERANZA SOLAR 20 MW**;
11. Que esta Autoridad Reguladora efectuó una verificación de la documentación aportada por la empresa **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, contentiva del nuevo nombre propuesto para identificar el proyecto de marras, determinando que el mismo es viable;
12. Que el artículo 12 de la Resolución AN N° 1021-Elec de 19 de julio de 2007, establece que se podrá otorgar una **Licencia Provisional** con una validez de doce (12) meses, para aquellos solicitantes que consignen la garantía a que se refiere el artículo 9 y cumplan como mínimo con los requisitos listados en los numerales 1 al 11 del artículo 10 del procedimiento para otorgar licencias de construcción y explotación de plantas de generación de energía eléctrica
13. Que el artículo 14 de la Resolución AN N°1021-Elec de 19 de julio de 2007, antes referida, establece que esta Autoridad Reguladora otorgará la licencia definitiva correspondiente, luego de que el interesado haya completado la tramitación y cumplido con todos los requisitos de la solicitud consignados en el artículo 10 del procedimiento para otorgar licencias de construcción y explotación de plantas de generación de energía eléctrica;
14. Que esta Autoridad Reguladora luego de una revisión integral de la documentación presentada por la sociedad **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, considera que la misma ha cumplido con la presentación de los requisitos establecidos en los numerales 1 al 11 del artículo 10 del Anexo 1 de la Resolución AN N°1021-Elec de 19 de julio de 2007, por lo que considera viable otorgarle una Licencia Provisional la cual estará sujeta al cumplimiento de algunas condiciones, por lo que;

RESUELVE:

PRIMERO: OTORGAR a favor de la empresa denominada **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, sociedad anónima inscrita a Ficha 836512, Documento 2619529 del Registro Público de Panamá, una **LICENCIA PROVISIONAL** para la construcción y explotación de un parque de generación de energía fotovoltaica denominado **LA ESPERANZA SOLAR 20 MW**, a ubicarse en el corregimiento de Progreso, distrito de Barú, provincia de Chiriquí, con una capacidad instalada de 19.999 MWp.

Para dichos efectos, se emite el Certificado de Licencia Provisional con **Registro No. 224-14**

El área de explotación se encuentra dentro del polígono cuyas coordenadas UTM-WGS84, se describen a continuación.

FINCA 1298	
X UTM	Y UTM
301273.22	931417.31
301260.26	931474.81
301232.78	931471.03
301207.01	931473.04
301185.98	931478.12
301147.11	931500.24
301118.21	931520.92
301069.06	391550.82
301032.00	931569.73
300971.80	931576.12
300931.91	931573.21
FINCA 1298	
X UTM	Y UTM
300898.03	931563.73
300867.60	931530.41
300842.65	931466.79
300853.32	931396.51
300852.56	93188.08
301150.75	931394.45
301162.02	931402.87
301189.82	931407.79
FINCA 3109	
X UTM	Y UTM
301150.75	931394.45
300852.56	931388.08
300848.15	931338.88
300843.40	931255.44
300824.99	931207.55
300774.29	931166.71
300733.93	931123.30
300713.92	931094.26
300635.55	931040.73
300600.69	931024.35
300582.13	931018.42
300549.70	930994.31
300518.16	930972.91
300477.40	930945.56
300372.74	930900.64
300337.82	930866.94
300319.52	930842.80
300316.90	930836.47
300749.43	930564.30
300757.47	930605.07
300766.93	930652.46
300773.13	930686.82
300778.94	930716.24
300792.25	930777.18
300804.43	930830.09
300817.28	930882.14
300830.73	930932.01
300848.64	930992.75
300867.70	931055.92
300881.28	931094.76
300945.55	931177.56
300995.96	931233.27
301035.37	931279.82
301063.44	931313.51
301102.34	931355.60
301120.85	931372.11

FINCA 48940	
X UTM	Y UTM
300749.43	930564.30
300316.90	930836.47
300310.82	930821.79
300305.87	930803.17
300301.58	930746.66
300307.56	930722.02
300305.88	930714.44

FINCA 48940	
X UTM	Y UTM
300304.56	930696.88
300303.33	930685.14
300303.26	930667.92
300305.04	930644.09
300608.26	930636.44
300308.82	930618.13
300399.47	930607.77
300446.76	930595.04
300511.49	930556.03
300525.41	930545.51
300549.32	930530.51
300563.48	930521.18
300588.24	930507.74
300687.22	930440.66
300708.00	930474.09
300721.73	930501.47
300730.52	930517.86
300746.61	930549.78

Las características de la referida central eléctrica fotovoltaica se describen en documentos adjuntos a la solicitud que reposa en la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos.

Se le advierte a la empresa **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, que la presente licencia no autoriza la instalación, operación y explotación de una planta fotovoltaica para la generación de energía eléctrica en el corregimiento de Progreso, distrito de Barú, provincia de Chiriquí.

SEGUNDO: ADVERTIR a la empresa **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, que esta licencia se otorga con una validez de doce (12) meses, contados a partir de la ejecutoria de la presente Resolución, plazo dentro del cual el beneficiario de esta licencia deberá presentar a la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos los siguientes documentos:

1. Información detallada de la conexión a la red de transmisión o distribución.
2. Copia auténtica de la resolución de la Autoridad Nacional del Ambiente mediante la cual se aprueba el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente a la referida central y de dicho estudio.
3. Copia auténtica del Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la Autoridad Nacional del Ambiente.
4. Nota de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. o de la empresa distribuidora donde se otorgue su conformidad o autorización con la conexión del proyecto.

TERCERO: ADVERTIR que en el caso de que los documentos descritos en el artículo anterior no sean presentados dentro del plazo señalado, la presente Licencia Provisional quedará sin efecto, a menos que la licenciataria presente ante esta Autoridad, antes de vencerse dicho plazo, las justificaciones apropiadas correspondientes, cuyo valor determinará esta Entidad.



Resolución AN N° 8040 -Elec
De 14 de noviembre de 2014
Página 5 de 5

CUARTO: COMUNICAR a la empresa **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, que dentro del referido término de doce (12) meses, contados a partir de la ejecutoria de la presente Resolución y luego de haber presentado en debida forma la documentación pendiente indicada en el artículo segundo de esta Resolución, podrá solicitar a la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos la Licencia Definitiva.

QUINTO: COMUNICAR a la empresa **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, que tendrá derecho a que los prestadores del servicio público de electricidad le faciliten el acceso e interconexión a las líneas y subestaciones empleadas para la organización y prestación de los servicios, como lo establece el ordinal 6 del artículo 23 de la Ley No. 6 de 3 de febrero de 1997.

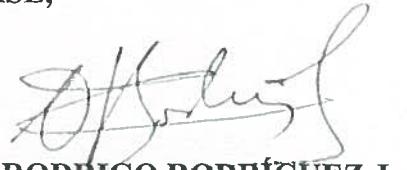
SEXTO: ADVERTIR a la empresa **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, que la presente Licencia la autoriza a tramitar las aprobaciones respectivas de la Autoridad Nacional del Ambiente y de las distintas instituciones públicas y privadas. De igual forma, se le advierte que deberá cumplir con la Ley 6 de 1997, su Reglamento y las Resoluciones que sobre la materia haya dictado y dicte la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos.

SÉPTIMO: ADVERTIR a la empresa **PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.**, que deberá entregar a esta Autoridad Nacional un cronograma detallado de las actividades que desarrollarán tendientes a la obtención de la Licencia Definitiva, en un plazo de quince (15) días hábiles luego de la notificación de la presente Resolución. Igualmente, deberá presentar informes trimestrales del avance de las mismas.

OCTAVO: Esta Resolución regirá a partir de su notificación y sólo admite el Recurso de Reconsideración, el cual debe interponerse en el término de cinco (5) días hábiles, contado a partir de su notificación.

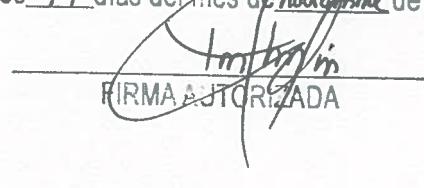
FUNDAMENTO DE DERECHO: Ley 26 de 29 de enero de 1996, modificada por el Decreto Ley 10 de 22 de febrero de 2006, Ley 6 de 3 de febrero de 1997 y sus modificaciones, Decreto Ejecutivo 22 de 19 de junio de 1998 y la Resolución AN No. 1021-Elec de 19 de julio de 2007.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE,


RODRIGO RODRÍGUEZ J.
Administrador General, Encargado

El presente Documento es fiel copia de su Original Según
Consta en los archivos centralizados de la Autoridad
Nacional de los Servicios Públicos.

Dado a los 17 días del mes de noviembre de 20 14


FIRMA AUTORIZADA



República de Panamá
Autoridad Nacional de los Servicios Públicos

Licencia Provisional para Planta de Generación Eléctrica para el Servicio Público

De acuerdo al Artículo 49 del Texto Único de la Ley 6 de 3 de febrero de 1997, la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos expide el siguiente certificado de licencia.

Registro: No. 224-14.

Panamá, 14 de noviembre de 2014

Empresa: PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A.

Datos registrales: Inscrita en el Registro Público de la República de Panamá, en la Sección Micropelículas (Mercantil) a Ficha 836512, Documento 2619529

Representante Legal:	Andreas Markus Eggenberg Carné de Residente Permanente E-8-114321
-----------------------------	--

Características de la Planta:

Capacidad: 19,999 MWp

Nombre: LA ESPERANZA SOLAR 20 MW

Localización: corregimiento de Progreso

Distrito: Barú

Provincia: Chiriquí

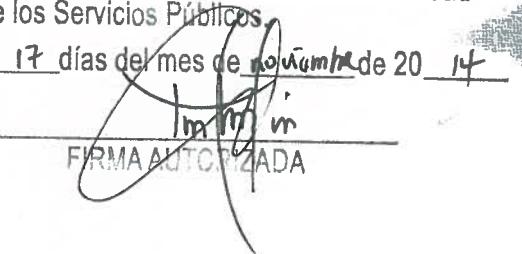
Se le advierte a la empresa PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A., que la presente Licencia, no autoriza a su poseedor a explotar ni operar la planta de generación fotovoltaica objeto de la misma.

Fecha de Vigencia: Doce (12) meses, contados a partir de la notificación de la Resolución AN N° 8040-Elec de 14 de noviembre de 2014, que otorgó la Licencia Provisional.


RODRIGO RODRÍGUEZ J.
Administrador General, Encargado

El presente Documento es fiel copia de su Original Según Consta en los archivos centralizados de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos.

Dado a los 17 días del mes de noviembre de 20 14


FIRMA AUTORIZADA

INFORME SOBRE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL SUELO.

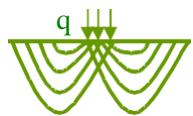
**INFORME SOBRE CONDUCTIVIDAD
TÉRMICA DEL SUELO**

**PROYECTO
LA ESPERANZA SOLAR 20 MW, S.A.**

**MADRE VIEJA, CORREGIMIENTO PROGRESO
DISTRITO DE BARÚ
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A

Marzo de 2018



INFORME SOBRE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL SUELO

Proyecto: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

Promotor: Progreso Solar 20 MW, S.A.

Fecha: Marzo de 2018

1. OBJETIVOS: El propósito de este ensayo fue determinar la conductividad y resistividad térmica de los materiales obtenidos de las pruebas de la SPT, con el fin de obtener la información necesaria para el diseño de las cimentaciones de la estructura proyectada.

2. LOCALIZACIÓN: La investigación fue realizada en el proyecto La Esperanza Solar 20 MW, S.A., ubicado en Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia de Chiriquí. La Figura No.1 muestra la ubicación regional del proyecto.

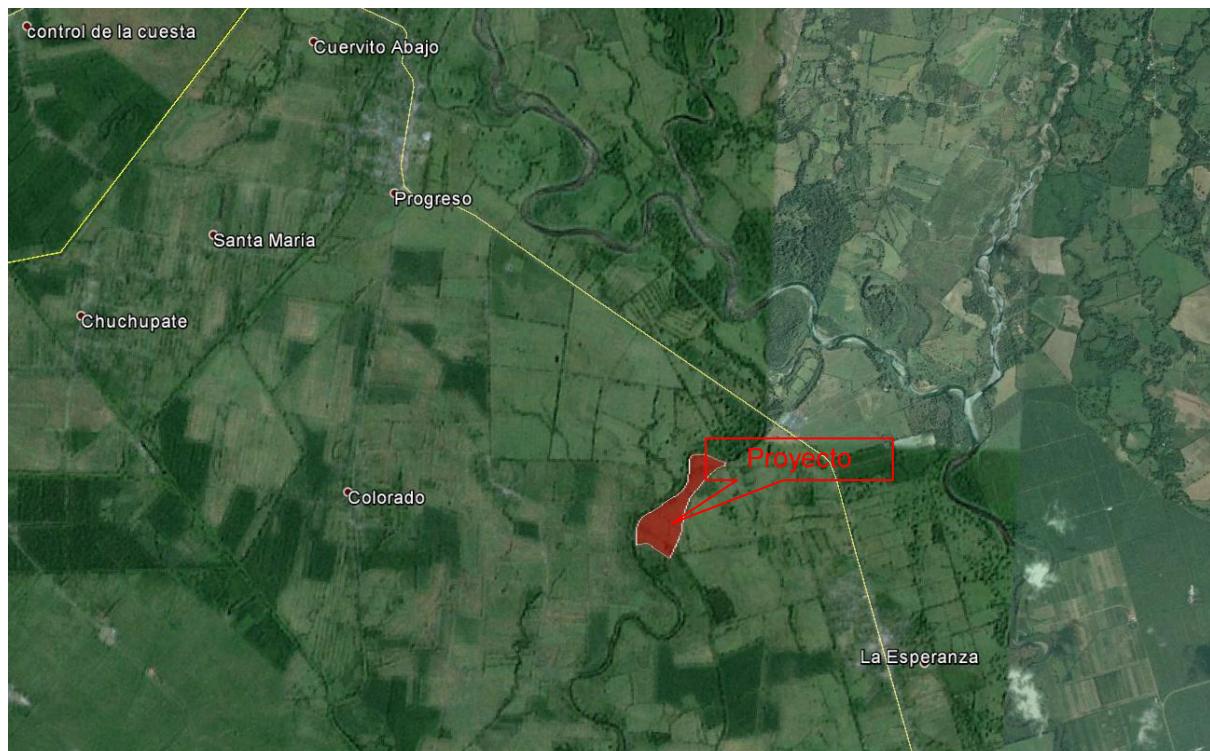
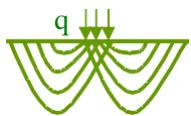


Figura 1 - Localización Regional del Proyecto.



3. TRABAJO REALIZADO: Se efectuaron muestreos alterados a los estratos característicos del área, luego a estas muestras se les realizó una descripción visual según sus características cualitativas, obteniéndose seis (6) muestras representativas. A estas muestras se les realizó pruebas de conductividad del suelo.

Las muestras se compactan en un molde de peso y volumen conocido al peso volumétrico y contenido de agua que tiene el material en el sitio, procurando que el procedimiento de compactación sea similar en los dos casos. Luego se inserta una sonda de aguja térmica recubierta con una capa de grasa térmica en un agujero previamente taladrado a una profundidad igual a la longitud de la sonda.

La conductividad térmica se determina por una variación del método de ensayo fuente de línea, utilizando una sonda de aguja que tiene una gran longitud a diámetro para estimular condiciones para un espécimen infinitamente largo. La sonda consta de un elemento de calentamiento y un elemento de medición de temperatura y se inserta en la muestra. Un voltaje de corriente conocido, se aplica a la sonda y se determina la temperatura con el tiempo durante un período. La conductividad térmica se obtiene a partir de un análisis de la porción aproximadamente lineal de la respuesta en tiempo temperatura de estado cuasi-estacionario.

4. NORMATIVAS Y PRÁCTICAS DE REFERENCIA

Las pruebas de laboratorio para estas muestras fueron realizadas de conformidad con los métodos de ensayo y prácticas ASTM, la **Tabla 1** muestra la descripción de las pruebas realizadas en este estudio:

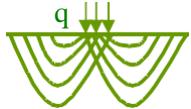


Tabla 1. Descripción de pruebas y especificación

Descripción de las Pruebas	Especificación ASTM
Muestreo alterado con la SPT	D1586
Conservación y transporte de muestra de suelos	D4220
Descripción e Identificación visual de los suelos	D2488
Contenido de agua	D4643
Peso volumétrico	D698
Conductividad térmica del suelo y temperatura	D5334
Uso de cifras significativa en Geotecnia	D6026

5. RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Para la determinación los valores de conductividad y resistividad térmica se procedieron a realizar pruebas al suelo representativo de la exploración. En las siguientes tablas se presenta un **Resumen de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio.**

Tabla 2 Resultados de pruebas conductividad y resistividad térmica

Hoyo	Muestra	Descripción	Prof. (m)	Contenido de Agua (w), %	Masa (g)	Volumen (cm ³)	Peso Vol. Húmedo γ, kg/m ³	Peso Vol. Seco γ _s , kg/m ³	K (W/m-K)	R (K-m/W)	T (°C)
ES1	1A / 2A	ML, café claro	0,00 - 1,00	7,29	741,40	516,05	1436,7	1339,1	0,590	1,694	25,92
	3A / 4A	SM, café grisáceo	1,00 - 2,00	5,59	829,90	525,58	1579,0	1495,4	0,750	1,334	27,07
	5A	SM, café grisáceo	2,00 - 2,50	31,98	976,10	524,73	1860,2	1409,5	0,923	1,084	27,10
	6A	CL, café grisáceo	2,50 - 3,00	56,85	878,30	525,58	1671,1	1065,4	0,882	1,134	25,50
ES2	1A / 2A	ML, café claro	0,00 - 1,00	12,30	785,80	519,25	1513,3	1347,6	0,705	1,419	26,16
	3A / 4A / 5A / 6A	SM, café grisáceo	1,00 - 3,00	8,18	864,80	516,06	1675,8	1549,1	0,818	1,222	27,29
ES3	1A / 2A	ML, café claro	0,00 - 1,00	15,48	745,60	524,73	1420,9	1230,4	0,651	1,536	26,35
	3A / 4A	SM, café claro a café grisáceo	1,00 - 2,00	19,89	899,80	519,25	1732,9	1445,4	0,883	1,132	27,62
	5A / 6A	SM, café grisáceo	2,00 - 3,00	19,78	881,50	525,58	1677,2	1400,2	0,877	1,140	26,94
ES4	1A - 6A	SM, café claro a café grisáceo	0,00 - 3,00	7,84	823,00	524,73	1568,4	1454,4	0,631	1,585	26,76
ES5	1A - 6A	SM, café claro a café grisáceo	0,00 - 3,00	3,00	827,60	519,25	1593,8	1547,4	0,313	3,193	27,26
ES6	1A / 2A / 3A	SM, café claro	0,00 - 1,50	10,76	808,50	525,58	1538,3	1388,9	0,886	1,129	25,01
	4A / 5A / 6A	SM, café grisáceo	1,50 - 3,00	11,71	863,70	516,05	1673,7	1498,2	0,826	1,211	26,79
ES7	1A	ML, café grisáceo	0,00 - 0,50	19,60	767,70	525,58	1460,7	1221,3	0,642	1,559	26,36
	2A / 3A	ML, café grisáceo	0,50 - 1,50	12,18	896,20	516,05	1736,7	1548,1	0,858	1,166	24,41
	4A / 5A / 6A	SM, café grisáceo	1,50 - 3,00	21,64	925,10	519,25	1781,6	1464,7	0,900	1,111	27,64
ES8	1A - 6A	SM, café claro a café grisáceo	0,00 - 3,00	4,07	812,70	524,73	1548,8	1488,2	0,451	2,218	27,26

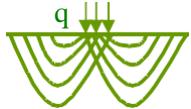


Tabla 2 Resultados de pruebas conductividad y resistividad térmica

Hoyo	Muestra	Descripción	Prof. (m)	Contenido de Agua (w, %)	Masa (g)	Volumen (cm ³)	Peso Vol. Húmedo γ, kg/m ³	Peso Vol. Seco γ _s , kg/m ³	K (W/m-K)	R (K-m/W)	T (°C)
ES9	1A	ML, café claro	0,00 - 0,50	11,07	767,70	525,58	1460,7	1315,1	0,642	1,559	26,36
	2A / 3A / 4A	SM, café claro a café grisáceo	0,50 - 2,00	12,33	783,90	519,25	1509,7	1344,0	0,791	1,265	24,95
	5A / 6A	SM, café grisáceo	2,00 - 3,00	24,61	977,50	524,73	1862,9	1495,0	0,914	1,094	27,22
ES10	1A	ML, café claro	0,00 - 0,50	30,71	867,50	516,05	1681,0	1286,1	0,865	1,156	25,44
	2A / 3A	SM, café claro a café grisáceo	0,50 - 2,00	17,58	824,40	524,73	1571,1	1336,2	0,836	1,195	25,27
	4A / 5A / 6A	CL, café grisáceo	2,00 - 3,00	30,70	981,90	525,58	1868,2	1429,4	1,339	0,747	25,24

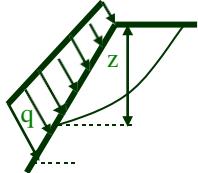
Donde:

K = Conductividad térmica (W/m-K)

R = Resistividad térmica (K-m/W)

T = Temperatura (°C)

Atentamente,



M.I. Carlos Mario Mesa J.
Consultor en Geotecnia
Lic. No. 96-006-062

INFORME SOBRE ESTUDIO GEOFÍSICO.

INFORME SOBRE ESTUDIOS GEOFÍSICO

PROYECTO

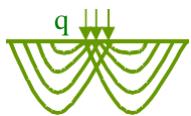
LA ESPERANZA SOLAR 20 MW, S.A.



**MADRE VIEJA, CORREGIMIENTO PROGRESO
DISTRITO DE BARÚ
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

PROGRESO SOLAR 20 MW, S.A

Marzo de 2018



Caracterización de los estratos geológicos en los terrenos del proyecto Esperanza Solar, sector occidental de la provincia de Chiriquí mediante la tomografía de resistividad eléctrica 2D

Resumen

El sujeto de este trabajo estuvo centrado en la aplicación de técnicas geofísicas no invasivas para detectar y parametrizar los estratos que caracterizan los terrenos en donde se desarrollará el proyecto Esperanza Solar; para tal objetivo, se empleó la técnica de la tomografía de resistividad eléctrica con una configuración especial tipo Wenner-alfa, y con un espaciamiento electrodíodo de 0.5 y 1.0 m. Un total de 6 perfiles de igual longitud (20 m) fueron desarrolladas en el área de interés; los resultados obtenidos mostraron un suelo constituido por arena fina a limosa con valores de resistividad eléctrica calculada que varían entre 6 y 5174 ohm.m hasta una profundidad de 3.5 m aproximadamente; no obstante, en algunos de estos resultados es posible identificar zonas con un determinado contenido de humedad las cuales se revelan a través de anomalías de valores de resistividad eléctrica calculada intermedias y bajas (ver anomalías en tonalidades verde y azul).

1. Introducción

La Geofísica comprende el estudio de la composición y dinámica del planeta Tierra y cuyo fundamento se basa en las mediciones de una propiedad física dada realizadas sobre la superficie del terreno. La Prospección Geofísica se ocupa de aquellos estudios de zonas relativamente pequeñas y de poca profundidad (en el orden de los pocos kilómetros) y el conjunto de métodos que se utilizan para obtener dicho fin forman parte de tan importante disciplina científica. Se puede llegar a inferir diversas clases de información como por ejemplo los modelos de subsuelo relacionados a estructuras o también a la composición del subsuelo mediante un proceso de medición y análisis de un parámetro físico dado registrado en la superficie del área bajo interés. El empleo de los métodos de la prospección geofísica tiene por requerimiento la existencia de contrastes significativos o anomalías del parámetro físico bajo estudio, que puedan ser potencialmente detectables, y que las mismas puedan correlacionarse con la composición geológica del subsuelo. Los trabajos de Telford *et al.*, (1990); Vogelsang, (1995); Parasnis, (1996) y Lowrie, (1997) evidencian el éxito de estas técnicas a estudios estratigráficos. En este trabajo nos hemos focalizado en la identificación y caracterización de los estratos presentes en una zona ubicada en el sector suroccidental de la provincia de Chiriquí, específicamente en una zona en donde se desarrollará un proyecto de electrificación solar, mediante la aplicación de la tomografía de resistividad eléctrica como modalidad especial de la prospección eléctrica. La ubicación de esta zona se aprecia en la Figura 1.

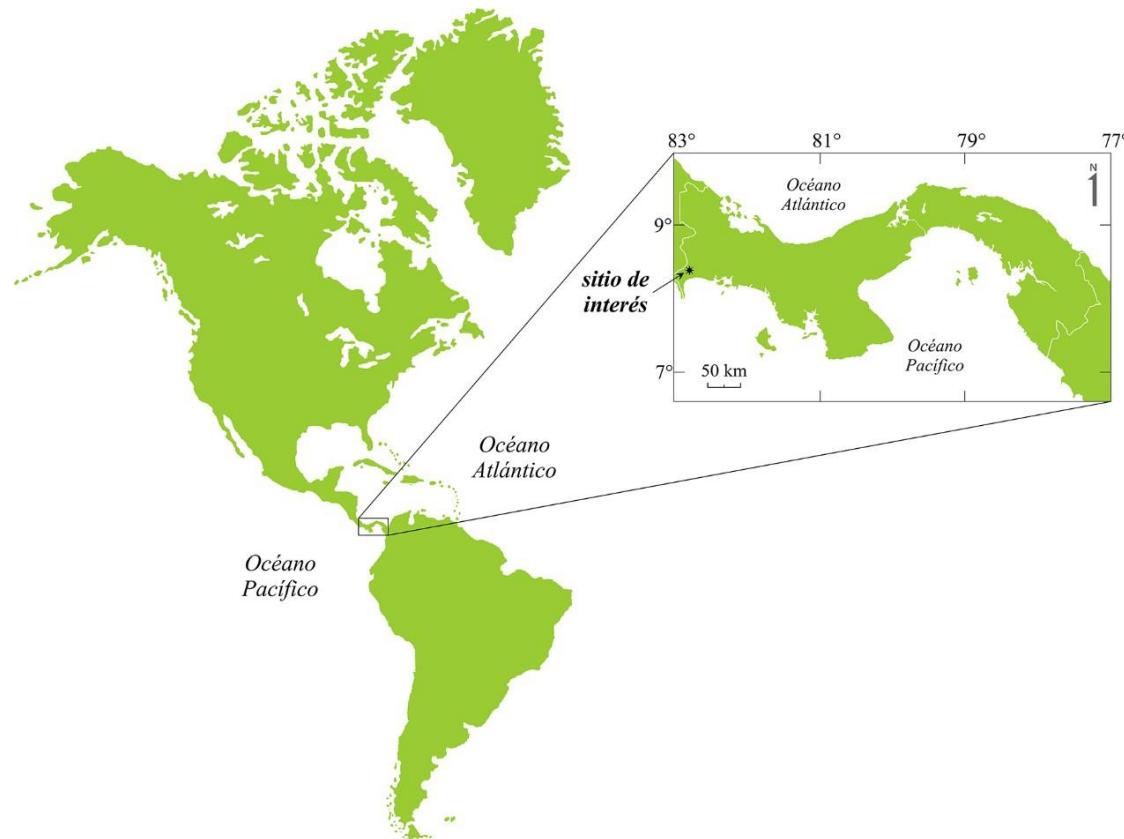
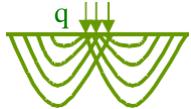


Figura 1 Localización geográfica del área de interés, proyecto Esperanza Solar, provincia de Chiriquí, Panamá.

Este estudio fue desarrollado con la finalidad de detectar y parametrizar no solamente los estratos existentes en esta zona sino también la extensión de las zonas de cierto contenido de humedad y correlacionarla con las perforaciones desarrolladas en el sitio, y es que dicha metodología se caracteriza por presentar un incremento en el muestreo espacial.

2. Contexto geológico del sitio

La zona de estudio se encuentra influenciada por aluviones, sedimentos consolidados, areniscas, lutitas carbonosas y deposiciones tipo delta, propias de la Formación Cuaternaria Las Lajas. Hacia el Este de esta formación sedimentaria, se encuentran los elementos geológicos de la Formación volcánica Barú, en ella se presentan los basaltos, las andesitas, cenizas, tobas aglomerados y lavas. La Figura 2 presenta un mapa geológico generalizado del área bajo estudio y los alrededores.

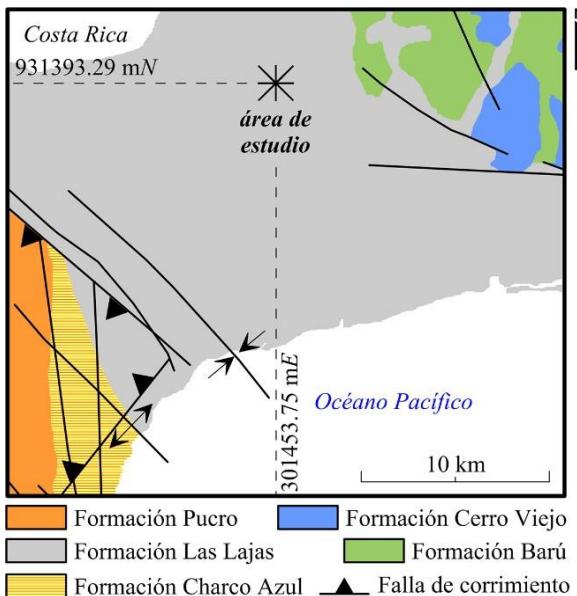
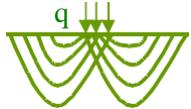


Figura 2 Mapa geológico generalizado del área de interés y alrededores ([Mapa Geológico de Panamá, Dirección General de Recursos Minerales](#)).

3. La prospección geofísica

La tomografía de resistividad eléctrica tiene como fin generar una imagen en dos dimensiones sobre la distribución lateral y en profundidad de la resistividad real del subsuelo; esto se logra mediante la resolución del problema inverso, es decir a partir del análisis de los valores de resistividad eléctrica aparente medidos los cuales se obtienen cuando se hace circular una determinada intensidad de corriente eléctrica en el subsuelo a través de un par de electrodos (*A* y *B*), un segundo par de electrodos se utiliza para el registro de la diferencia de potencial sobre la superficie del área de interés (*M* y *N*). La razón de estas cantidades multiplicada por una constante que depende de la geometría del cuadrupolo, dará información del valor de la resistividad eléctrica aparente del subsuelo medida en ohm.m. Dicho parámetro depende de la cantidad de agua, presencia de arcilla, sales, porosidad del material, grado de fractura y meteorización, saturación y de factores termodinámicos (presión y temperatura). La operación de medición repetitiva de este parámetro a lo largo de un perfil para diferentes posiciones y separaciones inter-electródicas, dará por resultado una pseudo-sección de resistividad eléctrica aparente, la cual no ofrece información referente a la distribución de la resistividad eléctrica real en el subsuelo. Solo una inversión de estos datos ofrecerá un modelo acorde con la realidad geológica. La Figura 3 presenta parte de la metodología necesaria para la obtención de los datos de resistividad eléctrica.

Los datos de resistividad eléctrica aparente fueron obtenidos mediante el uso de un resistivímetro tipo LandMapper ERM-02 de Landviser el cual se conectó a un total de 21 electrodos espaciados una distancia de 1 m para los Perfiles ES1, 3, 6 y 7; mientras que se fijaron a 0.5 m para los Perfiles 8 y 10. La longitud total de cada uno de los perfiles fue de 20 m y la profundidad de investigación obtenida fue de aproximadamente 3.5 m.

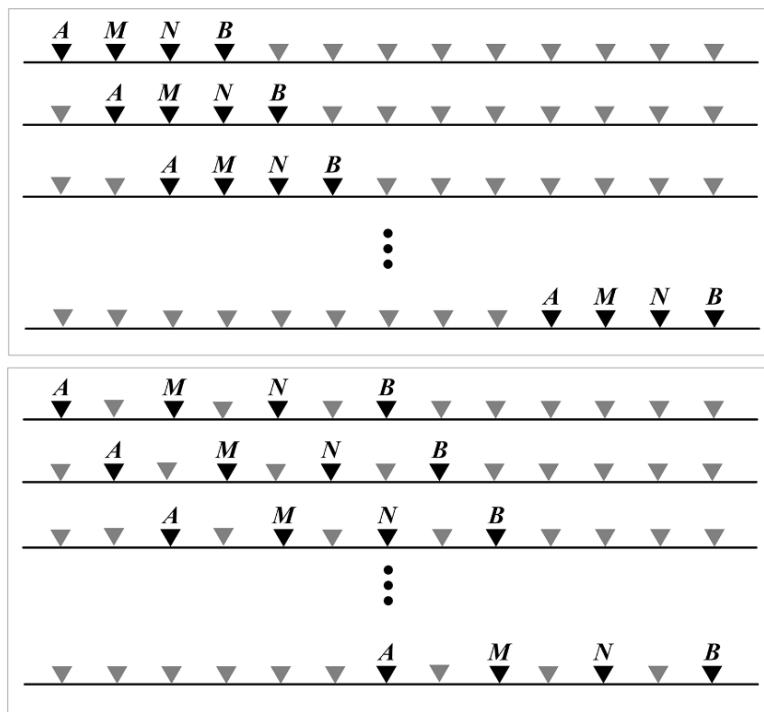
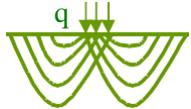


Figura 3 Representación gráfica de parte de la mecánica empleada para la medición de los datos de resistividad eléctrica aparente del subsuelo a lo largo de un perfil. Las notaciones A y B representan el par de electrodos de corriente eléctrica y M y N, los electrodos de potencial eléctrico.

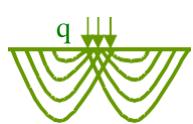
Tomando en consideración que la prospección se realizaría en una zona rural, se seleccionó una configuración electródica Wenner-alfa. Cada conjunto de datos fue sometido a un proceso de inversión empleando el método de suavizado forzado como restricción del criterio de mínimos cuadrados; a continuación los resultados experimentales.

4. Resultados experimentales y discusión

Es importante destacar que todas las tomografías de resistividad eléctrica que se presentan en este trabajo, posee la misma escala de colores con el objetivo de llevar a cabo una mejor interpretación de los resultados obtenidos, de forma tal que cada una de ellas serán analizadas de forma independiente, tratando de asociar las principales anomalías eléctricas con la información estratigráfica existente. Los datos fueron invertidos con el programa Res2Dinv ([Geotomo Software](#)).

4.1 Perfil No. 1 (ES1)

La resolución del problema inverso se dio para la cuarta iteración un error de 24.08% y por resultado la tomografía de resistividad eléctrica de la Figura 4.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraiján, Calle Las Tecas, No.368

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

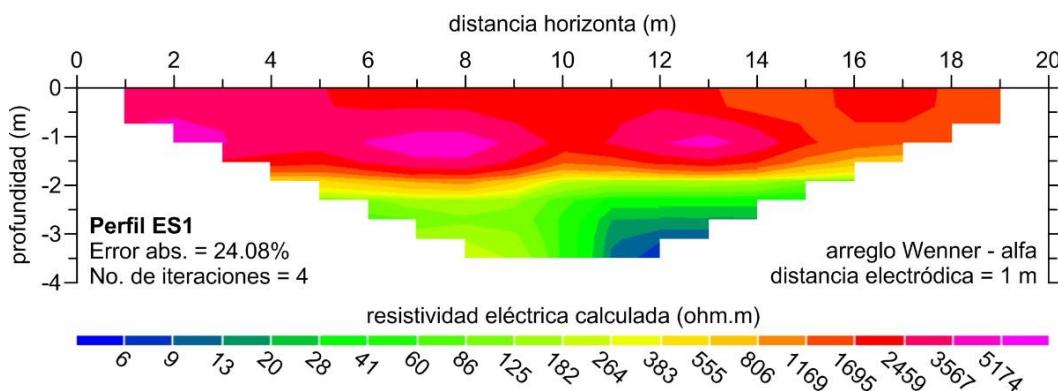


Figura 4 Tomografía de resistividad eléctrica desarrollada en el Perfil No. 1 (ES1).

En este resultado se pueden distinguir 2 horizontes, el primero (superficial) en tonalidades amarillo – rojo – rojo claro, caracterizado por presentar un rango de valores de resistividad eléctrica calculada que oscila entre 264 y 5174 ohm.m y una profundidad que oscila entre 1.6 y 2.0 m; dicho horizonte se encuentra asociado a la presencia de arena fina a limosa. Luego de este horizonte, se puede identificar el segundo caracterizado por presentar tonalidades en verde – azul y con un rango de valores de resistividad eléctrica calculada que varía entre 6 y 264 ohm.m. Dicho horizonte se encuentra asociado con el mismo material superficial pero con un contenido de humedad bastante un poco mayor. Este hecho explica el por qué la resistividad eléctrica disminuye con el aumento del contenido de humedad del subsuelo.

4.2 Perfil No. 2 (ES3)

La longitud horizontal de esta prueba fue de 20 m y una profundidad de investigación de aproximadamente 3.5 m como todas las pruebas presentadas en este informe (ver tomografía de resistividad eléctrica de la Figura 5).

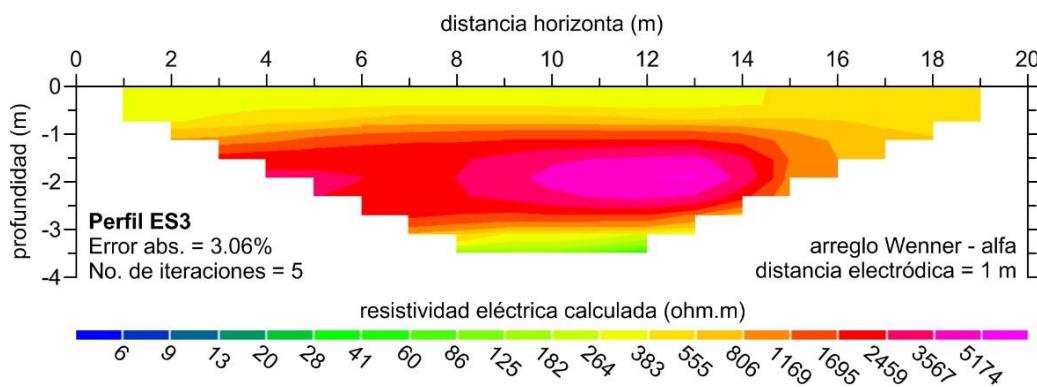
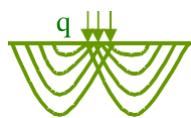


Figura 5 Tomografía de resistividad eléctrica desarrollada en el Perfil No. 2 (ES3).

El error obtenido como producto de la resolución del problema inverso fue de 3.06% (5ta iteración); a diferencia del resultado anterior, en éste se puede identificar 1 solo horizonte caracterizado por presentar tonalidades en amarillo – rojo – rojo claro, y con un rango de resistividad eléctrica calculada que varía entre 264 y 5174 ohm.m. Este hecho indica que no hay variación notable en el



contenido de humedad en el subsuelo. Es posible observar una anomalía en tonalidad verde claro en la parte inferior de la prueba, sin embargo, es bastante débil en comparación con el horizonte mencionado con anterioridad. Este conjunto de anomalías se asocian con arena fina y limosa, característicos del sitio

4.3 Perfil No. 3 (ES6)

El resultado de la resolución del problema inverso se presenta en la tomografía de resistividad eléctrica de la Figura 6.

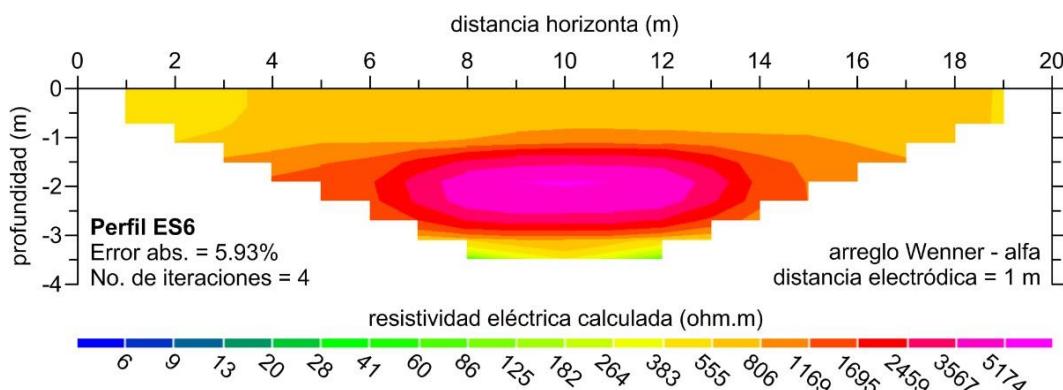


Figura 6 Tomografía de resistividad eléctrica desarrollada en el Perfil No. 3 (ES6), provincia de Chiriquí.

El error obtenido, una vez resuelto el problema inverso, fue de 5,93% (4ta iteración); como en el resultado anterior, en éste se puede identificar un solo horizonte en tonalidades amarillo – rojo – rojo claro, el cual se caracteriza por presentar un rango de valores de resistividad eléctrica calculada que oscilan entre 264 y 5174 ohm.m; dicho horizonte se encuentra asociado con arena fina y limosa; el hecho de no presentar anomalías u horizontes en tonalidades en verde y azul significa que no hay variaciones significantes en los niveles de humedad y que además los contenidos son muy bajos.

4.4 Perfil No. 4 (ES7)

El resultado de la inversión de los datos de resistividad eléctrica aparente obtenidos en este perfil, se presenta en la Figura 7.

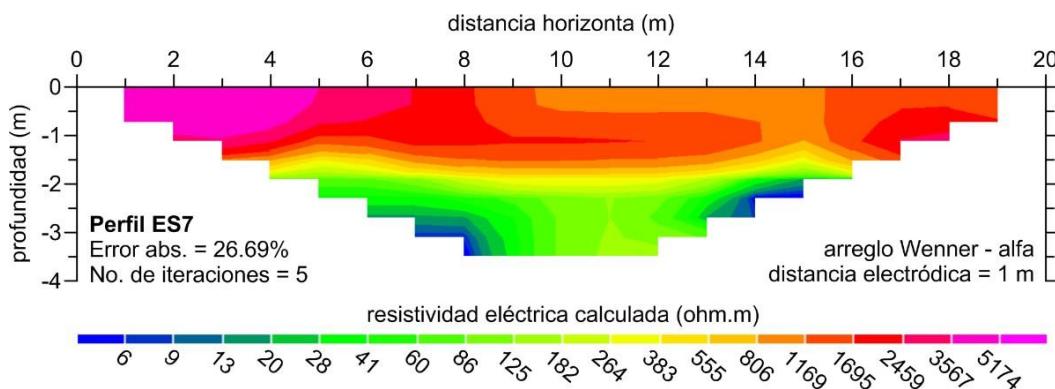
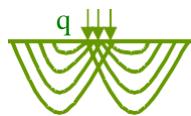


Figura 7 Tomografía de resistividad eléctrica desarrollada en el Perfil No. 4 (ES7), provincia de Chiriquí.



La resolución del problema inverso se dio para la quinta iteración, con un error de 26.69%. En este resultado se pueden identificar 2 horizontes, el primero (superficial) en tonalidades amarillo – naranja – rojo – rojo claro, caracterizado por presentar un rango de valores de resistividad eléctrica calculada que oscila entre 264 y 5174 ohm.m y un espesor que varía entre 1.6 y 2.0 m, aproximadamente; este horizonte se encuentra asociado con arena fina y limosa. A mayor profundidad se puede identificar un segundo horizonte caracterizado por presentar tonalidades en verde y azul, con un rango de valores de resistividad eléctrica calculada que varía entre 6 y 264 ohm.m. Este horizonte podría estar asociado con la misma arena fina detectada en la superficie pero con un notable contenido de humedad. De acuerdo a la perforación realizada en el sitio, en este sitio sí se presentan variaciones en el contenido de humedad (hasta 37%).

4.5 Perfil No. 5 (ES8)

Como en las pruebas anteriores, la longitud horizontal de esta prueba fue de 20 m y una profundidad de investigación de aproximadamente 3,5 m (ver tomografía de resistividad eléctrica de la Figura 8).

El error obtenido como producto de la resolución del problema inverso para esta prueba fue de 11,41% (5ta iteración); en este resultado también es posible visualizar 2 horizontes, el superficial en tonalidades amarillo – naranja – rojo – rojo claro, caracterizado por presentar un rango de valores de resistividad eléctrica calculada que se extiende desde los 264 y 5174 ohm.m y una profundidad que no supera los 2 m, aproximadamente; este horizonte se encuentra asociado a la presencia de arena fina y limosa. A mayor profundidad se visualiza el segundo horizonte en tonalidades en verde y con un rango de valores de resistividad eléctrica calculada que oscila entre 86 y 264 ohm.m; en este segundo horizonte no se visualizan anomalías de menor resistividad eléctrica (en tonalidades azul), lo que indica una presencia de humedad pero en menor escala. Esto se traduce en resumen en la débil variación que experimenta el contenido de humedad en función de la profundidad.

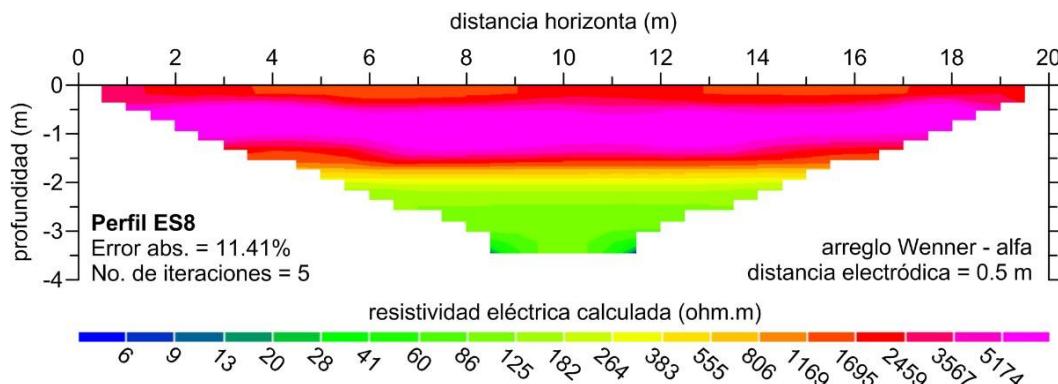


Figura 8 Tomografía de resistividad eléctrica desarrollada en el Perfil No. 5 (GSC6), provincia de Chiriquí.

Este horizonte se encuentra asociado con arena limosa.

4.6 Perfil No. 6 (ES10)

Como en las tomografías anteriores, la longitud horizontal de esta sexta prueba fue de 20 m, con una profundidad de investigación de aproximadamente 3,5 m (ver Figura 9).

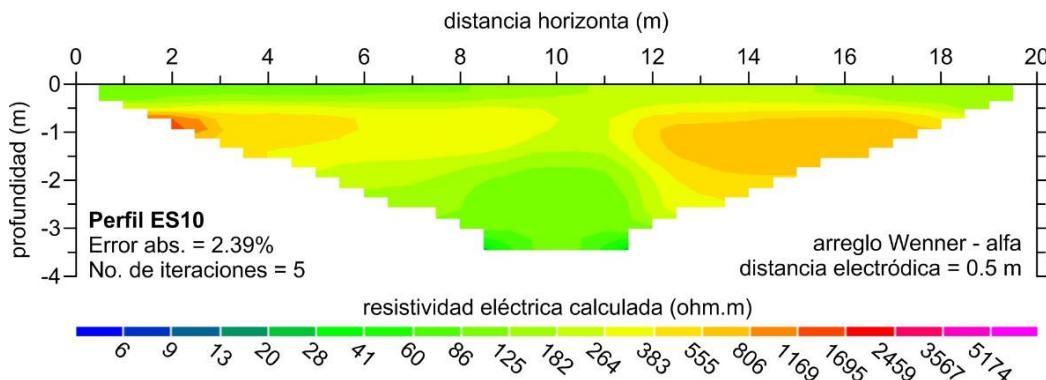
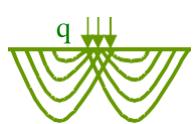
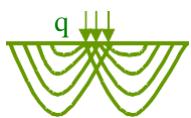


Figura 9 Tomografía de resistividad eléctrica desarrollada en el Perfil No. 6 (Es10), provincia de Chiriquí.

El error obtenido como producto de la resolución del problema inverso para esta prueba fue de 2.39% (5ta iteración); en este resultado se puede visualizar un solo horizontes representado en tonalidades verde – amarillo – naranja, se trata de anomalías eléctricas de valores intermedios (86 y 1169 ohm.m); de acuerdo a la perforación realizada en el sitio, este conjunto de anomalías eléctricas se encuentran asociadas con arena limosa con un determinado contenido de humedad (13.3% – 32.6%), lo que explica los valores intermedios identificados en esta prueba. De hecho, la anomalía en tonalidad verde se encuentra relacionada con un rango de humedad comprendido entre 28.2% y 32.6%.

5. Conclusiones

Los métodos de prospección geofísica pueden jugar un rol muy importante, no solamente en la detección de los niveles de humedad presentes en el subsuelo sino también en la identificación y parametrización de los diferentes estratos que caracterizan a un determinado sitio de interés. En el caso especial del sector estudiado (provincia de Chiriquí), fue posible identificar de manera general la existencia de 2 horizontes en algunas de las tomografías eléctricas desarrolladas en el área de interés: el superficial con valores de resistividad eléctrica comprendidos entre 264 y 5174 ohm.m el cual se encuentra asociado con arena fina y limosa. Seguido de un horizonte caracterizado por presentar valores bajos de resistividad eléctrica calculada (6 y 264 ohm.m) evidenciando en algunos casos un aumento en el nivel de humedad. También se presentaron algunos casos en donde se evidenciaban anomalías de alta resistividad en prácticamente toda la extensión lateral y vertical, lo que indicaba una muy débil variación en el contenido de humedad.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59
Arraiján, Calle Las Tecas, No.368
Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

6. Referencia bibliográfica

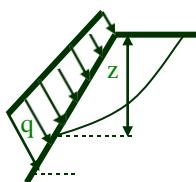
Lowrie, W. 1997. *Fundamentals of Geophysics*. Inglaterra: Cambridge University Press.

Parasnis, D.S. 1996. *Principles of Applied Geophysics*. Inglaterra: Springer, 456 p.

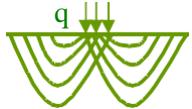
Telford, W.M.; Geldart, L.P. & Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics*. New York: Cambridge, Univ. Press, 770 p.

Vogelsang, D. 1995. *Environmental Geophysics*. Alemania: Springer – Verlag, 173 p.

Atentamente,



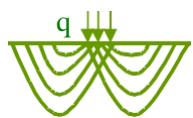
M.I. Carlos Mario Mesa J.
Consultor en Geotecnia
Lic. No. 96-006-062



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59
Arraiján, Calle Las Tecas, No.368
Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANEXO

(Fotos)



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59
Arraiján, Calle Las Tecas, No.368
Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59



Condición actual del sitio



INFORME SOBRE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

INFORME SOBRE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

PROYECTO

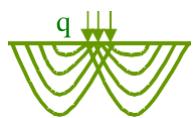
LA ESPERANZA SOLAR 20 MW, S.A.



**MADRE VIEJA, CORREGIMIENTO PROGRESO
DISTRITO DE BARÚ
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

PROGRASO SOLAR 20 MW, S.A

Marzo de 2018



INFORME SOBRE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

Proyecto: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

Promotor: Progreso Solar 20 MW, S.A.

Fecha: Marzo de 2018

1. OBJETIVOS: El propósito de esta investigación fue determinar las condiciones del subsuelo existente en el área, con el fin de obtener la información necesaria para el diseño de las cimentaciones de la estructura proyectada.

2. LOCALIZACIÓN: La investigación fue realizada en el proyecto La Esperanza Solar 20 MW, S.A., ubicado en Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia de Chiriquí. La Figura No.1 muestra la ubicación regional del proyecto.

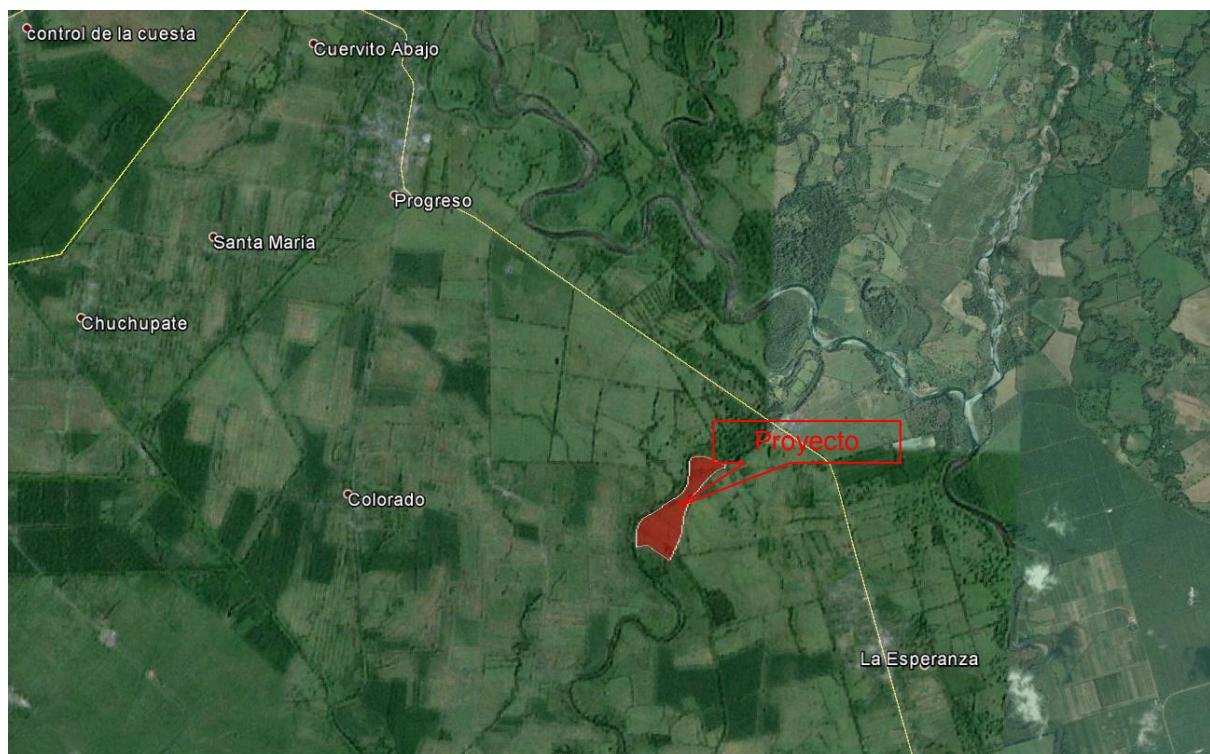
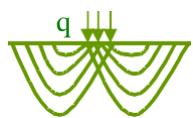


Figura 1 - Localización Regional del Proyecto.



3. EXPLORACIÓN Y MUESTREO: La investigación consistió en diez (10) perforaciones realizadas con equipos a percusión (Acker Lightweigh Motorized Hoist and Portable Aluminium Derrick). La **Figura 2** indica la ubicación de las perforaciones (P-x) realizadas.

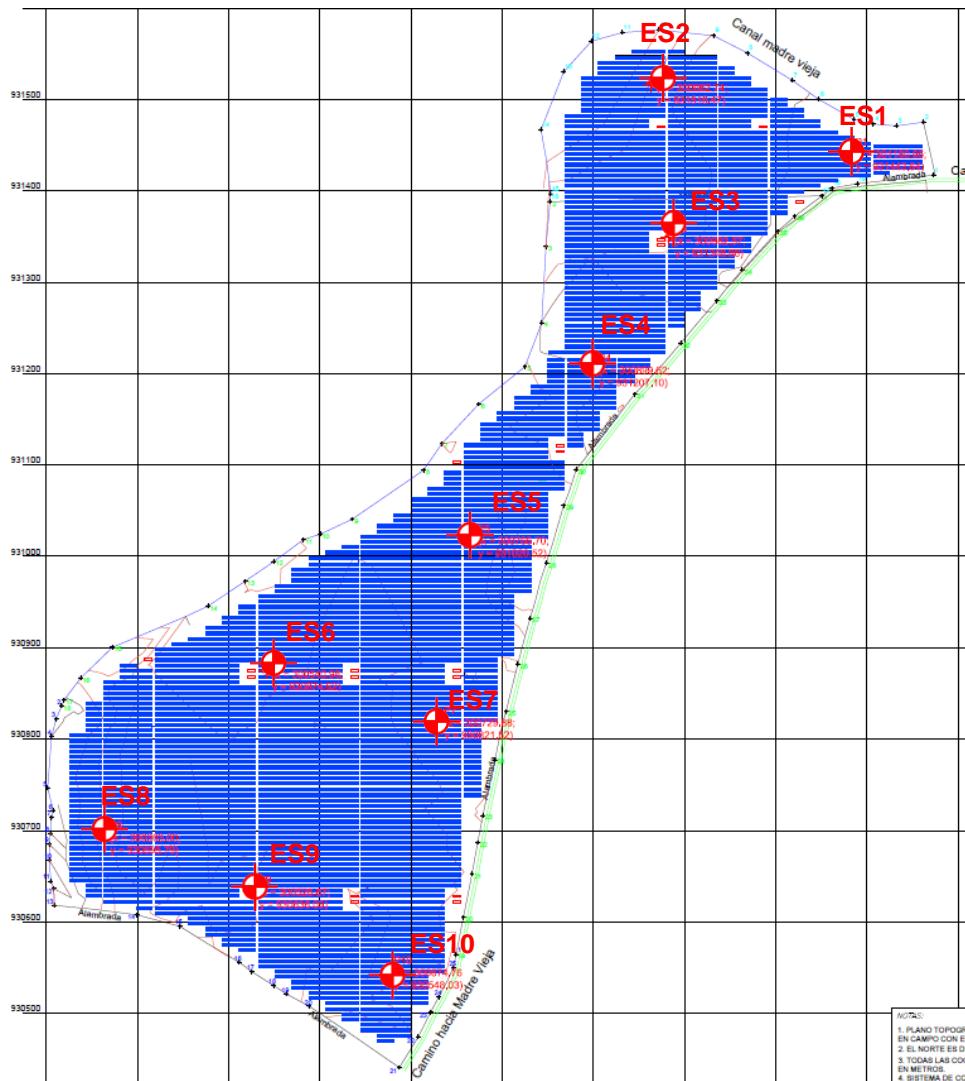
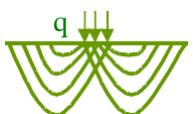


Figura 2 - Ubicación de las perforaciones realizadas

La posición geográfica de la perforación, referida a las coordenadas UTM¹ y la elevación suministrada por el cliente, se indican en la **Tabla 1**.

¹ Cuadrícula Universal Transversal de Mercator datum de referencia WGS84.



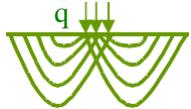
Hoyo		
ES1	301180,95	931443,64
ES2	300962,74	931516,47
ES3	300982,57	931348,86
ES4	300899,62	931207,10
ES5	300766,70	931020,52
ES6	300540,98	930874,62
ES7	300729,38	930821,52
ES8	300363,00	930695,79
ES9	300899,62	931207,10
ES10	300674,76	930548,03

Tabla 1 - Coordenadas de las perforaciones realizadas.

En las perforaciones se efectuaron ensayos de penetración estándar mediante penetrómetro 3,49cm (1 3/8in.) de diámetro interior, martillo de 63,5kg (140lb) y con una caída libre de 0,76m (30in.). Estos ensayos se ajustaron a la norma ASTM D1586. Durante la ejecución de la SPT se anotó el número de golpes por cada 0,15m (6in.) de hincado. Adicional se anotó el material recobrado (% sobre la base de longitud del penetrómetro). A las muestras obtenidas en el ensayo de la Prueba Estándar de Penetración (SPT², de sus siglas en inglés) se les determinó el contenido natural de agua, se clasificó visualmente y se determinó la conductividad térmica del suelo. El contenido de agua fue determinado de acuerdo a la norma ASTM D4643, la clasificación se hizo, según la norma ASTM D2488 y las pruebas de conductividad térmica del suelo se realizaron según ASTM D5334.

La prueba estándar de penetración (SPT), que es de uso generalizado en nuestro medio, a menudo proporciona guías para cuantificar parámetros de resistencia y de rigidez de los suelos investigados. En esta investigación se han utilizado los

² SPT, Standard Penetration Test



resultados de la SPT para estimar la capacidad de soporte admisible (q_a) de los suelos encontrados.

Se hicieron mediciones, después de terminada la perforación, para ubicar la profundidad del nivel freático del sitio. La profundidad de las perforaciones fue de 3,00 m.



Fotos 1 - Condición actual del sitio al momento de realizar la investigación

Las investigaciones geotécnicas para este estudio fueron realizadas de conformidad con las normas y prácticas que se indica en la **Tabla 2**:

Descripción	ASTM
Caracterización del sitio para ingeniería y construcción	D420
Prueba estándar de penetración (SPT) y muestreo alterado	D1586
Descripción e identificación visual manual de los suelos	D2488
Conservación y transporte de muestras de suelos	D4220
Registro de campo de las perforaciones ensuelo	D5434

Tabla 2 - Descripción de las Prácticas, Guías y Métodos de Ensayo.

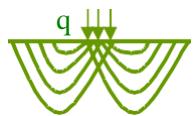


Para efectos de la compacidad relativa o consistencia se ha clasificado el suelo, según la tabla 3, criterio basado en el ensayo de penetración estándar (ASTM D1586) de acuerdo a Terzaghi y Peck. Para los efectos de descripción de suelos se ha utilizado la tabla 4, Sistema de clasificación de suelos (ASTM D2487) propuesto por A. Casagrande; y el criterio de plasticidad utilizado se basa en los ensayos de índice de plasticidad (ASTM D4318) según Atterberg, que se muestra en la tabla 5.

La prueba de penetración estándar (SPT), desarrollada alrededor de 1927, es la más popular y económica actualmente para obtener información del subsuelo. Se estima que el 85 al 90% de las cimentaciones convencionales de Norte y Sur América se diseñan usando la SPT. El método está basado en la Norma ASTM D1586 desde 1985 con revisiones periódicas hasta la fecha.

Tipo básico de suelo	Compacidad/Consistencia		Número de golpes no corregidos, N
No cohesivos: Arena, Grava, Limo (ML)	Compacidad	muy suelta	<4
		suelta	4 a 10
		medianamente densa	10 a 30
		densa	30 a 50
		muy densa	>50
Cohesivos: Arcilla, Limo (MH)	Consistencia	muy suave	<2
		suave	2 a 4
		medianamente firme	4 a 8
		firme	8 a 15
		muy firme	15 a 30
		dura	>30

Tabla 3 - Compacidad relativa o consistencia



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraiján, Calle Las Tecas, No.368

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

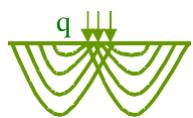
División principal	Trama	Símbolo de grupo	Nombre Típico
Suelos de grano grueso (más del 50% del material no pasa el tamiz No.200)	Gravas (Más del 50% de la fracción gruesa es mayor que el Tamiz No.4)	GW	Gravas bien graduadas, mezcla de gravas y arenas con muy poco o ningún contenido de finos
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de gravas y arenas con muy poco o ningún contenido de finos.
		GM	Gravas limosas, mezcla de gravas, arenas y limo
		GC	Gravas arcillosas, mezcla de gravas, arena y arcilla.
	Arenas (Más del 50% de la fracción gruesa es menor que el Tamiz No.4)	SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas con poco o ningún contenido de finos.
		SP	Arenas mal graduadas, arenas gravosas con poco o ningún contenido de finos.
		SM	Arenas limosas , mezcla de arenas y limos.
		SC	Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcillas.
Suelos de grano fino (más del 50% del material pasa el tamiz No.200)	Limos y arcillas (límite Líquido < 50)	ML	Limo inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas arcillosas o limosas, limos arcillosos.
		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad media a baja, arcillas gravosas, arenosas o limosas, arcillas poco plásticas.
		OL	Limos organicos y arcillas limosas organicas de baja plasticidad.
	Limos y arcillas (Límite Líquido ≥ 50)	MH	Limos inorganicos, suelos limosos y arenosos, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorganicas de alta plasticidad,arcillas francas
		OH	Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.
		Pt	Suelos con materia organica fibrosa,turba

Tabla 4 - Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Índice plástico	Plasticidad
0 a 3	no plástico
4 a 15	plasticidad baja
16 a 30	plasticidad media
>30	plasticida alta

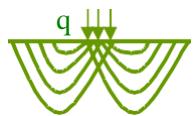
Tabla 5 - Criterio de plasticidad

La **Tabla 6** presenta un resumen de los resultados de los ensayos de campo (SPT) y su correspondiente contenido natural de agua y pH.



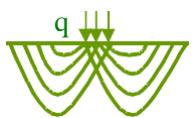
Hoyo	Prof. (m)	Muestra	N	w _n (%)	pH
ES1	0,00 - 0,50	1A	12	9,2	7,0
	0,50 - 1,00	2A	12	8,5	6,9
	1,00 - 1,50	3A	12	10,1	6,9
	1,50 - 2,00	4A	10	5,5	6,9
	2,00 - 2,50	5A	10	38,2	6,5
	2,50 - 3,00	6A	4	55,2	6,0
ES2	0,00 - 0,50	1A	22	12,5	6,9
	0,50 - 1,00	2A	5	12,0	6,8
	1,00 - 1,50	3A	4	18,9	6,8
	1,50 - 2,00	4A	12	8,4	6,9
	2,00 - 2,50	5A	7	7,9	7,0
	2,50 - 3,00	6A	9	12,2	6,9
ES3	0,00 - 0,50	1A	18	21,8	6,9
	0,50 - 1,00	2A	11	14,9	6,8
	1,00 - 1,50	3A	12	4,9	7,0
	1,50 - 2,00	4A	15	26,9	6,6
	2,00 - 2,50	5A	13	22,5	6,9
	2,50 - 3,00	6A	5	25,5	6,8
ES4	0,00 - 0,50	1A	12	5,3	7,0
	0,50 - 1,00	2A	11	4,6	7,0
	1,00 - 1,50	3A	11	12,0	6,9
	1,50 - 2,00	4A	15	4,2	7,0
	2,00 - 2,50	5A	16	6,4	7,0
	2,50 - 3,00	6A	19	10,2	7,0
ES5	0,00 - 0,50	1A	12	4,1	7,0
	0,50 - 1,00	2A	11	3,2	7,0
	1,00 - 1,50	3A	22	2,1	6,9
	1,50 - 2,00	4A	23	5,9	7,0
	2,00 - 2,50	5A	23	1,9	7,0
	2,50 - 3,00	6A	23	2,1	6,9

Tabla 6 - Resultados de los ensayos SPT.



Hoyo	Prof. (m)	Muestra	N	w _n (%)	pH
ES6	0,00 - 0,50	1A	23	8,2	7,0
	0,50 - 1,00	2A	9	12,4	6,8
	1,00 - 1,50	3A	15	8,9	7,0
	1,50 - 2,00	4A	16	5,2	7,0
	2,00 - 2,50	5A	12	5,9	6,9
	2,50 - 3,00	6A	17	18,5	6,8
ES7	0,00 - 0,50	1A	9	13,8	6,8
	0,50 - 1,00	2A	6	24,9	6,9
	1,00 - 1,50	3A	5	37,2	6,9
	1,50 - 2,00	4A	11	18,3	6,9
	2,00 - 2,50	5A	12	26,5	6,5
	2,50 - 3,00	6A	9	25,5	6,9
ES8	0,00 - 0,50	1A	11	5,6	6,9
	0,50 - 1,00	2A	7	3,3	7,0
	1,00 - 1,50	3A	11	4,0	6,9
	1,50 - 2,00	4A	12	4,4	7,0
	2,00 - 2,50	5A	22	3,3	6,9
	2,50 - 3,00	6A	24	3,3	7,0
ES9	0,00 - 0,50	1A	13	10,6	3,8
	0,50 - 1,00	2A	10	6,4	6,9
	1,00 - 1,50	3A	9	11,7	6,8
	1,50 - 2,00	4A	10	13,9	6,9
	2,00 - 2,50	5A	11	26,5	6,6
	2,50 - 3,00	6A	24	17,2	6,6
ES10	0,00 - 0,50	1A	11	31,5	6,8
	0,50 - 1,00	2A	11	25,5	6,8
	1,00 - 1,50	3A	13	13,3	6,9
	1,50 - 2,00	4A	8	32,6	6,9
	2,00 - 2,50	5A	11	31,2	6,8
	2,50 - 3,00	6A	15	28,2	6,4

Tabla 6 - Resultados de los ensayos SPT.



Donde:

Prof. (m): profundidad del ensayo SPT

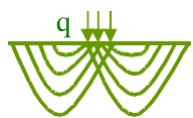
Muestras A: muestras alteradas obtenidas del muestreador estándar

N(bpf): número de golpes por pie (valor no corregido)

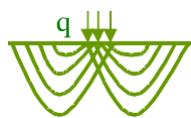
$w_n(\%)$: contenido natural de agua en porcentaje

pH: potencia de hidrógeno

A continuación se presenta los perfiles estratigráficos por hoyo con su respectiva conductividad térmica de los estratos del suelo.

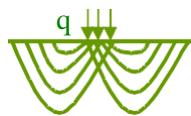


PERFIL DE PERFORACIÓN															
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A. LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí. COORDENADAS: ESTE: 301180,95 m TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ NORTE: 931443,64 m ROTACIÓN □				HOYO No. ES1 FECHA: 2018/02/25 ESTACIÓN: --- ELEVACIÓN: --- m PERFORADOR: RG											
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)											
	SUCS ■			GOLPES /30 cm DECAÍDA <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th></th> <th>25</th> <th>50</th> <th>75</th> </tr> </table>									25	50	75
	25	50	75												
0,00	VISUAL □	SÍMBOLO	MUESTRA N°	Golpes	N	P	q _u	Rec	w	pH					
1,00	LIMO CON ARENA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO, COLOR CAFÉ CLARO. (ML) K = 0,590 W/m-K R = 1,694 K-m/W		1A 2A	9 7 5	15 15 15	- - -	- - -	89	9,2	7,0	SMP				
2,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO A ALTO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (SM) K = 0,750 a 0,923 W/m-K R = 1,334 a 1,084 K-m/W		3A 4A 5A	6 6 6 5 5 5	15 15 15 15 15 15	- - - - - -	89 100	8,5 5,5	6,9 6,9						
2,50			6A	4 5 5	15 15 15	- - -	100	38,2	6,5						
3,00	ARCILLA LIMOSA, CONSISTENCIA SUAVE, PLASTICIDAD BAJA, CONTENIDO DE AGUA ALTO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (CL) K = 0,882 W/m-K R = 1,134 K-m/W		6A	2 2 2	15 15 15	- - -	100	55,2	6,0						
4,00	FIN DE SONDEO										3,00				
5,00															
ABREVIATURAS:		NR	No recuperado	25	50	75	OBSERVACIONES:								
NF - Nivel Freático		DT	-Do ble Tubo	● CONTENIDO DE AGUA					NF = No se detectó después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno.						
A - Alterada		TF	Tubo s de Forno						pH = Potencial de hidrógeno.						
I - Inalterada		BTC	-Broca Trico no												
R - Roca		BC	-Broca de Carburo												
N - Número		BD	-Broca de Diamante												
P - Penetración		HW	-Con el Peso del Martillo												
q _u - Compresión axial no confinada		RQD	-Índice de Calidad de la Roca						K - Conductividad térmica (W/m-K)						
w - Contenido de Agua		BCP	-Broca Cola de Pescado						R - Resistividad térmica (K-m/W)						
REC - % de Recuperación		SMP	-Co ritado co n Sacamuestra Partido												



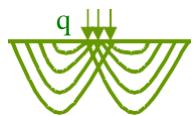
ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59
Arraiján, Calle Las Tecas, No.368
Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

PERFIL DE PERFORACIÓN											
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A. LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí. COORDENADAS: ESTE: 300962,74 m TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ NORTE: 931516,47 m ROTACIÓN □				HOYO No. ES2 FECHA: 2018/02/26 ESTACIÓN: --- ELEVACIÓN: --- m PERFORADOR: RG							
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							
0,00	SUCS ■	SÍMBOLO	MUESTRA N°	■ GOLPES /30 cm DECAÍDA				N	P	q _u	Rec
	VISUAL □			25	50	75	Golpes	cm	kg/cm ²	%	w %
1,00	LIMO CON ARENA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA A SUELTA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO, COLOR CAFÉ CLARO. (ML) K = 0,705 W/m-K R = 1,419 K-m/W		1A	12	15	-	-	100	12,5	6,9	SMP
			2A	12	15	-	-	100	12,0	6,8	
			3A	4	15	-	-	100	18,9	6,8	
			4A	2	15	-	-	100	8,4	6,9	
2,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD SUELTA A MEDIANAMENTE DENSA SEGÚN PROFUNDIZA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA MEDIO A BAJO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (SM) K = 0,818 W/m-K R = 1,222 K-m/W		5A	5	15	-	-	100	8,4	6,9	
3,00			6A	7	15	-	-	89	7,9	7,0	
				4	15	-	-	100	12,2	6,9	
				4	15	-	-				
				5	15	-	-				
4,00	FIN DE SONDEO										3,00
5,00											
ABREVIATURAS:		NR	No recuperado	25	50	75	OBSERVACIONES:				
NF - Nivel Freático		DT	Do ble Tubo	● C ONTENIDO DE AGUA			NF = No se detectó después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno.				
A - Alterada		TF	Tubo s de Fondo				pH = Potencial de hidrógeno.				
I - Inalterada		BTC	B ro ca Trico no								
R - Roca		BC	Broca de Carburo								
N - Número		BD	B ro ca de Diamante								
P - Penetración		HW	Con el Peso del Martillo								
q _u - Compresión axial no confinada		RQD	- Índice de Calidad de la Roca								
w - Contenido de Agua		BCP	Broca Cola de Pescado								
REC - % de Recuperación		SMP	Co rtado co n Sacamuestra Partido								

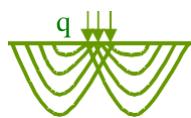


ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59
Arraiján, Calle Las Tecas, No.368
Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

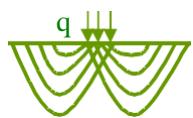
PERFIL DE PERFORACIÓN													
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.				HOYO No. ES3									
PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A.				FECHA: 2018/02/25									
LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí.				ESTACIÓN: ---									
COORDENADAS: ESTE: 300982,57 m NORTE: 931348,86 m				ELEVACIÓN: --- m									
TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ ROTACIÓN □				PERFORADOR: RG									
				HOJA No. 1 DE 1									
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO			SÍMBOLO MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							OBSERVACIÓN	
	SUCS ■				■ GOLPES /30 cm DECAÍDA	N	P	q _u	Rec	w	pH		
	VISUAL □					Golpes	cm	kg/cm ²	%	%			
0,00	LIMO CON ARENA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA MEDIO A BAJO, COLOR CAFÉ CLARO. (ML)			25	50	75							
1,00	K = 0,651 W/m-K R = 1,536 K-m/W			1A	10	15	-	89	21,8	6,9			
				2A	10	15	-	89	14,9	6,8			
				3A	8	15	-	84	4,9	7,0			
2,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO A MEDIO, COLOR CAFÉ CLARO A CAFÉ GRISÁCEO. (SM)			4A	6	15	-	89	26,9	6,6			
	K = 0,883 W/m-K R = 1,132 K-m/W			5A	5	15	-	100	22,5	6,9			
				6A	7	15	-	100	25,5	6,8			
3,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA A SUELTA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA MEDIO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (SM)									3,00			
	K = 0,877 W/m-K R = 1,140 K-m/W												
4,00	FIN DE SONDEO												
5,00													
ABREVIATURAS:				NR	No recuperado	25	50	75	OBSERVACIONES:				
NF - Nivel Freático				DT	-Do ble Tubo	● C ONTENIDO DE AGUA			NF = No se detectó después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno.				
A - Alterada				TF	Tubo s de Fo rro								
I - Inalterada				BTC	-B ro ca Trico no								
R - Roca				BC	-Bro ca de Carburo								
N - Número				BD	-B ro ca de Diamante								
P - Penetración				HW	-Con el Peso del Martillo				pH = Potencial de hidrógeno.				
q _u - Compresión axial no confinada				RQD	-Índice de Calidad de la Roca				K - Conductividad térmica (W/m-K)				
w - Contenido de Agua				BCP	-Bro ca Cola de Pescado				R - Resistividad térmica (K-m/W)				
REC - %de Recuperación				SMP	-Co rtado co n Sacamuestra P artido								



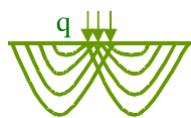
PERFIL DE PERFORACIÓN													
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A. LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí. COORDENADAS: ESTE: 300899,62 m TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ NORTE: 931207,10 m ROTACIÓN □				HOYO No. ES4 FECHA: 2018/02/25 ESTACIÓN: --- ELEVACIÓN: --- m PERFORADOR: RG									
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO		SÍMBOLO MUESTRA N° 0,00	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)								OBSERVACIÓN	
	SUCS	■		■ GOLPES /30 cm DECAÍDA		N	P	q _u	Rec	w	pH		
	VISUAL	□		25	50	75	Golpes	cm	kg/cm ²	%			
1,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO, COLOR CAFÉ CLARO A CAFÉ GRISÁCEO. (SM) K = 0,631 W/m-K R = 1,585 K-m/W		1A 2A 3A 4A 5A 6A	6	15	-	-	-	89	5,3	7,0	SMP	
2,00				6	15	-	-	-	100	4,6	7,0		
3,00				6	15	-	-	-	100	12,0	6,9		
4,00				6	15	-	-	-	100	4,2	7,0		
5,00				6	15	-	-	-	89	6,4	7,0		
				9	15	-	-	-	100	10,2	7,0		
	FIN DE SONDEO											3,00	
	ABREVIATURAS:			NR	-No recuperó	25	50	75				OBSERVACIONES:	
	NF - Nivel Freático			DT	-Do ble Tubo							NF = No se detectó después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno.	
	A - Alterada			TF	-Tubo s de Fo rro							pH = Potencial de hidrógeno.	
	I - Inalterada			BTC	-B ro ca Trico no								
	R - Roca			BC	-Broca de Carburo								
	N - Número			BD	-B ro ca de Diamante								
	P - Penetración			HW	-Con el Peso del Martillo								
	q _u - Compresión axial no confinada			RQD	-Índice de Calidad de la Roca								
	w - Contenido de Agua			BCP	-Broca Cola de Pescado								
	REC - % de Recuperación			SMP	-Co rrido co n Sacamuestra Partido								



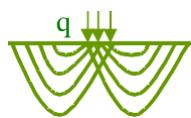
PERFIL DE PERFORACIÓN													
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.				HOYO No. ES5									
PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A.				FECHA: 2018/02/25									
LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí.				ESTACIÓN: ---									
COORDENADAS: ESTE: 300766,70 m NORTE: 931020,52 m				ELEVACIÓN: --- m				PERFORADOR: RG					
TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ ROTACIÓN □				HOJA No. 1 DE 1									
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO			SÍMBOLO MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)								OBSERVACIÓN
	SUCS ■	VISUAL □			GOLPES /30 cm DECAÍDA	N	P	q _u	Rec	w	pH		
0,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO, COLOR CAFÉ CLARO A CAFÉ GRISÁCEO. (SM)	1,00	2,00	3,00	25	50	75	Golpes	cm	kg/cm ²	%		
1,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO, COLOR CAFÉ CLARO A CAFÉ GRISÁCEO. (SM) K = 0,313 W/m-K R = 3,193 K-m/W	1A 2A 3A 4A 5A 6A	3A	9	15	-	-	89	4,1	7,0	SMP		
2,00			4A	11	15	-	-	89	5,9	7,0			
3,00			5A	7	15	-	-	100	1,9	7,0			
4,00			6A	9	15	-	-	100	2,1	6,9			
5,00											3,00		
ABREVIATURAS:	NR -No recuperó DT - Do ble Tubo TF - Tubo s de Fo rro			25	50	75	● CONTENIDO DE AGUA	OBSERVACIONES:					
NF - Nivel Freático A - Alterada I - Inalterada R - Roca N - Número P - Penetración q _u - Compresión axial no confinada w - Contenido de Agua REC - % de Recuperación	BTC - Broca Trico no BC - Broca de Carburo BD - Broca de Diamante HW - Con el Peso del Martillo RQD - Índice de Calidad de la Roca BCP - Broca Cola de Pescado S.M.P - Corteado con Sacamuestras Partido							NF = No se detectó después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno. pH = Potencial de hidrógeno. K - Conductividad térmica (W/m-K) R - Resistividad térmica (K-m/W)					



PERFIL DE PERFORACIÓN												
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A. LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí. COORDENADAS: ESTE: 300540,98 m TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ NORTE: 930874,62 m ROTACIÓN □				HOYO No. ES6 FECHA: 2018/02/25 ESTACIÓN: --- ELEVACIÓN: --- m PERFORADOR: RG								
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO		SÍMBOLO MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)								
	SUCS	■		■ GOLPES /30 cm DECAÍDA		N	P	q _u	Rec	w	pH	
	VISUAL	□		25 50 75	Golpes	cm	kg/cm ²	%	%			
0,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA A SUELTA SEGÚN PROFUNDIZA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO, COLOR CAFÉ CLARO. (SM) K = 0,886 W/m-K R = 1,129 K-m/W		1A 2A 3A		19 15 8	15 15 15	- - -	100	8,2	7,0	SMP	
1,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO A MEDIO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (SM) K = 0,826 W/m-K R = 1,211 K-m/W				4 4 5	15 15 15	- - -	89	12,4	6,8		
1,50					6 7 8	15 15 15	- - -	100	8,9	7,0		
2,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO A MEDIO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (SM) K = 0,826 W/m-K R = 1,211 K-m/W		4A 5A 6A		9 8 8	15 15 15	- - -	100	5,2	7,0	SMP	
3,00					7 5 7	15 15 15	- - -	100	5,9	6,9		
4,00	FIN DE SONDEO				7 8 9	15 15 15	- - -	100	18,5	6,8		
5,00											3,00	
ABREVIATURAS:		NR -No recuperado		25 50 75	C CONTENIDO DE AGUA			OBSERVACIONES:				
NF - Nivel Freático A - Alterada I - Inalterada R - Roca N - Número P - Penetración q _u - Compresión axial no confinada w - Contenido de Agua REC - %de Recuperación		DT - Doble Tubo		●				NF = 2,90m después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno. pH = Potencial de hidrógeno. K - Conductividad térmica (W/m-K) R - Resistividad térmica (K-m/W)				
		TF - Tubo s de Forro		BTC - Broca Tríco no BC - Broca de Carburo BD - Broca de Diamante HW - Con el Peso del Martillo RQD - Índice de Calidad de la Roca BCP - Broca Cola de Pescado SMP - Cortado con Sacamuestra Partido								

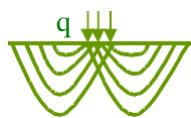


PERFIL DE PERFORACIÓN																
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A. LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí. COORDENADAS: ESTE: 300729,38 m TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ NORTE: 930821,52 m ROTACIÓN □				HOYO No. ES7 FECHA: 2018/02/25 ESTACIÓN: --- ELEVACIÓN: --- m PERFORADOR: RG												
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO		SÍMBOLO	MUESTRA No.	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							OBSERVACIÓN				
	SUCS	■			■ GOLPES /30 cm DECAÍDA		N	P	q _u	Rec	w					
	VISUAL	□			25	50	75	Golpes	cm	kg/cm ²	%	pH				
0,00	LIMO CON ARENA, COMPACIDAD SUELTA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO A ALTO, COLOR CAFÉ CLARO A CAFÉ GRISÁCEO. (ML) K = 0,642 a 0,858 W/m-K R = 1,559 a 1,166 K-m/W			1A 2A 3A	25	50	75	6 5 4	15 15 15	- - -	89	13,8	6,8	SMP		
1,00					25	50	75	3 3 3	15 15 15	- - -	89	24,9	6,9			
1,50					25	50	75	2 2 3	15 15 15	- - -	100	37,2	6,9			
2,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA A SUELTA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA ALTO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (SM)			4A 5A 6A	25	50	75	5 5 6	15 15 15	- - -	100	18,3	6,9			
3,00					25	50	75	7 6 6	15 15 15	- - -	100	26,5	6,5			
3,00					25	50	75	6 5 4	15 15 15	- - -	100	25,5	6,9			
4,00	FIN DE SONDEO				25	50	75							3,00		
5,00					25	50	75									
ABREVIATURAS:			NR - Nivel Freático DT - Doble Tubo TF - Tubo s de Forro BTC - Broca Tríco no B C - Broca de Carburo BD - Broca de Diamante HW - Con el Peso del Martillo R QD - Índice de Calidad de la Roca BCP - Broca Cola de Pescado S M P - Cortado con Sacamuestra Partido	25 50 75 ● C ONTENIDO DE AGUA	OBSERVACIONES:							pH = Potencial de hidrógeno. NF = 2,90m después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno. K - Conductividad térmica (W/m-K) R - Resistividad térmica (K-m/W)				

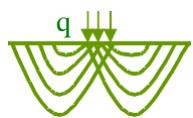


ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59
Arraiján, Calle Las Tecas, No.368
Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

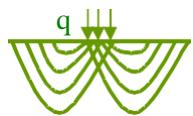
PERFIL DE PERFORACIÓN														
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.				HOYO No. ES8										
PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A.				FECHA: 2018/02/24										
LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí.				ESTACIÓN: ---										
COORDENADAS: ESTE: 300363,00 m NORTE: 930695,79 m				ELEVACIÓN: --- m				PERFORADOR: RG						
TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ ROTACIÓN □				HOJA No. 1 DE 1										
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO			SÍMBOLO MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)								OBSERVACIÓN	
	SUCS ■				■ GOLPES /30 cm DECAÍDA	N	P	q _u	Rec	w	pH			
	VISUAL □	25	50			75	Golpes	cm	kg/cm ²	%	%			
0,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD SUELTA A MEDIANAMENTE DENSA SEGÚN PROFUNDIZA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO, COLOR CAFÉ CLARO A CAFÉ GRISÁCEO. (SM)			1A	6 5 6	15 15 15	- - -	84	5,6	6,9	SMP			
1,00	K = 0,451 W/m-K R = 2,218 K-m/W			2A	3 4 3	15 15 15	- - -	100	3,3	7,0				
2,00				3A	5 6 5	15 15 15	- - -	100	4,0	6,9				
3,00				4A	7 6 6	15 15 15	- - -	89	4,4	7,0				
				5A	11 12 10	15 15 15	- - -	100	3,3	6,9				
				6A	10 11 13	15 15 15	- - -	100	3,3	7,0				
4,00	FIN DE SONDEO										3,00			
5,00														
ABREVIATURAS:				NR -No recuperó	25	50	75	OBSERVACIONES:						
NF - Nivel Freático				DT - Do ble Tubo				NF = No se detectó después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno.						
A - Alterada				TF - Tubo s de Fo rro				pH = Potencial de hidrógeno.						
I - Inalterada				BTC - B ro ca Trico no				K - Conductividad térmica (W/m-K)						
R - Roca				BC - Broca de Carburo				R - Resistividad térmica (K-m/W)						
N - Número				BD - B ro ca de Diamante										
P - Penetración				HW - Con el Peso del Martillo										
q _u - Compresión axial no confinada				RQD - Índice de Calidad de la Roca										
w - Contenido de Agua				BCP - Broca Cola de Pescado										
REC - % de Recuperación				SMP - Co rrido co n Sacamuestra Partido										



PERFIL DE PERFORACIÓN												
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A. LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí. COORDENADAS: ESTE: 300899,62 m TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ NORTE: 931207,10 m ROTACIÓN □				HOYO No. ES9 FECHA: 2018/02/24 ESTACIÓN: --- ELEVACIÓN: --- m PERFORADOR: RG								
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)								
0,00	SUCS ■	SÍMBOLO	MUESTRA N°	■ GOLPES /30 cm DECAÍDA			N	P	q _u	Rec	w	
	VISUAL □			25	50	75	Golpes	cm	kg/cm ²	%	%	
0,50	LIMO CON ARENA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO, COLOR CAFÉ CLARO. (ML)	1A	1A	9	15	-	-	-	-	89	10,6	6,8
1,00	K = 0,642 W/m-K R = 1,559 K-m/W	2A	2A	7	15	-	-	-	-	-	-	-
2,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD SUELTA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA BAJO A MEDIO, COLOR CAFÉ CLARO A CAFÉ GRISÁCEO. (SM)	3A	3A	6	15	-	-	-	-	100	6,4	6,9
3,00	K = 0,791 W/m-K R = 1,265 K-m/W	4A	4A	5	15	-	-	-	-	100	11,7	6,8
4,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA MEDIO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (SM)	5A	5A	5	15	-	-	-	-	100	13,9	6,9
5,00	FIN DE SONDEO	6A	6A	4	15	-	-	-	-	100	26,5	6,6
				5	15	-	-	-	-			
				6	15	-	-	-	-			
				8	15	-	-	-	-			
				11	15	-	-	-	-			
				13	15	-	-	-	-			
												3,00
ABREVIATURAS:				NR - No recuperó DT - Do ble Tubo TF - Tubo s de Fo rro								
NF - Nivel Freático A - Alterada I - Inalterada R - Roca N - Número P - Penetración q_u - Compresión axial no confinada w - Contenido de Agua REC - % de Recuperación				25 50 75 ● CONTENIDO DE AGUA								
				OBSERVACIONES: NF = No se detectó después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno. pH = Potencial de hidrógeno. K - Conductividad térmica (W/m-K) R - Resistividad térmica (K-m/W)								



PERFIL DE PERFORACIÓN											
PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A. LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí. COORDENADAS: ESTE: 300674,76 m TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ■ NORTE: 930548,03 m ROTACIÓN □				HOYO No. ES10 FECHA: 2018/02/24 ESTACIÓN: --- ELEVACIÓN: --- m PERFORADOR: RG							
PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							
0,00	SUCS ■	SÍMBOLO	MUESTRA N°	■ GOLPES /30 cm DECAÍDA			N	P	q _a	Rec	w
	VISUAL □			25	50	75	Golpes	cm	kg/cm ²	%	pH
0,50	LIMO CON ARENA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA ALTO, COLOR CAFÉ CLARO. (ML) K = 0,865 W/m-K R = 1,156 K-m/W	■	1A	5	15	-	-	-	-	100	31,5
1,00	ARENA LIMOSA, COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA, NO PLÁSTICO, CONTENIDO DE AGUA MEDIO A BAJO, COLOR CAFÉ CLARO A CAFÉ GRISÁCEO. (SM) K = 0,836 W/m-K R = 1,195 K-m/W	■	2A	6	15	-	-	-	-	100	25,5
1,50	ARCILLA CON ARENA, CONSISTENCIA FIRME, PLASTICIDAD BAJA, CONTENIDO DE AGUA ALTO, COLOR CAFÉ GRISÁCEO. (CL) K = 1,339 W/m-K R = 0,747 K-m/W	■	3A	6	15	-	-	-	-	100	13,3
2,00	FIN DE SONDEO	■	4A	7	15	-	-	-	-	100	32,6
3,00		■	5A	7	15	-	-	-	-	100	31,2
4,00		■	6A	8	15	-	-	-	-	100	28,2
5,00											3,00
ABREVIATURAS:		NR -No recuperar		25	50	75	OBSERVACIONES:				
NF - Nivel Freático A - Alterada I - Inalterada R - Roca N - Número P - Penetración q _a - Compresión axial no confinada w - Contenido de Agua REC - % de Recuperación		DT - Do ble Tubo TF - Tubo s de Forro		● CONTENIDO DE AGUA			NF = 2,90m después de 24 horas de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno.				
		BTC - Broca Tríco no BC - Broca de Carburo BD - Broca de Diamante HW - Con el Peso del Martillo RQD - Índice de Calidad de la Roca BCP - Broca Cola de Pescado SMP - Cortado con Sacamuestra Partido				pH = Potencial de hidrógeno. K - Conductividad térmica (W/m-K) R - Resistividad térmica (K-m/W)					



4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES:

4.1 Entorno geológico del sitio: El área del proyecto está representada por la formación **Las Lajas, Reciente** (QR-Ala) con materiales como aluviones, sedimentos no consolidados, areniscas, corales, manglares, conglomerados, lutitas carbonosas, deposiciones tipo delta. En cuanto al tiempo geológico, pertenece al Periodo Cuaternario³.

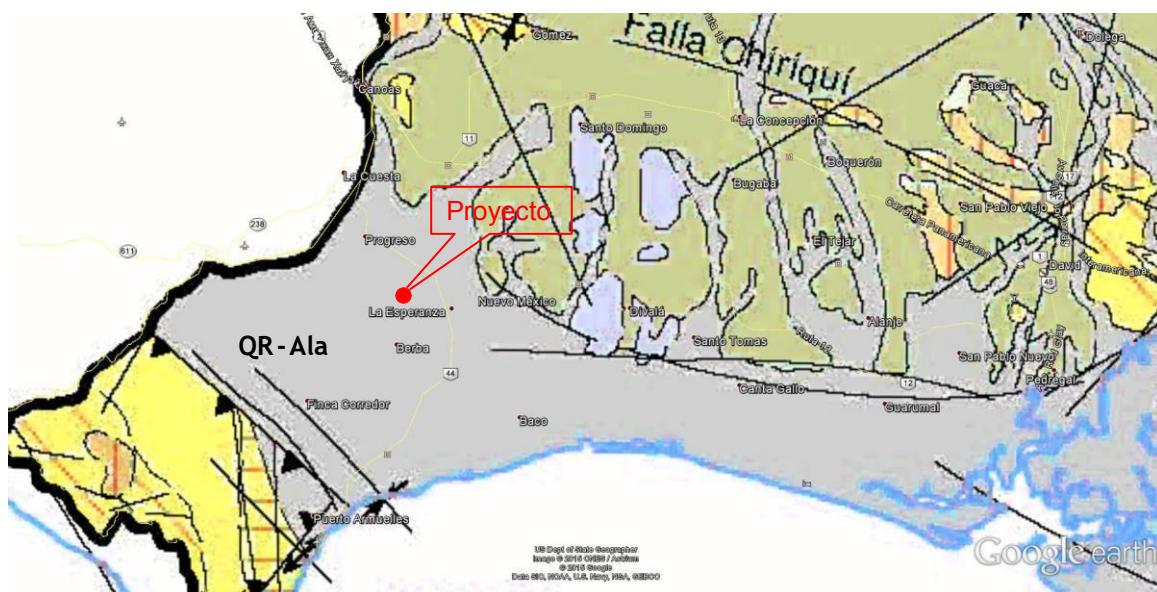


Figura 3 – Entorno geológico del sitio.

4.2 Descripción del perfil geotécnico: Las muestras obtenidas en la perforación fueron agrupadas visualmente, según la norma ASTM D2488, obteniéndose siete (7) muestras representativas de los suelos del área en estudio.

Los ensayos de caracterización, antes mencionados, fueron realizados de conformidad con las normativas indicadas en la **Tabla 7**.

³ Mapa Geológico, República de Panamá. Ministerio de Comercio e Industria. Recursos Minerales. Impreso por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. 1991.



Descripción	Normativa
Contenido de agua en una muestra de suelo	ASTM D4643
Límite líquido	BS 1377
Límite plástico e índice de plasticidad	ASTM D4318
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM C136
Lavado con el tamiz No. 200	ASTM C117 / AASHTO T 11
Proctor Estándar	ASTM D698
CBR	ASTM D1883
Clasificación de suelos SUCS/AASHTO	ASTM D2487/ AASHTO M145
Potencial de Hidrógeno	ASTM D4672
Conductividad térmica de suelo y temperatura	ASTM D5334
Cifras significativas en geotecnia	ASTM D6026

Tabla 7 - Descripción de las Pruebas y Prácticas de laboratorio y su normativa.

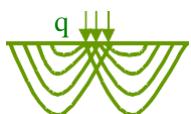
4.2 Estratigrafía de las perforaciones:

Los suelos que conforman el área en estudio son suelos sedimentarios, compuestas por una arena limosa (SM) y limo con arena (ML) (compacidad suelta a medianamente densa, no plástico, contenido de agua bajo a alto, color café claro a café grisáceo) y una arcilla limosa (CL) (consistencia suave a firme, plasticidad baja, contenido de agua alto, color café grisáceo).

Las características de estos estratos se pueden observarse en el perfil de perforación.

El nivel freático solo se detectó en los hoyos ES6, ES7 y ES10 a 2,90m de profundidad, después de terminada la perforación, bajo el nivel actual del terreno.

4.3 Resultados de pruebas de laboratorio: Se realizaron ensayos de clasificación (granulometría por tamizado y límites de consistencia) y conductividad térmica a las muestras de los suelos representativos del área en estudios. En el Apéndice "A",



Pruebas de Laboratorio, se muestran los resultados de las pruebas índice y de resistencia.

En las tablas 8 y 9, se presenta el Resumen de los resultados obtenidos en estos ensayos.

Grupo	R ₄	% T ₂₀₀	Límites de Consistencia, %			SUCS	AASHTO
			WL	WP	IP		
M-1	-	70,8	35,3	NP	NP	ML	A-4 (7)
M-2	-	15,3	29,5	NP	NP	SM	A-2-4
M-3	0,5	33,3	27,6	NP	NP	SM	A-2-4
M-4	0,3	25,5	29,4	NP	NP	SM	A-2-4
M-5	-	88,3	36,3	25,5	10,7	CL	A-6 (8)
M-6	-	84,7	32,6	22,1	10,5	CL	A-4 (8)
M-7	-	9,4	NP	NP	NP	SP-SM	A-3

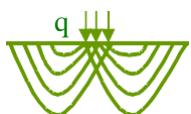
Tabla 8 - Resultados de pruebas de índice.

Grupo	SUCS	W _o %	γ _{s m ax.} t/m ³	CBR%	Kkg/cm ² /cm
M-7	SP-SM	18,5	1,583	19	7

Tabla 9 - Resultados de pruebas Proctor y CBR.

Donde:

- M-1 = Limo con arena (ML), color café claro a café grisáceo
- M-2 = Arena limosa (SM), color café claro a café grisáceo
- M-3 = Arena limosa (SM), color café claro a café grisáceo
- M-4 = Arena limosa (SM), color café claro a café grisáceo
- M-5 = Arcilla limosa (CL), color café grisáceo
- M-6 = Arcilla con arena (CL), color café grisáceo



M-7 = Arena mal graduada con limo (SP-SM), color café claro

R₄ = Porcentaje retenido acumulado en la malla No.4 (4,21 mm)

%T₂₀₀ = Porcentaje que pasa la malla No.200 (0,074 mm)

w_L = Límite líquido, %

w_P = Límite plástico, %

IP = Índice plástico, %

SUCS = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

AASHTO = American Association of State Highway and Transportation Officials

w_O = Contenido de agua óptimo, %

γ_{s max} = Peso volumétrico seco máximo, t/m³

CBR = Relación de Soporte de California, (%)

K = Módulo de reacción, kg/cm²/cm

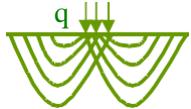
5. COMENTARIO:

Es frecuente la licuación en depósitos de suelos granulares finos (arenas), sin cohesión, de permeabilidad intermedia a baja, saturadas y en estado suelto, en lo que se produce la pérdida total de la resistencia al corte por acción de esfuerzos cortantes oscilantes mayores que la resistencia cíclica, inducida por un sismo.

Los efectos que se originan por la suscitación de licuación son: desplazamiento lateral de las capas superficiales, falla de flujo donde la pendiente sea mayor a 5% y pérdida de capacidad de carga.

De acuerdo a la gradación del suelo arenoso es muy probable la licuación del estrato arenoso (ver granulometría Apéndice "A").

6. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE: Los cimientos superficiales deben ser diseñados para que las cargas transmitidas al suelo no causen fallas de



capacidad de soporte, ni asentamientos excesivos que ocasionen daños a la estructura soportada.

6.1 Capacidad de soporte admisible en base a la SPT: La capacidad de soporte admisible de un suelo puede estimarse a partir de pruebas de campo. Los valores de resistencia (número de golpes por pie) obtenidos con los SPT están relacionados directamente con la capacidad de soporte de un suelo, sin embargo deben emplearse con cautela, ya que, en ciertas ocasiones pueden conducir a errores sustanciales.

Peck, Hanson & Thornburn (1974) proponen la siguiente ecuación semi-empírica para estimar la capacidad de soporte admisible (q_a) de un suelo:

$$q_a = 0,41 \cdot N \cdot \Delta$$

donde:

q_a = esfuerzo de compresión vertical que ocasiona un asentamiento ΔH en mm

N = número de golpes por pie

Δ = asentamiento total admisible en mm (normalmente 25,4mm)

C_w = factor de corrección por la presencia de nivel freático.

Siendo:

$$C_w = 0,5 + 0,5 \frac{D_w}{D_f + B}$$

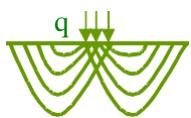
Donde:

$$0,5 < C_w < 1,0$$

D_w = profundidad del nivel freático medida desde la superficie del terreno

D_f = profundidad desde la base de la zapata hasta la superficie del terreno

B = ancho de la zapata



La cual se ha generalizado en la siguiente expresión:

$$q_u = q^2 = 1,0 \times 0,41 \times q \times 25,4/1000 \approx q$$

La **Tabla 10** presenta un resumen de los resultados de las SPT (valores no corregidos) realizadas en función de la profundidad.

Prof. (m)	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	ES6	ES7	ES8	ES9	ES10
0,50	12	22	18	12	12	23	9	11	13	11
1,00	12	5	11	11	11	9	6	7	10	11
1,50	12	4	12	11	22	15	5	11	9	13
2,00	10	12	15	15	23	16	11	12	10	8
2,50	10	7	13	16	23	12	12	22	11	11
3,00	4	9	5	19	23	17	9	24	24	15

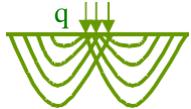
Tabla 10 - Resumen de las SPT en valores no corregidos de N

Los colores resaltados en la **Tabla 10** corresponden a los suelos encontrados:

- Limo con arena (ML), color café claro a café grisáceo
- Arena limosa (SM), color café claro a café grisáceo
- Arcilla con arena (CL), color café grisáceo

Cuando se excede la capacidad máxima de los parámetros geotécnicos, localmente se ocasionan pérdidas de resistencia y ocurre una redistribución de esfuerzos que produce pérdidas de resistencia generales, las cuales eventualmente conducen a fallas.

Con el objetivo de prevenir dichas fallas, se establece el procedimiento de definición de valores característicos de los parámetros geotécnicos a partir de los



resultados de laboratorio y/o observaciones de campo con la aplicación de métodos estadísticos.

El valor característico se define como el valor seleccionado que afecta la ocurrencia del estado límite.

El uso de métodos estadísticos implica la disponibilidad de un número suficiente de resultados de ensayos. Las técnicas estadísticas tienen el objetivo de calcular el valor característico a partir de los parámetros estadísticos de las muestras (valor promedio, desviación estándar, coeficiente de variación). El valor característico seleccionado es aquel con poca probabilidad (menor al 5%) de que el valor gobernante del estado límite sea menos favorable que el valor característico.

Para la adecuada estimación del valor característico, se estima el valor promedio del parámetro gobernante del estado límite con nivel de confiabilidad del 95% que dicho valor sea más favorable que el valor característico.

Para determinar los valores característicos (x_k) de los resultados de los SPT realizados por estrato, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

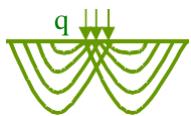
$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$v_x = \frac{s_x}{\bar{x}}$$

$$k_n = 1,64 \sqrt{\frac{1}{n}}$$

$$x_k = \bar{x} (1 - k_n v_x)$$

Siendo la cantidad de ensayos realizados (n), el promedio aritmético de los resultados de los ensayos (\bar{x}), la desviación estándar muestral (s_x), el coeficiente de variación (v_x), el coeficiente estadístico de Student (k_n), y el valor característico (x_k).



La **Tabla 11** resume el cálculo de los valores característicos correspondientes a los estratos encontrados:

Estrato	ML	SM	CL
Profundidad	0,00 - 1,50	0,00 - 3,00	2,00 - 3,00
Número de ensayos	12	43	5
Valor máximo	22	24	15
Valor mínimo	5	4	4
Valor Promedio (\bar{x})	11	14	10
Desviación estándar (s_x)	5	5	4
Coeficiente de variación (v_x)	0,45	0,39	0,42
Coeficiente estadístico (k_n)	0,47	0,25	0,73
Valor característico (x_k)	9	12	7

Tabla 11 - Valores característico de la SPT

Estrato	Profundidad m	Capacidad de soporte t/m ²
Limo con arena (ML), color café claro a café grisáceo	≤ 1,50	9
Arena limosa (SM), color café claro a café grisáceo	> 1,50	12
Arcilla con arena (CL), color café grisáceo	> 2,00	7
Tabla 12 - Capacidad de Soporte Admisible		

Es importante advertir que las capacidades de soporte indicadas en el cuadro anterior son capacidades obtenidas a partir de la SPT para condiciones de desplante fuera de laderas y sin flujo de agua.

6.3 Clasificación del Sitio: se ha clasificado el sitio de acuerdo con el criterio establecido con el Capítulo 5 Geotecnia del Reglamento Estructural de Panamá REP-04. La tabla 13 presenta un resumen de los términos descritos.

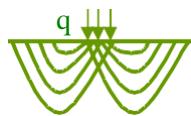


Tabla 13 Clasificación del Tipo de Perfil del Suelo⁴

Tipo de perfil de suelo	Velocidad de onda cortante, v_s	Número de Golpes N ó N_{ch}	Resistencia cortante no confinada, S_u
A Roca dura	>1500 m/s	No es aplicable	No es aplicable
B Roca	760 a 1500 m/s	No es aplicable	No es aplicable
C Suelo muy denso y roca suave	370 a 760 m/s	>50	>100 kPa
D Suelo rígido	180 a 370 m/s	15 a 50	50 a 100 kPa
E Suelo	<180 m/s	<15	<50 kPa
F Suelo que requiere evaluación específica del sitio	1. Suelos vulnerables a falla potencial o colapso 2. Arcillas altamente orgánicas 3. Arcillas de plasticidad muy alta 4. Arcillas suaves o medianas muy espesas		

En la tabla 14 se presenta el número de golpes promedio no corregidos, \bar{N} , para los hoyos ES1 a ES10. Para los primeros 3,00 metros de profundidad corresponde una clasificación del sitio E.

Tabla 14 Número de golpes promedio no corregidos

Hoyo	$\sum d_i$	$\sum \frac{d_i}{N_{ii}}$	$\bar{N} = \frac{\sum d_i}{\sum \frac{d_i}{N_i}}$	Tipo de perfil de suelos
ES1	3,00	0,34	9	E
ES2	3,00	0,41	7	E
ES3	3,00	0,28	11	E
ES4	3,00	0,23	13	E
ES5	3,00	0,18	17	D
ES6	3,00	0,21	14	E

⁴ Tabla 4.1.4.2 del Capítulo 5 Geotecnia del REP-04.

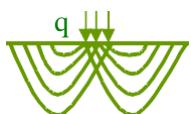


Tabla 14 Número de golpes promedio no corregidos

Hoyo	$\sum d_i$	$\sum \frac{d_i}{N_{i,i}}$	$N = \frac{\sum d_i}{\sum \frac{d_i}{N_i}}$	Tipo de perfil de suelos
ES7	3,00	0,38	8	E
ES8	3,00	0,25	12	E
ES9	3,00	0,26	11	E
ES10	3,00	0,27	11	E
Clasificación del Suelo = E (suelos)				

A continuación se presenta un resumen de coeficientes y valores sísmicos de acuerdo al REP 2004 según el sitio y tipo de perfil de suelo.

Ciudad	Coeficiente de aceleración	
	A _a	A _v
Puerto Armuelles	0,25	0,34

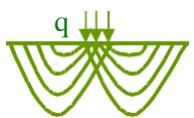
Valores de F_a y F_v como función de condiciones de sitio e intensidad del movimiento.

Valores	Tipo de perfil de suelo	Intensidad de movimiento A _a				
		$\leq 0,1 \text{ g}$	0,2 g	0,3 g	0,4 g	$\geq 0,5 \text{ g}$ ⁵
F _a	E	2,5	1,7	1,2	0,9	a
F _v		3,5	3,2	2,8	2,4	a

Coeficiente sísmico C_a y C_v

Coeficiente sísmico	Tipo de perfil de suelo	Intensidad de movimiento A _a						
		$< 0,05 \text{ g}$	0,05 g	0,1 g	0,2 g	0,3 g	0,4 g	$\geq 0,5 \text{ g}$ ⁵
C _a	E	A _a	0,13	0,25	0,34	0,36	0,36	a
C _v		A _v	0,18	0,35	0,64	0,84	0,96	a

⁵ Estudios específicos requeridos según la sección 4.1.4.2.3 pueden resultar en valores más altos de A_a, A_v que los que aparecen en los mapas de amenaza sísmica.



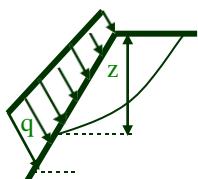
Esta información, en conjunto con la información adicional incluida en el resto del Informe Geológico constituye elementos de referencia para el diseño conceptual de las estructuras del proyecto, los cuales serán utilizados por el Ingeniero Estructural, es nuestra política suministrar esta información y dejar a decisión del Ingeniero Estructural la selección del tipo, profundidad de desplante, o cualquier otra decisión de diseño de la fundaciones, las cuales involucran una evaluación sistemática de la magnitud y naturaleza de los esfuerzos que controlan el diseño.

El Ingeniero Estructural deberá estimar la magnitud de los asentamientos diferenciales y estabilidad del conjunto, para distintas condiciones de carga de diseño.

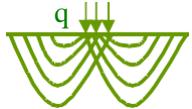
7. APÉNDICES: Se adjuntan los siguientes apéndices:

Apéndice "A": Pruebas de Laboratorio (24 hojas)

Atentamente,

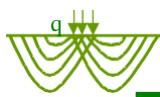


M.I. Carlos Mario Mesa J.
Consultor en Geotecnia
Lic. No. 96-006-062



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59
Arraiján, Calle Las Tecas, No.368
Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

Apéndice “A”: Pruebas de Laboratorio



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	<u>La Esperanza Solar 20 MW, S.A.</u>	MUESTRA No.	<u>M-1</u>
PROMOTOR	<u>Progreso Solar 20 MW, S.A.</u>	LOCALIZACION:	<u>Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí</u>
MUESTREADO POR	<u>El Vicar, S.A.</u>	FECHA:	<u>2018/02/24-26</u>
PREPARADO POR	<u>JB</u>	FECHA:	<u>2018/03/11</u>
		FUENTE :	<u>El Proyecto</u>
HOYO:	<u>ES1: 1A / 2A</u>	<u>ES2: 1A / 2A</u>	<u>ES3: 1A / 2A</u>
	<u>ES9: 1A</u>	<u>ES10: 1A</u>	<u>ES7: 1A / 2A / 3A</u>
PROFUNDIDAD (m):	<u>ES1: 0,00 - 1,00</u>	<u>ES2: 0,00 - 1,00</u>	<u>ES3: 0,00 - 1,00</u>
	<u>ES9: 0,00 - 0,50</u>	<u>ES10: 0,00 - 0,50</u>	<u>ES7: 0,00 - 1,50</u>

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

TAMIZ	RETENIDO ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
...				
4 1/2"				
4"				
3 1/2"				
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
# 4				

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
# 4				
# 8				
# 10				100,0
# 16	4,0	0,7	99,3	99,3
# 20	6,0	1,0	99,0	99,0
# 30	8,5	1,4	98,6	98,6
# 40	12,0	2,0	98,0	98,0
# 50	17,5	2,9	97,1	97,1
# 60	31,0	5,2	94,8	94,8
# 100	124,0	20,7	79,3	79,3
# 200	175,5	29,3	70,8	70,8

AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca 600,00 g

Peso Seco Despues de Lavado 176,00 g

% Grava 12,6 % Arena 16,7 % Finos 70,8

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO BS 1377 Cono Ingles Peso del Cono = 76 g V = 60°

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELO HUM. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	NUMERO DE GOLPES
T-25	18,75	83,55	67,39	16,2	48,6	33,2	12,58
T-18	18,58	82,18	65,80	16,4	47,2	34,7	15,96
T-22	18,51	80,74	64,33	16,4	45,8	35,8	23,49

LIMITE PLASTICO ASTM D4318

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELO HUM. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	PROM.
	NP	NP	NP				
	NP	NP	NP				

DESCRIPCION DEL MATERIAL Limo con arena, no plástico, color café claro a café grisáceo.

OBSERVACION:

WL = 35,3 %

WP = NP %

IP = NP %

CLASIFICACION SUCS

CLASIFICACION AASHTO

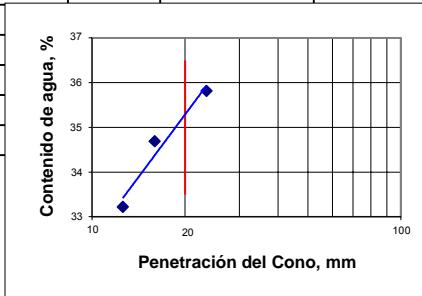
LABORATORISTA: JB

ML

A-4 (7)

REVISADO POR: CMM

FECHA: 2018/03/12





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

PROYECTO : La Esperanza Solar 20 MW, S.A.
PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A.
DESCRIPCION : Limo con arena (ML), no plástico, color café claro a café grisáceo

PESO MUESTRA TOTAL SECA : 600,00 g **GRUPO :** M-1
PESO SECO DESPUÉS DE LAVADO: 176,00 g **HOYO :**
MUESTREADO POR : El Vicar, S.A. **MUESTRA :**
FUENTE : El Proyecto **PROF. (m) :** Superficial
FECHA : 2018-03-11

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C 136

Tamiz No.	Abertura mm	Peso Retenido g	Peso Ret. Acumulado, g	% Retenido	% Que Pasa	Corrección % Que Pasa
3"	76,20					
2 1/2"	63,50					
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,700					
3/8"	9,520					
No.4	4,760					
No.8	2,380					
No.10	2,000				100,0	100,0
No.16	1,190	4,0	4,0	0,7	99,3	99,3
No.20	0,841	2,0	6,0	1,0	99,0	99,0
No.30	0,590	2,5	8,5	1,4	98,6	98,6
No.40	0,420	3,5	12,0	2,0	98,0	98,0
No.50	0,297	5,5	17,5	2,9	97,1	97,1
No.60	0,250	13,5	31,0	5,2	94,8	94,8
No.100	0,149	93,0	124,0	20,7	79,3	79,3
No.200	0,074	51,5	175,5	29,3	70,8	70,8

OBSERVACIONES:

FECHA: 2018-03-12 PROBADO POR: JB

REVISADO POR: CMM



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

LOCALIZACION: Prov. Chiriquí

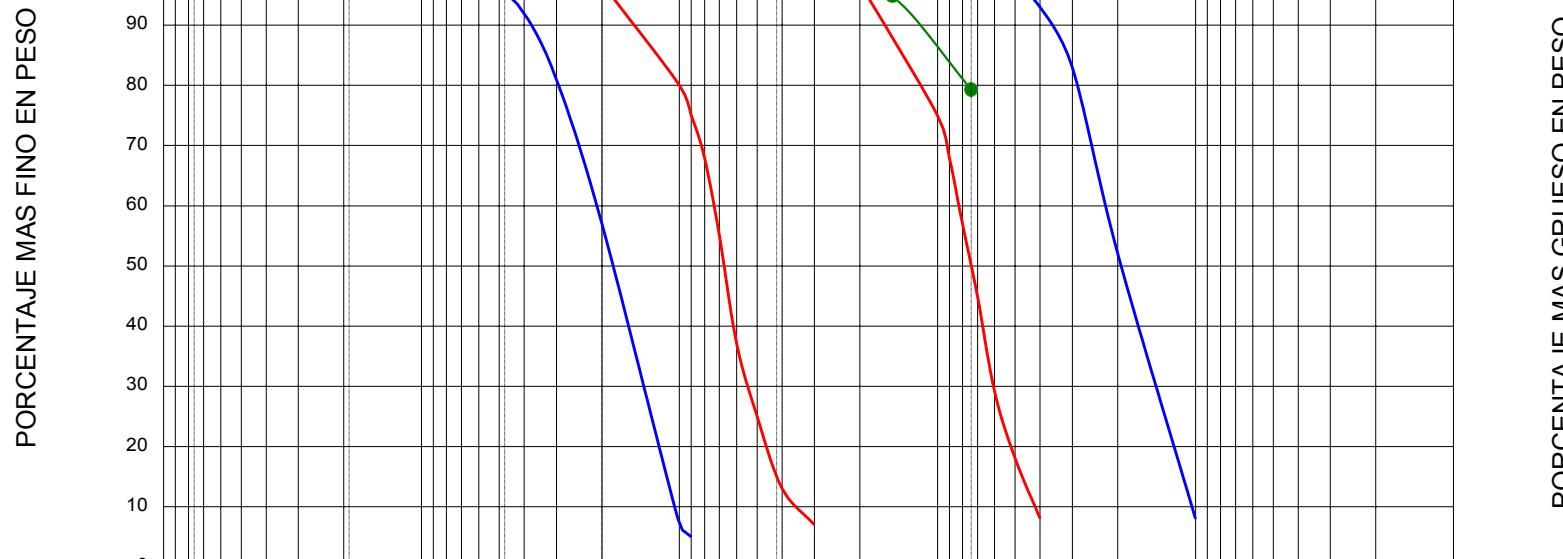
CANTERA :

HOYO:

MUESTRA:

M-1

PROF. (m):



GRAVA		ARENA			LIMO Y / O ARCILLA	
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA		

 D_{10}

mm

CONTENIDO

 D_{30}

mm

>3"

%

 D_{60}

mm

GRAVA

12,6

%

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

 $Cu = D_{60}/D_{10}$

ARENA

16,7

%

 $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$

FINOS

70,8

%

<2 μ

%

OBSERVACIONES:



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: <u>La Esperanza Solar 20 MW, S.A.</u>	MUESTRA No. <u>M-2</u>
PROMOTOR <u>Progreso Solar 20 MW, S.A.</u>	LOCALIZACION: <u>Madre Vieja, corregimiento</u>
MUESTREADO POR <u>El Vicar, S.A.</u>	<u>Progreso, distrito Barú,</u>
PREPARADO POR <u>JB</u>	<u>provincia Chiriquí</u>
	FUENTE : <u>El Proyecto</u>
HOYO: <u>ES5: 1A - 6A</u>	<u>ES8: 1A - 6A</u>
PROFUNDIDAD (m): <u>ES5: 0,00 - 3,00</u>	<u>ES8: 0,00 - 3,00</u>

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

TAMIZ	RETENIDO ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
4 1/2"				
4"				
3 1/2"				
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
# 4				

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
# 4			100,0	100,0
# 8	0,5	0,1	99,9	99,9
# 10	1,0	0,2	99,8	99,8
# 16	3,0	0,5	99,5	99,5
# 20	8,5	1,4	98,6	98,6
# 30	46,0	7,7	92,3	92,3
# 40	176,5	29,4	70,6	70,6
# 50	343,5	57,3	42,8	42,8
# 60	394,5	65,8	34,3	34,3
# 100	488,5	81,4	18,6	18,6
# 200	508,5	84,8	15,3	15,3

AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca 600,00 g

Peso Seco Despues de Lavado 508,00 g

% Grava 0,0 % Arena 84,8 % Finos 15,3

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO BS 1377 Cono Ingles Peso del Cono = 76 g V = 60°

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELLO HUM. (g)	TARA + SUELLO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELLO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	NUMERO DE GOLPES
T-10	18,48	86,37	71,44	14,9	53,0	28,2	13,15
T-8	18,63	87,90	72,40	15,5	53,8	28,8	17,58
T-2	15,48	85,79	69,66	16,1	54,2	29,8	20,52

LIMITE PLASTICO ASTM D4318

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELLO HUM. (g)	TARA + SUELLO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELLO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	PROM.
	NP	NP	NP				
	NP	NP	NP				

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Arena limpia, no plástico, color café claro a café grisáceo.

OBSERVACION:

WL = 29,5 %

WP = NP %

IP = NP %

CLASIFICACION SUCS

SM

CLASIFICACION AASHTO

A-2-4

LABORATORISTA: JB

REVISADO POR: CMM

FECHA: 2018/03/12





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

PROYECTO : La Esperanza Solar 20 MW, S.A.
PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A.
DESCRIPCION : Arena limosa (SM), no plástico, color café claro a café grisáceo

PESO MUESTRA TOTAL SECA : 600,00 g **GRUPO :** M-2
PESO SECO DESPUÉS DE LAVADO: 508,00 g **HOYO :**
MUESTREADO POR : El Vicar, S.A. **MUESTRA :**
FUENTE : El Proyecto **PROF. (m) :** Superficial
FECHA : 2018-03-11

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C 136

Tamiz No.	Abertura mm	Peso Retenido g	Peso Ret. Acumulado, g	% Retenido	% Que Pasa	Corrección % Que Pasa
3"	76,20					
2 1/2"	63,50					
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,700					
3/8"	9,520					
No.4	4,760				100,0	100,0
No.8	2,380	0,5	0,5	0,1	99,9	99,9
No.10	2,000	0,5	1,0	0,2	99,8	99,8
No.16	1,190	2,0	3,0	0,5	99,5	99,5
No.20	0,841	5,5	8,5	1,4	98,6	98,6
No.30	0,590	37,5	46,0	7,7	92,3	92,3
No.40	0,420	130,5	176,5	29,4	70,6	70,6
No.50	0,297	167,0	343,5	57,3	42,8	42,8
No.60	0,250	51,0	394,5	65,8	34,3	34,3
No.100	0,149	94,0	488,5	81,4	18,6	18,6
No.200	0,074	20,0	508,5	84,8	15,3	15,3

OBSERVACIONES:

FECHA: 2018-03-12 PROBADO POR: JB

REVISADO POR: CMM



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

LOCALIZACION: Prov. Chiriquí

CANTERA :

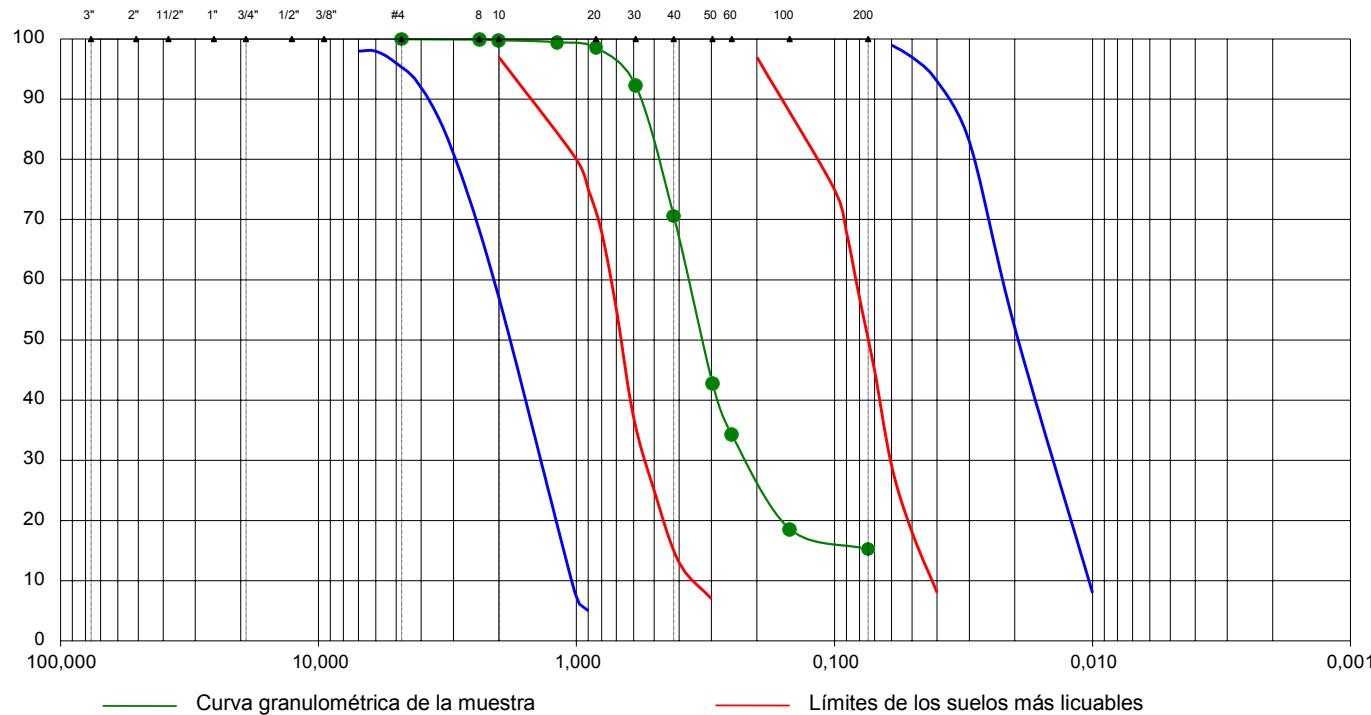
HOYO:

MUESTRA:

M-2

PROF. (m):

PORCENTAJE MAS FINO EN PESO



Curva granulométrica de la muestra

Límites de los suelos más licuables

Límites de los suelos potencialmente licuables

GRAVA		ARENA			LIMO Y / O ARCILLA
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	

 D_{10}

mm

CONTENIDO

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

 D_{30}

mm

>3" %

Arena limosa (SM), no plástico, color café claro a
café grisáceo. D_{60}

mm

GRAVA %

%

 $Cu = D_{60}/D_{10}$

ARENA %

%

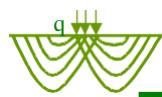
OBSERVACIONES:

 $Cc = (D_{30})^2/D_{10} * D_{60}$

FINOS %

%

<2 μ %



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	<u>La Esperanza Solar 20 MW, S.A.</u>	MUESTRA No.	<u>M-3</u>
PROMOTOR	<u>Progreso Solar 20 MW, S.A.</u>	LOCALIZACION:	<u>Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí</u>
MUESTREADO POR	<u>El Vicar, S.A.</u>	FECHA:	<u>2018/02/24-26</u>
PREPARADO POR	<u>JB</u>	FECHA:	<u>2018/03/11</u>
		FUENTE :	<u>El Proyecto</u>
HOYO:	<u>ES1: 3A / 4A / 5A ES6: 1A / 2A / 3A</u>	<u>ES2: 3A - 6A ES9: 2A / 3A / 4A</u>	<u>ES3: 3A / 4A ES10: 2A / 3A</u>
PROFUNDIDAD (m):	<u>ES1: 1,00 - 2,50 ES6: 0,00 - 1,50</u>	<u>ES2: 1,00 - 3,00 ES9: 0,50 - 2,00</u>	<u>ES3: 1,00 - 2,00 ES10: 0,50 - 1,50</u>
			<u>ES4: 1A - 6A ES4: 0,00 - 3,00</u>

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

TAMIZ	RETENIDO ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
...				
4 1/2"				
4"				
3 1/2"				
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"		100,0	100,0	
3/8"	<u>2,0</u>	0,3	99,7	99,7
# 4	<u>3,0</u>	0,5	99,5	99,5

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
# 4	<u>3,0</u>	0,5	99,5	99,5
# 8	<u>4,5</u>	0,8	99,3	99,3
# 10	<u>5,5</u>	0,9	99,1	99,1
# 16	<u>9,5</u>	1,6	98,4	98,4
# 20	<u>16,5</u>	2,8	97,3	97,3
# 30	<u>38,0</u>	6,3	93,7	93,7
# 40	<u>73,5</u>	12,3	87,8	87,8
# 50	<u>122,0</u>	20,3	79,7	79,7
# 60	<u>165,5</u>	27,6	72,4	72,4
# 100	<u>352,0</u>	58,7	41,3	41,3
# 200	<u>400,0</u>	66,7	33,3	33,3

AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca 600,00 g

Peso Seco Despues de Lavado 401,50 g

% Grava 0,5 % Arena 66,2 % Finos 33,3

LÍMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO BS 1377 Cono Ingles Peso del Cono = 76 g V = 60°

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELO HUM. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	NUMERO DE GOLPES
T-34	<u>18,38</u>	<u>85,37</u>	<u>71,44</u>	13,9	53,1	26,3	<u>12,15</u>
T-41	<u>18,65</u>	<u>86,90</u>	<u>72,40</u>	14,5	53,8	27,0	<u>16,98</u>
T-34	<u>15,42</u>	<u>84,79</u>	<u>69,66</u>	15,1	54,2	27,9	<u>21,10</u>

LIMITE PLASTICO ASTM D4318

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELO HUM. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	PROM.
	<u>NP</u>	<u>NP</u>	<u>NP</u>				
	<u>NP</u>	<u>NP</u>	<u>NP</u>				

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Arena limpia, no plástico, color café claro a café grisáceo.

OBSERVACION:

WL = 27,6 %

WP = NP %

IP = NP %

CLASIFICACION SUCS

CLASIFICACION AASHTO

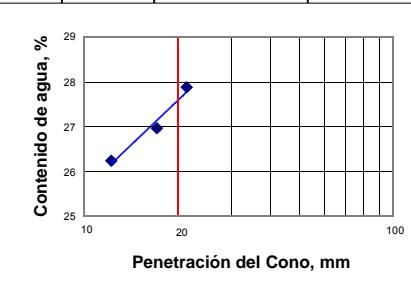
LABORATORISTA: JB

SM

A-2-4

REVISADO POR: CMM

FECHA: 2018/03/12





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

PROYECTO : La Esperanza Solar 20 MW, S.A.
PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A.
DESCRIPCION : Arena limosa (SM), no plástico, color café claro a café grisáceo

PESO MUESTRA TOTAL SECA : 600,00 g **GRUPO :** M-3
PESO SECO DESPUÉS DE LAVADO: 401,50 g **HOYO :**
MUESTREADO POR : El Vicar, S.A. **MUESTRA :**
FUENTE : El Proyecto **PROF. (m) :** Superficial
FECHA : 2018-03-11

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C 136

Tamiz No.	Abertura mm	Peso Retenido g	Peso Ret. Acumulado, g	% Retenido	% Que Pasa	Corrección % Que Pasa
3"	76,20					
2 1/2"	63,50					
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,700				100,0	100,0
3/8"	9,520	2,0	2,0	0,3	99,7	99,7
No.4	4,760	1,0	3,0	0,5	99,5	99,5
No.8	2,380	1,5	4,5	0,8	99,3	99,3
No.10	2,000	1,0	5,5	0,9	99,1	99,1
No.16	1,190	4,0	9,5	1,6	98,4	98,4
No.20	0,841	7,0	16,5	2,8	97,3	97,3
No.30	0,590	21,5	38,0	6,3	93,7	93,7
No.40	0,420	35,5	73,5	12,3	87,8	87,8
No.50	0,297	48,5	122,0	20,3	79,7	79,7
No.60	0,250	43,5	165,5	27,6	72,4	72,4
No.100	0,149	186,5	352,0	58,7	41,3	41,3
No.200	0,074	48,0	400,0	66,7	33,3	33,3

OBSERVACIONES:

FECHA: 2018-03-12 PROBADO POR: JB

REVISADO POR: CMM



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

LOCALIZACION: Prov. Chiriquí

CANTERA :

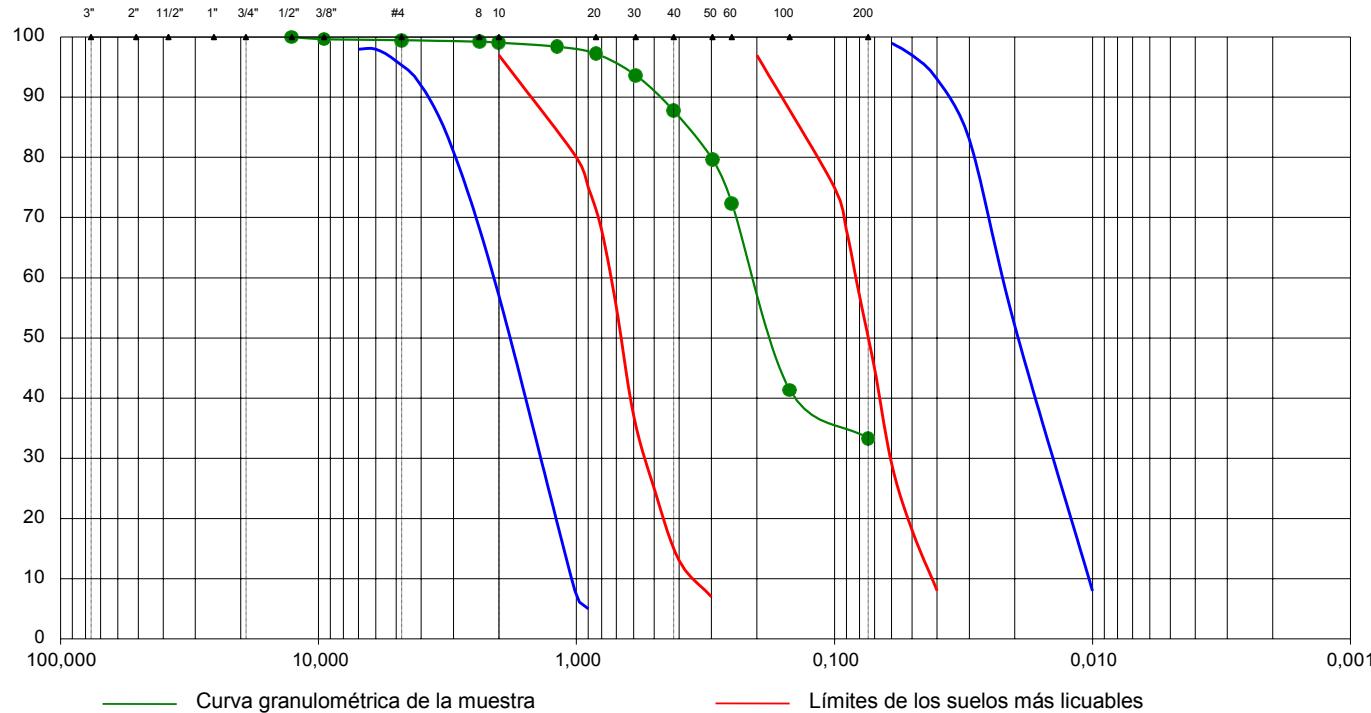
HOYO:

MUESTRA:

M-3

PROF. (m):

PORCENTAJE MAS FINO EN PESO



GRAVA		ARENA			LIMO Y / O ARCILLA
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	

 D_{10}

mm

CONTENIDO

 D_{30}

mm

>3"

%

 D_{60}

mm

GRAVA

0,5

%

 $Cu = D_{60}/D_{10}$

ARENA

66,2

%

 $Cc = (D_{30})^2/D_{10} * D_{60}$

FINOS

33,3

%

<2 μ

%

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

Arena limosa (SM), no plástico, color café claro a
café grisáceo.

OBSERVACIONES:



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. MUESTRA No. M-4
 PROMOTOR Progreso Solar 20 MW, S.A. LOCALIZACION: Madre Vieja, corregimiento
 MUESTREADO POR El Vicar, S.A. FECHA: 2018/02/24-26
 PREPARADO POR JB FECHA: 2018/03/11
 FUENTE: El Proyecto
 HOYO: ES3: 5A / 6A ES6: 4A / 5A / 6A ES7: 4A / 5A / 6A ES9: 5A / 6A
 PROFUNDIDAD (m): ES3: 2,00 - 3,00 ES6: 1,50 - 3,00 ES7: 1,50 - 3,00 ES9: 2,00 - 3,00

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

TAMIZ	RETENIDO ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
4 1/2"				
4"				
3 1/2"				
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
# 4	<u>1,5</u>	0,3	99,8	99,8

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
# 4	1,5	0,3	99,8	99,8
# 8	4,0	0,7	99,3	99,3
# 10	8,0	1,3	98,7	98,7
# 16	15,5	2,6	97,4	97,4
# 20	28,5	4,8	95,3	95,3
# 30	74,5	12,4	87,6	87,6
# 40	155,0	25,8	74,2	74,2
# 50	252,0	42,0	58,0	58,0
# 60	298,0	49,7	50,3	50,3
# 100	412,0	68,7	31,3	31,3
# 200	447,0	74,5	25,5	25,5

AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca 600,00 g
 Peso Seco Despues de Lavado 448,00 g
 % Grava 0,3 % Arena 74,3 % Finos 25,5

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO BS 1377 Cono Ingles Peso del Cono = 76 g V = 60°

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELO HUM. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	NUMERO DE GOLPES
T-18	<u>18,70</u>	<u>87,05</u>	<u>72,35</u>	<u>14,7</u>	<u>53,7</u>	<u>27,4</u>	<u>11,20</u>
T-23	<u>15,32</u>	<u>82,16</u>	<u>67,26</u>	<u>14,9</u>	<u>51,9</u>	<u>28,7</u>	<u>16,57</u>
T-33	<u>18,55</u>	<u>82,20</u>	<u>67,65</u>	<u>14,6</u>	<u>49,1</u>	<u>29,6</u>	<u>20,82</u>

LIMITE PLASTICO ASTM D4318

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELO HUM. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	PROM.
	NP	NP	NP				
	NP	NP	NP				

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Arena limpia, no plástico, color café claro a café grisáceo.

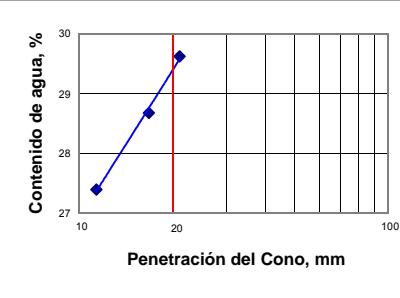
OBSERVACION:

WL = 29,4 %WP = NP %IP = NP %

CLASIFICACION SUCS

SM

CLASIFICACION AASHTO

A-2-4LABORATORISTA: JBREVISADO POR: CMMFECHA: 2018/03/16



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

PROYECTO : La Esperanza Solar 20 MW, S.A.
PROMOTOR : Progreso Solar 20 MW, S.A.
DESCRIPCION : Arena limosa (SM), no plástico, color café claro a café grisáceo.

PESO MUESTRA TOTAL SECA : 600,00 g **GRUPO :** M-4
PESO SECO DESPUÉS DE LAVADO: 448,00 g **HOYO :** _____
MUESTREADO POR : El Vicar, S.A. **MUESTRA :** _____
FUENTE : El Proyecto **PROF. (m) :** Superficial
FECHA : 2018-03-16

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

Tamiz No.	Abertura mm	Peso Retenido g	Peso Ret. Acumulado, g	% Retenido	% Que Pasa	Corrección % Que Pasa
3"	76,20					
2 1/2"	63,50					
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,700					
3/8"	9,520				100,0	100,0
No.4	4,760	1,5	1,5	0,3	99,8	99,8
No.8	2,380	2,5	4,0	0,7	99,3	99,3
No.10	2,000	4,0	8,0	1,3	98,7	98,7
No.16	1,190	7,5	15,5	2,6	97,4	97,4
No.20	0,841	13,0	28,5	4,8	95,3	95,3
No.30	0,590	46,0	74,5	12,4	87,6	87,6
No.40	0,420	80,5	155,0	25,8	74,2	74,2
No.50	0,297	97,0	252,0	42,0	58,0	58,0
No.60	0,250	46,0	298,0	49,7	50,3	50,3
No.100	0,149	114,0	412,0	68,7	31,3	31,3
No.200	0,074	35,0	447,0	74,5	25,5	25,5

OBSERVACIONES:

FECHA: 2018-03-16 PROBADO POR: JBREVISADO POR: CMM



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

LOCALIZACION: Prov. Chiriquí

CANTERA :

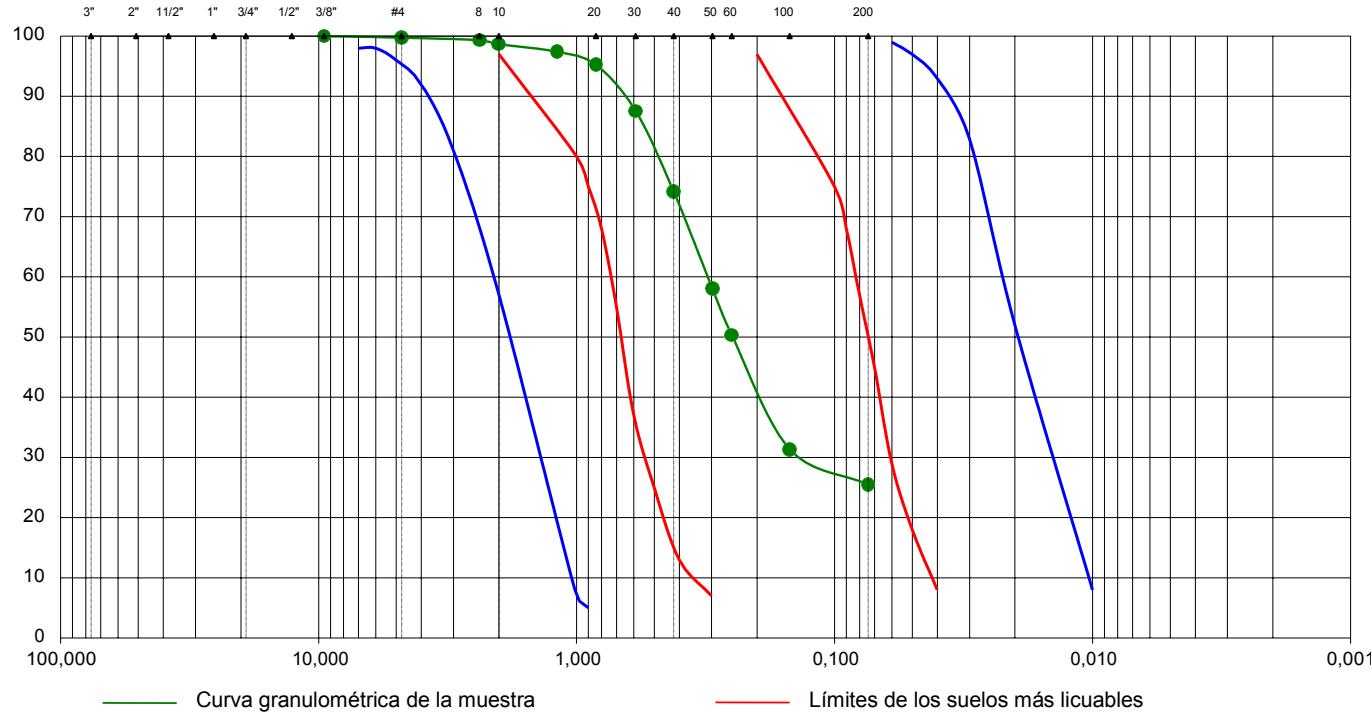
HOYO:

MUESTRA:

M-4

PROF. (m):

PORCENTAJE MAS FINO EN PESO



GRAVA

GRUESA FINA

ARENA

GRUESA MEDIA FINA

LIMO Y / O ARCILLA

 D_{10}

mm

CONTENIDO

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

 D_{30}

mm

>3"

%

Arena limosa (SM), no plástico, color café

 D_{60}

mm

GRAVA

%

claro a café grisáceo.

 $Cu = D_{60}/D_{10}$

ARENA

%

 $Cc = (D_{30})^2/D_{10} * D_{60}$

FINOS

%

<2 μ

%

OBSERVACIONES:



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: <u>La Esperanza Solar 20 MW, S.A.</u>	MUESTRA No. <u>M-5</u>
PROMOTOR <u>Progreso Solar 20 MW, S.A.</u>	LOCALIZACION: <u>Madre Vieja, corregimiento</u>
MUESTREADO POR <u>El Vicar, S.A.</u>	<u>Progreso, distrito Barú,</u>
PREPARADO POR <u>JB</u>	<u>provincia Chiriquí</u>
FECHA: <u>2018/02/24-26</u>	
FECHA: <u>2018/03/11</u>	
FUENTE : <u>El Proyecto</u>	
HOYO: <u>ES1: 6A</u>	
PROFUNDIDAD (m): <u>ES1: 2,50 - 3,00</u>	

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

TAMIZ	RETENIDO ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
4 1/2"				
4"				
3 1/2"				
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
# 4				

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
# 4			100,0	100,0
# 8	1,5	0,3	99,8	99,8
# 10	1,5	0,3	99,8	99,8
# 16	2,5	0,4	99,6	99,6
# 20	3,5	0,6	99,4	99,4
# 30	5,0	0,8	99,2	99,2
# 40	7,5	1,3	98,8	98,8
# 50	12,0	2,0	98,0	98,0
# 60	16,0	2,7	97,3	97,3
# 100	47,0	7,8	92,2	92,2
# 200	70,5	11,8	88,3	88,3

AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca	<u>600,00</u> g				
Peso Seco Despues de Lavado	<u>71,00</u> g				
% Grava	<u>0,0</u>	% Arena	<u>11,8</u>	% Finos	<u>88,3</u>

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO BS 1377 Cono Ingles Peso del Cono = 76 g V = 60°

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELO HUM. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	NUMERO DE GOLPES
T-10	18,45	85,99	66,36	19,6	47,9	41,0	13,58
T-3	18,52	84,74	65,35	19,4	46,8	41,4	14,34
T-1	18,59	84,47	64,44	20,0	45,9	43,7	23,36

LIMITE PLASTICO ASTM D4318

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELO HUM. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	PROM.
P-5	6,39	7,28	7,10	0,2	0,7	25,4	25,5
P-1	6,39	7,32	7,13	0,2	0,7	25,7	

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Arcilla limosa, plasticidad baja, color café grisáceo

OBSERVACION:

WL = 36,3 %

WP = 25,5 %

IP = 10,7 %

CLASIFICACION SUCS

CL

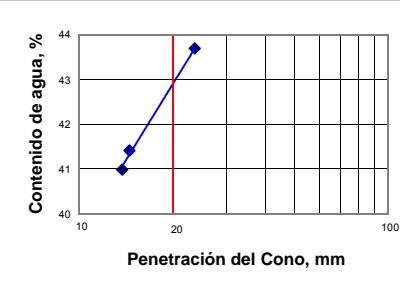
CLASIFICACION AASHTO

A-6 (8)

LABORATORISTA: JB

REVISADO POR: CMM

FECHA: 2018/03/16





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

PROYECTO : La Esperanza Solar 20 MW, S.A.
PROMOTOR : Progreso Solar 20 MW, S.A.
DESCRIPCION : Arcilla limosa (CL), plasticidad baja, color café grisáceo.

PESO MUESTRA TOTAL SECA : 600,00 g **GRUPO :** M-5
PESO SECO DESPUÉS DE LAVADO: 71,00 g **HOYO :**
MUESTREADO POR : El Vicar, S.A. **MUESTRA :**
FUENTE : El Proyecto **PROF. (m) :** Superficial
FECHA : 2018-03-16

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

Tamiz No.	Abertura mm	Peso Retenido g	Peso Ret. Acumulado, g	% Retenido	% Que Pasa	Corrección % Que Pasa
3"	76,20					
2 1/2"	63,50					
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,700					
3/8"	9,520					
No.4	4,760				100,0	100,0
No.8	2,380	1,5	1,5	0,3	99,8	99,8
No.10	2,000	0,0	1,5	0,3	99,8	99,8
No.16	1,190	1,0	2,5	0,4	99,6	99,6
No.20	0,841	1,0	3,5	0,6	99,4	99,4
No.30	0,590	1,5	5,0	0,8	99,2	99,2
No.40	0,420	2,5	7,5	1,3	98,8	98,8
No.50	0,297	4,5	12,0	2,0	98,0	98,0
No.60	0,250	4,0	16,0	2,7	97,3	97,3
No.100	0,149	31,0	47,0	7,8	92,2	92,2
No.200	0,074	23,5	70,5	11,8	88,3	88,3

OBSERVACIONES:

FECHA: 2018-03-16 PROBADO POR: JB

REVISADO POR: CMM



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

LOCALIZACION: Prov. Chiriquí

CANTERA :

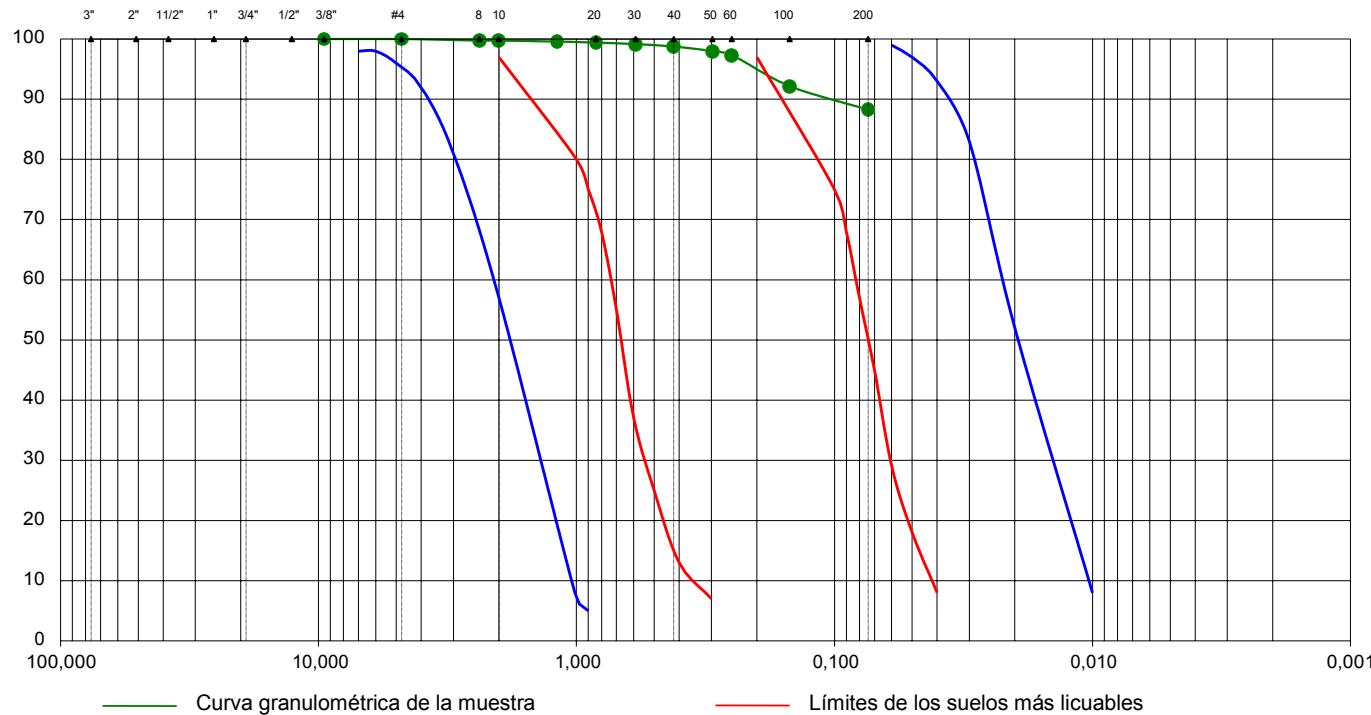
HOYO:

MUESTRA:

M-5

PROF. (m):

PORCENTAJE MAS FINO EN PESO



GRAVA

GRUESA

FINA

ARENA

GRUESA

MEDIA

FINA

LIMO Y / O ARCILLA

 D_{10}

mm

CONTENIDO

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

 D_{30}

mm

>3"

%

Arcilla limosa (CL), plasticidad baja, color café

 D_{60}

mm

GRAVA

0,0

%

grisáceo.

 $Cu = D_{60}/D_{10}$

ARENA

11,8

%

 $Cc = (D_{30})^2/D_{10} * D_{60}$

FINOS

88,3

%

<2 μ

OBSERVACIONES:



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: <u>La Esperanza Solar 20 MW, S.A.</u>	MUESTRA No. <u>M-6</u>
PROMOTOR <u>Progreso Solar 20 MW, S.A.</u>	LOCALIZACION: <u>Madre Vieja, corregimiento</u>
MUESTREADO POR <u>El Vicar, S.A.</u>	<u>Progreso, distrito Barú,</u>
PREPARADO POR <u>JB</u>	<u>provincia Chiriquí</u>
	FUENTE : <u>El Proyecto</u>
HOYO: <u>ES10: 4A - 6A</u>	
PROFUNDIDAD (m): <u>ES10: 1,50 - 3,00</u>	

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

TAMIZ	RETENIDO ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
4 1/2"				
4"				
3 1/2"				
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
# 4				

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	Corrección % QUE PASA
# 4			100,0	100,0
# 8	1,0	0,2	99,8	99,8
# 10	1,5	0,3	99,8	99,8
# 16	2,0	0,3	99,7	99,7
# 20	2,5	0,4	99,6	99,6
# 30	4,0	0,7	99,3	99,3
# 40	5,0	0,8	99,2	99,2
# 50	8,5	1,4	98,6	98,6
# 60	12,5	2,1	97,9	97,9
# 100	77,0	12,8	87,2	87,2
# 200	92,0	15,3	84,7	84,7

AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca 600,00 g

Peso Seco Despues de Lavado 508,00 g

% Grava 0,0 % Arena 15,3 % Finos 84,7

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO BS 1377 Cono Ingles Peso del Cono = 76 g V = 60°

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELLO HUM. (g)	TARA + SUELLO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELLO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	NUMERO DE GOLPES
T-8	18,63	84,58	69,38	15,2	50,8	30,0	10,98
T-9	15,31	82,65	66,46	16,2	51,2	31,7	17,23
T-12	18,74	87,95	70,80	17,2	52,1	32,9	20,58

LIMITE PLASTICO ASTM D4318

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELLO HUM. (g)	TARA + SUELLO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELLO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	PROM.
P-3	6,84	7,71	7,55	0,2	0,7	22,5	22,1
P-7	6,49	7,33	7,18	0,2	0,7	21,7	

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Arcilla con arena, plasticidad baja, color café grisáceo.

OBSERVACION: _____

WL = 32,6 %

WP = 22,1 %

IP = 10,5 %

CLASIFICACION SUCS

CL

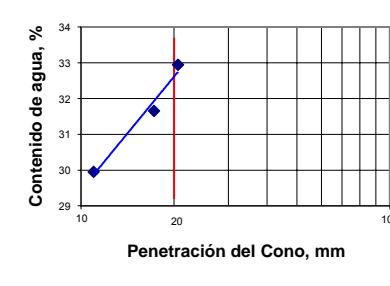
CLASIFICACION AASHTO

A-4 (8)

LABORATORISTA: JB

REVISADO POR: CMM

FECHA: 2018/03/12





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

PROYECTO : La Esperanza Solar 20 MW, S.A.
PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A.
DESCRIPCION : Arcilla con arena, plasticidad baja, color café grisáceo

PESO MUESTRA TOTAL SECA : 600,00 g **GRUPO :** M-6
PESO SECO DESPUÉS DE LAVADO: 508,00 g **HOYO :**
MUESTREADO POR : El Vicar, S.A. **MUESTRA :**
FUENTE : El Proyecto **PROF. (m) :** Superficial
FECHA : 2018-03-11

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C 136

Tamiz No.	Abertura mm	Peso Retenido g	Peso Ret. Acumulado, g	% Retenido	% Que Pasa	Corrección % Que Pasa
3"	76,20					
2 1/2"	63,50					
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,700					
3/8"	9,520					
No.4	4,760				100,0	100,0
No.8	2,380	1,0	1,0	0,2	99,8	99,8
No.10	2,000	0,5	1,5	0,3	99,8	99,8
No.16	1,190	0,5	2,0	0,3	99,7	99,7
No.20	0,841	0,5	2,5	0,4	99,6	99,6
No.30	0,590	1,5	4,0	0,7	99,3	99,3
No.40	0,420	1,0	5,0	0,8	99,2	99,2
No.50	0,297	3,5	8,5	1,4	98,6	98,6
No.60	0,250	4,0	12,5	2,1	97,9	97,9
No.100	0,149	64,5	77,0	12,8	87,2	87,2
No.200	0,074	15,0	92,0	15,3	84,7	84,7

OBSERVACIONES:

FECHA: 2018-03-12 PROBADO POR: JB

REVISADO POR: CMM



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

LOCALIZACION: Prov. Chiriquí

CANTERA :

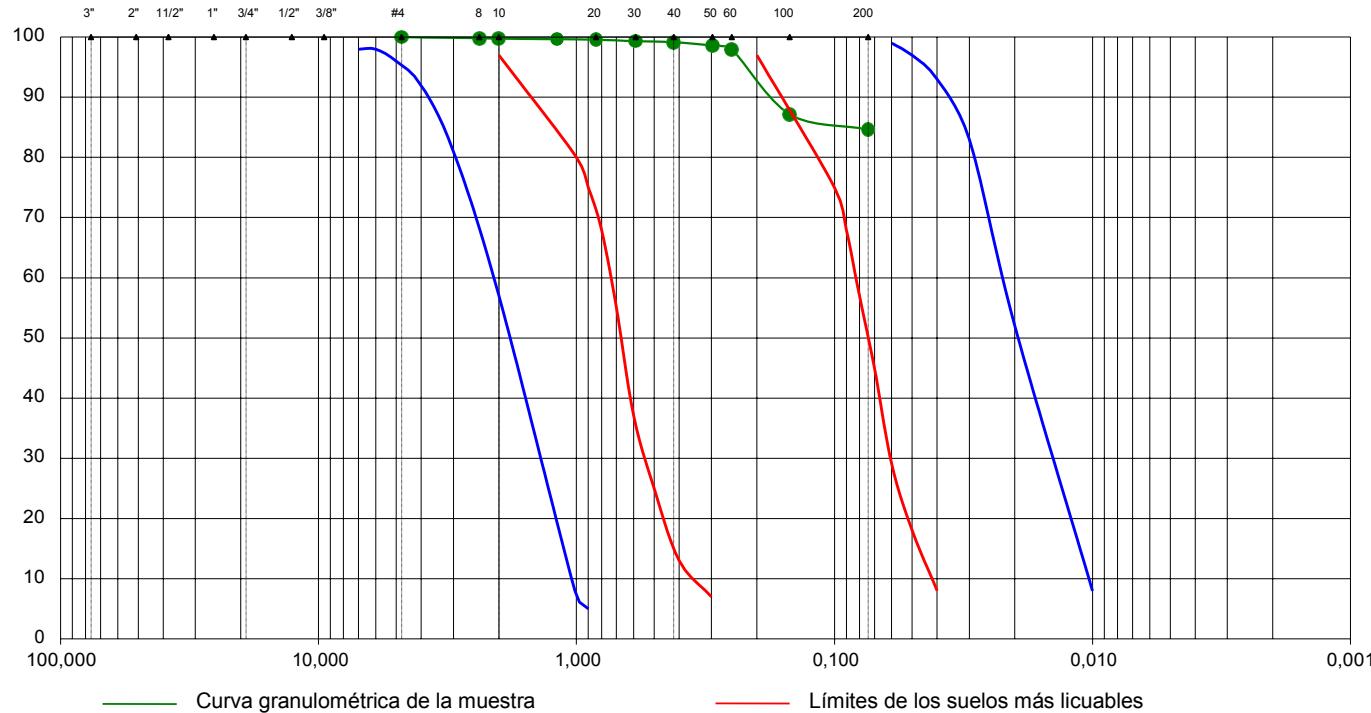
HOYO:

MUESTRA:

M-6

PROF. (m):

PORCENTAJE MAS FINO EN PESO



GRAVA		ARENA			LIMO Y / O ARCILLA
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	

 D_{10}

mm

CONTENIDO

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

 D_{30}

mm

>3"

%

Arcilla con arena, plasticidad baja, color café

 D_{60}

mm

GRAVA

0,0

%

grisáceo.

 $Cu = D_{60}/D_{10}$

ARENA

15,3

%

 $Cc = (D_{30})^2/D_{10} * D_{60}$

FINOS

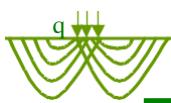
84,7

%

<2 μ

%

OBSERVACIONES:



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

MUESTRA No. M-7

PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A.

Madre Vieja, corregimiento

MUESTREADO POR El Vicar, S.A. FECHA: 2018/02/24-26

Progreso, distrito Barú,

PREPARADO POR JB FECHA: 2018/03/11

provincia Chiriquí

PROFUNDIDAD: Superficial

FUENTE:

El Proyecto

ANALISIS GRANULOMÉTRICO ASTM C136

TAMÍZ	REtenido ACUM.	%	%	Corrección
	REtenido	QUE PASA	% QUE PASA	
# 4				
4 1/2"				
4"				
3 1/2"				
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
# 4				

TAMÍZ	REtenido ACUMULADO	%	%	Corrección
	REtenido	QUE PASA	% QUE PASA	
# 4				
# 8				100,0
# 10	0,5	0,1	99,9	99,9
# 16	1,0	0,2	99,8	99,8
# 20	3,0	0,6	99,4	99,4
# 30	16,0	3,2	96,8	96,8
# 40	77,5	15,5	84,5	84,5
# 50	260,0	52,0	48,0	48,0
# 60	334,5	66,9	33,1	33,1
# 100	428,5	85,7	14,3	14,3
# 200	453,0	90,6	9,4	9,4

AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca 500,00 g

Peso Seco Despues de Lavado 454,00 g

% Grava 15,1 % Arena 75,5 % Finos 9,4

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO BS 1377

Cono Ingles

Peso del Cono = 76 g

V = 60°

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELTO HUM. (g)	TARA + SUELTO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELTO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	NUMERO DE GOLPES
T-1	18,59	83,63	67,20	16,4	48,6	33,8	12,82
T-9	15,31	85,47	66,80	18,7	51,5	36,3	18,22
T-3	18,52	87,18	68,45	18,7	49,9	37,5	21,48

LIMITE PLASTICO ASTM D4318

TARA No.	PESO TARA (g)	TARA + SUELTO HUM. (g)	TARA + SUELTO SECO (g)	PESO DE AGUA (g)	SUELTO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (%)	PROM.
	NP	NP	NP				
	NP	NP	NP				

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: Arena mal graduada con limo, no plástico,
color café claro.

OBSERVACION:

WL = 37,0 %

WP = NP %

= IP NP %

=

CLASIFICACION SUCS

SP-SM

CLASIFICACION AASHTO

A-3

LABORATORISTA: JB

REVISADO POR: CMM





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

PROYECTO :	La Esperanza Solar 20 MW, S.A.	GRUPO :	M-7
PROMOTOR:	Progreso Solar 20 MW, S.A.	HOYO :	
DESCRIPCION :	Arena mal graduada con limo (SP-SM), no plástico, color café claro	MUESTRA :	
PESO MUESTRA TOTAL SECA :	500,00 g	PROF. (m) :	Superficial
PESO SECO DESPUES DE LAVADO:	454,00 g	FECHA :	2018-03-11
MUESTREADO POR :	El Vicar, S.A.		
FUENTE :	El Proyecto		

ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM C 136

Tamiz No.	Abertura mm	Peso Retenido g	Peso Ret. Acumulado, g	% Retenido	% Que Pasa	Corrección % Que Pasa
3"	76,20					
2 1/2"	63,50					
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,700					
3/8"	9,520					
No.4	4,760					
No.8	2,380				100,0	100,0
No.10	2,000	0,5	0,5	0,1	99,9	99,9
No.16	1,190	0,5	1,0	0,2	99,8	99,8
No.20	0,841	2,0	3,0	0,6	99,4	99,4
No.30	0,590	13,0	16,0	3,2	96,8	96,8
No.40	0,420	61,5	77,5	15,5	84,5	84,5
No.50	0,297	182,5	260,0	52,0	48,0	48,0
No.60	0,250	74,5	334,5	66,9	33,1	33,1
No.100	0,149	94,0	428,5	85,7	14,3	14,3
No.200	0,074	24,5	453,0	90,6	9,4	9,4

OBSERVACIONES:

FECHA: 2018-03-12 PROBADO POR: JB

REVISADO POR: CMM



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Telefax: 2 59 77 04 Celular: 66 15 11 59

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A.

LOCALIZACION: Prov. Chiriquí

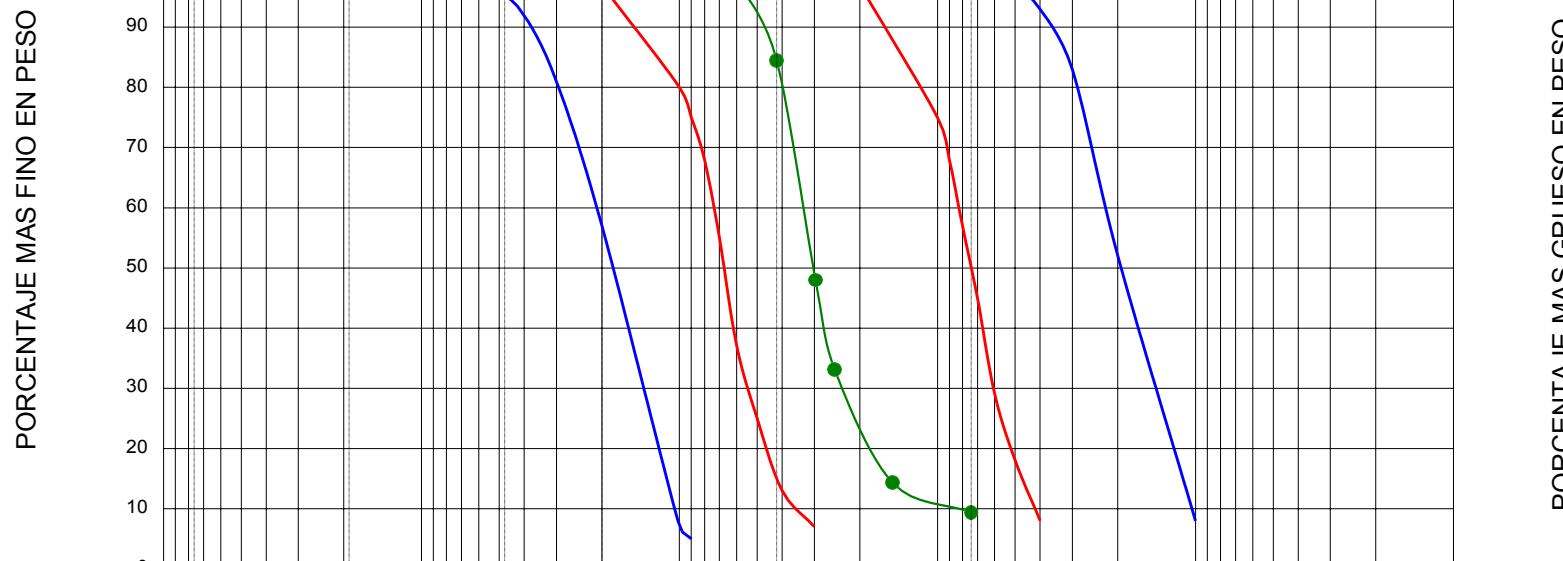
CANTERA :

HOYO:

MUESTRA:

M-7

PROF. (m):



GRAVA		ARENA			LIMO Y / O ARCILLA
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	

 D_{10} 0,08 mm D_{30} 0,23 mm D_{60} 0,34 mm $Cu=D_{60}/D_{10}$ 4,1 $Cc=(D_{30})^2/D_{10}*D_{60}$ 1,9

CONTENIDO

>3" %

GRAVA %

ARENA %

FINOS %

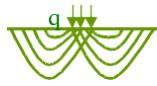
<2μ %

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

Arena mal graduada con limo (SP-SM),

no plástico, color café claro.

OBSERVACIONES:



PRUEBA PROCTOR ESTÁNDAR ASTM D698

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. **MUESTRA No.:** M-7

LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí **PROF.:** Superficial

PROMOTOR: Progreso Solar 20 MW, S.A. **MUESTREADO POR:** El Vicar, S.A.

DESCRIPCION: Arena mal graduada con limo (SP-SM), no plástico, color café claro

FUENTE : El Proyecto

FECHA: Marzo 12 de 2018 **Peso cilindro:** 2,160 kg **Volumen Cilindro** 0,000931244 m³

Prueba No.	1	2	3	4	5	
Cantidad de Agua	150	250	350	450	550	
Peso del Cilindro suelo y agua	3,603	3,739	3,907	3,834	3,775	
Peso del Cilindro	2,160	2,160	2,160	2,160	2,160	
Peso del Suelo y Agua	1,443	1,579	1,747	1,674	1,615	
Peso Volumétrico húmedo	1549	1696	1876	1797	1734	
Peso Volumétrico seco	1425	1494	1583	1466	1367	

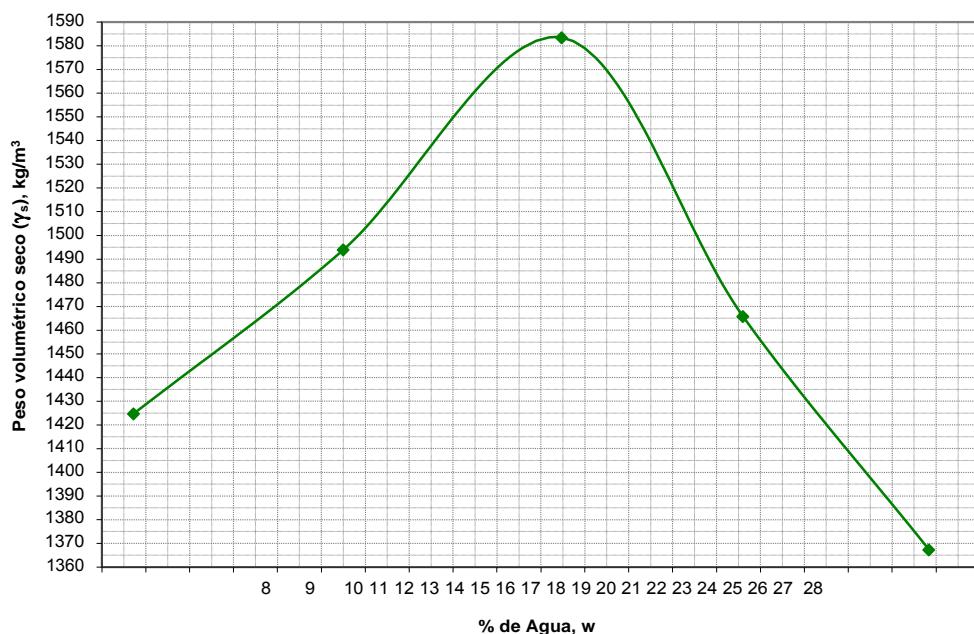
γ_s max. 1583 kg/m³
98,8 lb/pie³

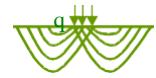
DETERMINACION % DE AGUA

w_o 18,5 %

ASTM D2216

Tara No.	D-35	D-49	D-26	D-28	D-19	D-25	D-11	D-13	D-27	D-40		
Suelo húmedo + tara	181,0	178,7	183,1	201,6	192,7	208,8	208,0	190,7	196,5	199,6		
Suelo seco + tara	176,7	174,5	175,2	193,8	182,7	197,3	193,6	178,7	181,6	185,7		
Peso del Agua	4,30	4,20	7,90	7,80	10,00	11,50	14,40	12,00	14,90	13,90		
Peso de la tara	127,9	125,9	117,6	135,1	129,2	134,3	129,9	125,6	126,2	133,8		
Peso del Suelo seco	48,8	48,6	57,6	58,7	53,5	63,0	63,7	53,1	55,4	51,9		
% de Agua	8,8	8,6	13,7	13,3	18,7	18,3	22,6	22,6	26,9	26,8		
% de Agua promedio	8,7		13,5		18,5		22,6		26,8			





CBR DE LABORATORIO ASTM D1883

PROYECTO	La Esperanza Solar 20 MW, S.A.	GRUPO	M-7
LOCALIZACION	Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí	FECHA	13/03/2018
PROMOTOR	Progreso Solar 20 MW, S.A.	TOMADA POR:	El Vicar, S.A.
DESCRIPCION DE MUESTRA:	Arena mal graduada con limo (SP-SM), no plástico, color café claro	% w_o	18,5
		PESO VOLUMETRICO MAX SECO:	1583,0 kg/m ³

CONTENIDO DE AGUA HIGROSCOPICA

Tara No.	D-40	D-49	
Tara Suelo Humedo, g	177,6	183,4	
Tara Suelo Seco, g	177,0	183,0	
Peso de Agua, g	0,6	0,4	
Peso de la Tara, g	138,9	125,9	
Peso del Suelo Seco, g	38,1	57,1	
Cont. de Agua, %	1,6	0,7	
Promedio		1,14	

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA SU CILINDRO

Tamiz No.	% Original	Peso S. Secado al Aire, g	Cont. de Agua, %	Peso Suelo Seco, g	Contenido de Agua Optima, %	Peso de Agua Requerida, g	Peso de Agua en el Suelo, g	Agua Agregada g
		6000,0	1,1	5932,5	18,5	1097,5	67,5	1030,0
								Total 1030,0

Sobregarga:		10 libras											
Molde No.	4												
No. de Capas	3												
No. de Golpes por Capa	56												
Condiciones de la Muestra	Pre-Mojado	Pos-Mojado	Pre-Mojado										
Peso Suelo Húmedo + Molde, g	8075,50												
Peso de Molde, g	4244,00												
Peso del Suelo Húmedo, g	3831,50												
Volumen del Suelo, m ³	0,00211												
Peso Volumétrico Húmedo, kg/m ³	1816,74												
Contenido de Agua de Cilindro	Cima	Fondo	1"	Centro	Fondo	Cima	Fondo	1"	Centro	Fondo	Cima	Fondo	1"
Tara No.	D-28	D-25											
Peso Tara + Suelo Húmedo, g	193,9	199,8											
Peso Tara + Suelo Seco, g	184,8	189,5											
Peso de la Agua, g	9,1	10,3											
Peso de la Tara, g	135,2	134,4											
Peso Suelo Seco, g	49,6	55,1											
Cont. de Agua, %	18,3	18,7											
Cont. de Agua Media, %	18,5												
Peso Volumétrico Seco, kg/m ³	1532,9												
Porcentaje de Compactacion, %	96,8												



CBR DE LABORATORIO ASTM D1883

PROYECTO: La Esperanza Solar 20 MW, S.A. GRUPO : M-7
 LOCALIZACIÓN: Madre Vieja, corregimiento Progreso, distrito Barú, provincia Chiriquí MUESTREADO POR: El Vicar, S.A.
 DESCRIPCIÓN: Arena mal graduada con limo (SP-SM), no plástico, color café claro PROF.: Superficial

Molde No. 1				Molde No.				Molde No.			
Fecha	Hora	Lect. Micr	Hinchamiento %	Fecha	Hora	Lect. Micr	Hinchamiento %	Fecha	Hora	Lect. Micr	Hinchamiento %

P, plg	Molde No. 1			Molde No.			Molde No.		
	Lect. en 10 ⁻⁴ in	lb	lb/in ²	Lect. en 10 ⁻⁴ in	lb	lb/in ²	Lect. en 10 ⁻⁴ in	lb	lb/in ²
0,025		91,0	29,9						
0,050		207,9	68,3						
0,075		350,7	115,2						
0,100		505,8	166,2						
0,150		783,5	257,4						
0,200		1066,7	350,5						
0,250		1293,8	425,1						
0,300		1493,9	490,8						
0,350		1651,2	542,6						
0,400		1788,4	587,6						
0,450		1845,7	606,4						
0,500		1898,5	623,8						
	lb/in ²	%	Corregido	lb/in ²	%	Corregido			
0,100	166,2	16,6	185,6	18,6					
0,200	350,5	23,4	366,4	24,4					

Factor de conversión:

(Factor de Anillo de Carga)

Observaciones:

Molde No. 1

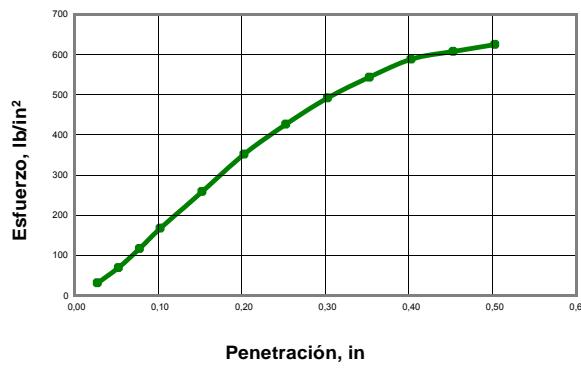
CBR a 96,8% compactación 19
 Contenido de agua, % = 18,5

Molde No.

CBR a compactación
 Contenido de agua, % =

Molde No.

CBR a compactación
 Contenido de agua, % =



FECHA: 2018/03/14

PROBADO POR: NM

REVISADO POR: CMM