



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**Propuesta ecológica de generación de energía eléctrica: parque solar situado en la región
Sur de la República Dominicana.**

**Para la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL**

Sustentantes:

Randolf Veras de Jesús 12-1305

Leslie M. Rodríguez Vásquez 14-0275

Asesor:

Ing. Teresa Beatriz Rodríguez Español

Fecha:

17 de agosto del 2018
Santo domingo, D.N.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por acompañarme en este largo camino, tomarme de la mano en momentos difíciles, darme fuerza para seguir adelante y sabiduría para tomar decisiones importantes, por sus infinitas bendiciones, por su amor, su misericordia y su paz.

Agradezco a las autoridades de mi querida Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, por permitirme entrar al campo del conocimiento y estudiar una de las grandes pasiones de mi vida, por crear un ambiente sano, digno, pulcro y favorable para el desarrollo de mi intelecto, por todos los maestros que se empeñaron en enseñarme y hacerme un ente productivo para la sociedad, por todas las excepciones que se hicieron a mi nombre para que triunfe el deseo de aprender, por entender que todo aquel que tenga algo que enseñar o aprender, debe ser bienvenido.

Agradezco al Ing. Ramón Tavares por su amor, dedicación y entrega a la enseñanza, por su empeño en que cada estudiante conozca a profundidad las ciencias de la ingeniería.

Agradezco a mi asesora Ing. Teresa Beatriz Rodríguez Español, por todos sus consejos, su preocupación constante, sus sabias decisiones, y su amor y entrega a este proyecto.

Agradezco al Lic. Reynaldo Paredes, por brindarme el apoyo de un padre, por ser incondicional y siempre velar por mi crecimiento personal y profesional, por todas las lecciones que me ha dado de la vida y por siempre tener fe en mí.

Agradezco a mi compañera de tesis y amiga Leslie Rodríguez, por su confianza hacia mí, y su esfuerzo y dedicación entregados al desarrollo de nuestra tesis.

Agradezco al grupo de líderes Mirmidones, por enseñarme sobre el amor, la dedicación y el compromiso, por enfocarme en un momento clave de mi vida y por todas las personas que lo conforman que han servido de inspiración.

Agradezco a los señores, Ing. Virgil Mora, Arq. Stefany Mora, Ing. Luz Aura Goico, Od. Aury Guzmán, Lic. María Vázquez, Ing. Gaby Perdomo, Ing. Carlos de Jesús, Lic. Heriberto de Jesús, Lic. Francisco Veras quienes han logrado ser fuente de motivación a través de su ejemplo con disciplina, resiliencia, honradez, perseverancia, trabajo duro e inteligencia.

Agradezco al equipo de Ajedrez Unphu y sus integrantes Eurys Nova, Bryan Santos, Génesis Melquisedec, Alejandro Jaime, Enríquez Troncoso, Jonuel Tiburcio, Darlin Rocío, Lizbeth Alfau, Marian Cabrera, Yissel Familia, quienes se han convertido en una gran familia que hemos compartido grandes victorias y algunas derrotas, quienes me han ayudado a desarrollarme como profesional dentro del deporte ciencia y quienes por más de 4 años consecutivos han depositado su confianza en mí para representarlos como primer tablero de la universidad y poder defender con orgullo nuestro nombre.

Agradezco a mis amigos Melvin Alcántara, Miguel Troncoso, José Rodrigo, Constantino Hilario, John Abujarour, Orlando Castillo, Ricardo Paredes, Joel Cruz, Julissa Infante,

Wendy Gonzales, Pamela Victoria, Rafael Melo, Pamela García, Liliana Estanilao, Yu Wen Tsai, Daniela Eusebio, Ámbar Lantigua, Eduardo Marte, Pamela Marmolejos, Alexander Vargas, Marcos Martínez, Glory Polanco, Altagracia Moquete, Kelvin Peña, Cynthia Guzmán, Ronald Saldívar, Johana Guerrero, Paula Martínez y a todos aquellos presentes y pasados, quienes me han acompañado a lograr esta meta, y sin esperar nada a cambio han sido amigos leales en los que me he refugiado en momentos difíciles y me han ayudado a hacer de este sueño realidad.

Agradezco a la Sra. Evangelista de Paula, quien ha dedicado su vida a cuidarme, quien ha estado ahí para prepararme un café no importa la hora de la madrugada mientras estudiaba.

Agradezco a Isabella Victoria, por su amor incondicional, su constante compañía y su inigualable lealtad.

Agradezco a mis abuelos Isabel Jiménez e Inocencio de Jesús por su constante apoyo, sus valiosos consejos y su intensa preocupación por verme ser un profesional.

Agradezco a mis hermanas, Ana de Jesús e Ivanova de Jesús quienes han compartido una vida conmigo y han estado presentes cuando las necesito.

Por último y de manera muy especial agradezco a mi querida madre Ing. Ana Silvia de Jesús, quien me ha brindado su apoyo incondicional, un techo donde refugiarme, comida para alimentarme y una vida para disfrutar, agradezco su incondicional amor, entrega y sobre todo por darme el ejemplo día a día para ser una persona seria, responsable y con valores dignos de admirar.

Randolf Veras De Jesús.

Dios, gracias por siempre estar a mi lado, por nunca dejarme sola, y por siempre escucharme cuando te hablo, has sido el principal impulsor de mi vida y de mi paso por la universidad, gracias por nunca fallarme.

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, gracias por abrirme las puertas, por haberme dado la oportunidad de guardar tantos recuerdos en el campus, por conocimientos adquiridos y por los amigos y colegas que me llevo.

Ing. José Adolfo Herrera director de la escuela de ingeniería civil, gracias por ejecutar esta función con dignidad y entusiasmo.

Ing. Ramón Tavares, gracias por guiarnos en la mayor parte de nuestra estadía en la UNPHU, gracias por sus consejos y su disposición para nosotros, gracias por sus enseñanzas y su humanidad...gracias.

Ing. Teresa Beatriz Rodríguez Español, gracias por su paciencia, dedicación, esfuerzo y tiempo, tanto en sus clases como en la realización de este trabajo de grado, gracias por su asesoría, ideas y enseñanzas.

Maestros, gracias por todo, por su vocación, comprensión y por compartir sus conocimientos.

María Orlendis Ulloa, gracias por tu excelente servicio, gracias por hacernos sentir como en casa, y gracias por siempre estar presta para colaborar con lós que hacíamos con los horarios de las materias.

Compañeros, amigos y colegas, así llamo a quienes me acompañaron en este viaje, gracias por los buenos momentos, por la colaboración, por los consejos, la confianza y la convivencia, los aprecio mucho.

Randolf Veras, gracias por confiar en mí para realizar este trabajo de tesis, por el esfuerzo y dedicación entregados al mismo.

Víctor Campusano, te agradezco por siempre apoyarme y ofrecerme palabras de apoyo en los momentos más difíciles, en los momentos en los que pensé que no podría continuar...gracias por cuidarme.

Familia Campusano Welosky, (don Victor, doña Teresa, Mamá Ángela, Dandy, Juan y también doña Maritza), gracias por el espaldarazo, gracias por brindarme el calor de una familia desde que estoy entre de ustedes.

Por último, pero no menos importante, mi Familia, (Eridania, Yessica, Lisbeth, Pedro Jr. e Isabella) gracias infinitas por el apoyo, por el respaldo, por el amor y la comprensión, son parte indispensable en mi vida, sin ustedes no lo habría logrado.

Leslie M. Rodríguez Vásquez

DEDICATORIA.

A la familia De Jesús por nunca perder la fe en mí.

A mi compañera y amiga Melany Abreu, por su sonrisa, por compartir sus sueños con los míos y darle sentido a todo.

A mi amigo Isidro Lora por ser un ser humano con un pensamiento tan avanzado, coherente y objetivo, por ser mi mentor y mi consejero.

Al Servicio de Energía Renovable (SER) por abrirme las puertas al conocimiento del tema en cuestión y por su constante apoyo.

Al Banco Hipotecario Dominicano-León (BHD-LEON) por permitirme ser parte de su familia, por apoyarme en el transcurso de mi formación y velar por el desarrollo de mis competencias en un mercado tan competitivo.

A Repuestos Mira de Jesús por su inigualable apoyo financiero y su compromiso a mis estudios.

A Repuestos Chencho por abrirme las puertas al mundo laboral y por su flexibilidad ante mis estudios.

A todas las personas que han colaborado con este proyecto, que han influenciado en mí y me han ayudado a desarrollar mi potencial.

Randolf Veras De Jesús.

A mi familia, por todo el apoyo brindado.

A mi madre, Rosa Eridania, por dedicar su vida al bienestar mío y de mis hermanos, por siempre apoyarme, deseo ser siempre un motivo de orgullo, esta carrera también es tuya.

A mis hermanos, Yessica, Lisbeth y Pedro José, por nunca haber dudado de mi capacidad y siempre recordármelo.

A Isabella, porque deseo que convertirme en un ejemplo a seguir para ti.

A mi padre, por empujarme a ser una persona más fuerte y por siempre recalcar el valor de la educación.

A Guillermo Domínguez y padres, por acoger a mi familia como si fuese suya.

A mis amigos de la universidad, por su desinteresada colaboración.

A Articentro Miriam Bello, por brindarme un espacio donde puedo desestresarme y donde puedo ejercer una de mis pasiones, por brindarme amistades de por vida.

A la Familia Campusano Welosky por el apoyo incondicional.

A Víctor Campusano, por siempre creer en mí, y nunca dejarme desmayar.

Leslie M. Rodríguez Vásquez

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.1. Formulación del problema.	21
1.2. Objetivos	21
1.2.1. Objetivo General.....	21
1.2.2. Objetivos específicos:.....	21
1.3. Justificación.	22
1.4. Antecedentes.	23
1.5. Alcance y limitaciones de la investigación.....	27
1.5.1. Alcance.	27
1.5.2. Limitaciones.....	27
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	28
2.1 Ecología.	28
2.1.1 Importancia de la ecología:	28
2.2 Sol y efectos atmosféricos de la radiación solar.....	29
Efecto atmosférico sobre la radiación solar:.....	30
2.3 Evolución de la generación de electricidad; El Sol como materia prima.....	31
2.4 Reseña informativa y comparativa entre una planta a carbón y un parque solar, consecuencias de las emisiones de CO₂, y respuesta de la comunidad mundial.	34
2.4.1 Concepto e importancia efecto invernadero:	34
2.4.2 Calentamiento global.....	34
2.4.3 Respuesta de la sociedad mundial:.....	36
2.5 Protocolo de Kioto	37
2.6 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).....	38
2.6.1 Proyectos MDL por Sectores	39
2.7 Dióxido de carbono y carbón:	40
2.7.1.1 Ventajas del carbón	41
2.7.1.2 Desventajas del carbón.....	41
2.8 Parque Solar: la propuesta ecológica para la generación de energía eléctrica	42
2.8.1 Características.....	42

2.8.2	Funcionamiento.....	42
2.8.3	Las centrales solares térmicas.....	43
2.8.4	Paneles solares.....	43
2.8.5	Paneles solares termodinámicos	43
2.8.6	Paneles solares fotovoltaicos	44
2.9	Descripción genérica de un sistema de conexión a red.	45
2.10	Aspectos técnicos de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red (SFCR).....	46
2.10.1	Circuito de una célula:.....	46
2.10.2	Tipos de pérdidas en el generador fotovoltaico:	47
2.10.3	Valoración de la producción	47
2.11	Ahorro en las emisiones	48
2.12	Ventajas e inconvenientes de las instalaciones fotovoltaicas.....	49
II.2	MARCO CONCEPTUAL.....	50
CAPÍTULO III.	MARCO METODOLÓGICO.....	55
3.2	Diseño de la investigación.	55
3.3	Tipo de investigación.....	56
3.4	Técnicas de investigación.....	57
3.4.1	Análisis bibliográfico	
3.4.2	Trabajo de Gabinete	
3.4.3	Trabajo de Campo	
3.5	Proceso metodológico.....	57
3.6.	Procedimiento de investigación.....	59
3.7.	Método de investigación.	60
CAPÍTULO IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
ANÁLISIS	61
4.1	Estudio de mercado.....	61
4.2	Estudio técnico.....	63
4.2.2	Tamaño del proyecto.....	68
4.2.3	Ingeniería del proyecto, Modelo tecnológico y equipos a utilizar.	71
4.3	ESTUDIO ADMINISTRATIVO	92
4.3.1	Organigrama.....	92
	Esquema 1: Descripción de organigrama.....	93
4.3.2	Descripción	93

4.3.3 Mapa estratégico.....	95
4.4 Estudio económico y financiero.	95
4.5 Evaluación financiera.	102
4.6 Estudio reducción de emisiones de Dióxido de Carbono (CO2)	106
4.6.2 Emisiones de CO2 con energía fotovoltaica:	113
4.7 Estudio de valoración de impacto ambiental de parque solar en Barahona, República Dominicana.	116
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
ANEXOS.....	130

**Propuesta ecológica de generación de energía eléctrica: parque solar
situado en la región sur de la República Dominicana.**

INTRODUCCIÓN

La generación de energía eléctrica, sin duda, es un tema que ha sido arrastrado al pasar de los años, generando soluciones adaptadas a la tecnología desarrollada en las diferentes épocas, estas soluciones han sido propuestas por diferentes organismos, personas, empresas...las cuales alrededor del mundo tienen el mismo objetivo: dotar a la humanidad de este recurso que se ha vuelto indispensable en el diario vivir.

Como parte de la población mundial, República Dominicana no ha sido la excepción en cuanto a la búsqueda de mecanismos de generación de energía eléctrica se refiere, mecanismos que hasta el momento no dan abasto, por consiguiente, constantemente el país se ha visto sumergido en una crisis de energía, afectando principalmente a la clase pobre del país.

Como país en desarrollo, esta situación es entendible, no obstante, no tiene porqué continuar de esta manera, cada día más se desarrollan nuevas tecnologías, las cuales se aplican en países del primer mundo, esas tecnologías pueden ser aplicadas en RD, solo es cuestión de analizar y estudiar la factibilidad de las mismas para su posterior ejecución.

Se debe tomar en cuenta que para la generación de electricidad se utilizan generalmente recursos naturales, los cuales deben de preservarse no solo para dicha generación, sino para la conservación del medio ambiente.

Un parque solar ubicado en la zona Sur de República Dominicana, es la propuesta que ofrece este trabajo de grado como parte de la solución ecológica al déficit existente en el sistema de generación eléctrica.

Se trata de brindar un aporte a la sociedad dominicana por la generación de energía, y un aporte al medio ambiente del mundo con la utilización de energía renovable para esta actividad, al mismo tiempo aconsejar a la No utilización de combustibles fósiles, ya que son los gases principales que provocan el efecto invernadero.

El parque solar contará con paneles solares fotovoltaicos, los cuales se encargarán de recibir el aporte del sol, y mediante un diseño de composición entre los paneles y generadores, este aporte

se convertirá en energía eléctrica para unirse al sistema interconectado de energía eléctrica de la República Dominicana.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema.

El sector eléctrico en la República Dominicana ha sido desde la década de los 80, un desafío para el crecimiento económico del país, Apagones frecuentes y prolongados producidos principalmente por razones financieras, altas pérdidas del sistema y bajo cobro de las tarifas de la época, que además se agravan por factores técnicos, como son, inversiones inadecuadas en transmisión e distribución, grandes y frecuentes fluctuaciones de voltaje, y factores sociales, como el robo de electricidad a través de conexiones ilegales, han provocado un desequilibrio económico tangible en la nación.

Una prolongada crisis eléctrica e ineficaces medidas correctivas han llevado a un círculo vicioso de apagones habituales, altos costos operativos de las compañías de distribución, grandes pérdidas, elevadas tarifas minoristas para cubrir estas ineficiencias, bajas tasas de cobro de boletas, una significativa carga fiscal para el gobierno a través de subsidios directos e indirectos, y costos muy altos para los consumidores, ya que muchos dependen de una electricidad alternativa autogenerada muy costosa.

Las tarifas de electricidad en la República Dominicana se encuentran entre las más altas de la región de América Latina y el Caribe. Esto se debe a diversos factores, como son, la dependencia del combustible importado, frágil ambiente institucional, dificultades para demandar a grandes deudores morosos, altos precios negociados inicialmente en contratos de compra de energía con los generadores, elevados riesgos comerciales a los que hacen frente los generadores, como el impago o pago atrasado de las empresas de distribución y/o del gobierno, bajo índice de recuperación de efectivo y altos costos operativos en las empresas de distribución

Según el Banco Mundial, la revitalización de la economía dominicana depende en gran medida de una importante reforma del sector eléctrico del país, en búsqueda de una solución que englobe la problemática nacional, las recomendaciones y exigencias de la comunidad internacional y la explotación de nuestros recursos naturales, la siguiente investigación propone un parque solar situado en la región sur de la República Dominicana.

1.1. Formulación del problema.

- ¿Qué nivel de factibilidad tendría la implementación de un parque solar en la República Dominicana?
- ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas de un parque solar con respecto a una planta a carbón en el país?
- ¿Cuál es la zona o terreno ideal para desarrollar un parque solar en el país?
- ¿Cómo impactaría la implementación de un parque solar en el país en cuanto al cambio climático?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Aportar energía eléctrica limpia y renovable al sistema eléctrico nacional interconectado, cumpliendo con las nuevas tendencias mundiales de producción de energía para un desarrollo sostenible y ecológicamente amigable.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Proponer la incorporación de aquellas novedades tecnológicas que colaboren a minimizar el impacto ambiental de su actividad y su contribución favorezca al desarrollo sostenible de nuestro país.
- Establecer comparaciones entre una central eléctrica de combustible fósil (carbón) y un parque solar, estudiar la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, producción,

de generación, mantenimiento, inversión, y valorar el impacto ambiental producido por cada fuente.

- Proponer la respuesta nacional a la amenaza mundial del cambio climático, en el contexto de producción de energía de desarrollo sostenible y preparar el país para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, en cumplimiento con el protocolo de Kioto y preparándonos para la firma del acuerdo de París que entra en vigencia en el 2020.

1.3. Justificación.

Parte del actual sistema energético está basado en fuentes de combustibles fósiles, los cuales por su propia naturaleza son limitados y arrastran una serie de problemas tanto medioambientales y sociales como de sostenibilidad, entre los que podemos citar el efecto invernadero, la lluvia ácida y la deforestación. Además de este sistema de generación de energía existen otros que dependen de recursos naturales como el agua, uno de los elementos principales en todos los ecosistemas, la cual debe preservarse, porque a medida que pasan los años el hombre es más inconsciente de la importancia de este recurso. En este caso, dado que el sistema fotovoltaico utiliza como fuente de energía al sol, se puede considerar este tipo de energía como inagotable y limpia.

Las emisiones de gases de efecto invernadero son cada vez una preocupación mayor para la comunidad internacional, firmándose acuerdos como el protocolo de Kioto o el acuerdo de París en busca de la reducción de los mismos a la atmósfera.

El fin del carbón como combustible para generación de energía se está volviendo una realidad, más de tres mil quinientas (3,500) empresas de energía en la Unión Europea prometieron no crear más plantas a carbón a partir del año 2020. A excepción de Grecia y Polonia, todos los países acordaron para reducir sus gases de efecto invernadero y así cumplir con el acuerdo de París y combatir el cambio climático.

Esta decisión de la unión europea ha provocado repercusión en los muchos otros países, los cuales a partir del año dos mil once (2011), han empezado a desarrollar mega proyectos para aprovechar la energía solar y eliminar su dependencia del carbón.

El carbón representa un 25% de toda la energía eléctrica mundial, al desaparecer se abrirá camino para el desarrollo de fuentes alternativas como el caso de las granjas solares, países como India, Estados Unidos, Brasil, Francia y España ya han empezado a implementar estos sistemas alternativos creando una revolución energética mundial.

Para conducir a la República Dominicana hacia el futuro y adaptar estas nuevas tecnologías al país cumpliendo con lo acordado en la comunidad internacional, y planteando la respuesta a uno de los problemas graves de la economía, es de vital importancia investigar la factibilidad, ventajas, desventajas, valoraciones de impactos ambientales, zonas propicias a desarrollar el proyecto, costos de generación, mantenimiento y de manera general el impacto económico que tendría un parque solar en el país.

Se presenta esta propuesta como fuente de energía moderna y diplomáticamente aceptable, con el fin de aportar ideas ecológicas para combatir el déficit de energía eléctrica en una zona importante del país, mediante el implemento de un parque solar que cumpla con la generación de electricidad de una manera factible para el medio ambiente, tomando como referencia los parques solares activos y empleados en países súper-desarrollados.

Por esto y muchos más es que surge la necesidad e importancia de investigar y desarrollar una propuesta en la que el país se alinee con las tendencias mundiales de producción de energía eléctrica.

1.4. Antecedentes.

En Europa y en el resto del mundo se han construido un gran número de centrales fotovoltaicas a gran escala, a finales de 2016, las plantas fotovoltaicas más grandes del mundo pertenecían a China, India, Estados Unidos, Alemania y Francia.

Según la publicación del "Periódico de la energía", el último informe trimestral PV Demand Market Tracker de la consultora IHS Markit ha confirmado que 2016 completa una década de

crecimiento global de la demanda solar. Según los datos del informe, la nueva capacidad instalada alcanzará a finales de año una cifra récord de setenta y siete (77) GW, que representa una tasa de crecimiento anual del treinta y cuatro por ciento (34%), dos puntos por encima del aumento del treinta y dos por ciento (32%) registrado en 2015. Esta es la primera vez desde 2010-2011 que el crecimiento de la demanda solar ha superado el treinta por ciento (30%) durante dos años consecutivos.

Por su parte, EurObserv'ER, acaba de sacar su último barómetro de fotovoltaica, según el cual el mercado mundial de energía solar fotovoltaica alcanzaba su máximo en capacidad añadida en 2016, superando los setenta y seis (76) GW, con un crecimiento de un cincuenta por ciento (50%) respecto a 2015, lo que supone que la capacidad total conectada a red en el mundo alcanza ya la cifra de treientos cuatro (304) GW.

El año 2016 fue un año también especialmente bueno para la energía solar en EEUU. Según la Asociación de Industrias de Energía Solar (SEIA), se instalaron catorce, coma setenta y seis (14,76) GW, potencia que duplicaba los siete, coma cincuenta y cinco (7,55) GW instalados en 2015. De hecho, según remarca la SEIA, la solar fotovoltaica se convirtió, por primera vez, en la principal tecnología por capacidad conectada a la red durante el año, con una participación del treinta y nueve por ciento (39%), por delante del gas (29%) y de la energía eólica (26%).

En cuanto a India, a 31 de marzo de 2017, el país contaba ya con doce mil doscientos ochenta y nueve (12.289) MW fotovoltaicos. Una cifra próxima al doble de los seis mil setecientos sesenta y tres (6.763) MW, que tenía instalados justo un año antes. Al finalizar el año fiscal (que en India se contabiliza del primero (1ro.) de abril de 2016 hasta el treinta y uno (31) de marzo de 2017) el país tenía conectados cinco mil quinientas veintiséis (5.526) MW frente a los dos mil ochocientos tres (2.803) MW del período anterior.

Fruto de gran esfuerzo inversor, han surgido numerosos grandes proyectos, que han servido como referencia para esta investigación, refutando las hipótesis de que en la República Dominicana puede generar el mayor porcentaje de su energía a través de esta tecnología, a continuación, se presenta como base de esta investigación alguno de los parques solares más grandes del mundo.

Kurnool Ultra Mega Solar Park. 1.000 MW. India.

El parque ocupa una superficie de veinticuatro (24) kilómetros cuadrados en Panyam Mandal, en el distrito de Kurnool, en Andhra Pradesh. La construcción del parque ha requerido una inversión de alrededor de mil cien (1,100) millones de dólares, cuya financiación ha corrido a cargo de los desarrolladores y los gobiernos central y estatal. El parque utiliza más de cuatro (4) millones de paneles solares con una capacidad de trescientos quince (315) vatios cada uno. Los paneles están conectados a cuatro estaciones de 220/33 kV de 250 MW cada una y una subestación eléctrica de 400/220 kV integrada por casi dos mil (2.000) kilómetros de circuitos de cables. El parque solar Kurnool genera cerca de ocho (8) GWh al día, producción suficiente para satisfacer el ochenta por ciento (80%) de la demanda eléctrica del distrito de Kurnool.

Planta fotovoltaica de Kamuthi. 648 MW. India.

Kamuthi Solar Power Project es una planta solar fotovoltaica ubicada en Kamuthi, a noventa (90) km de Madurai, en el estado de Tamil Nadu, India. La planta tiene una capacidad de generación de seiscientos cuarenta y ocho (648) MW. La planta solar, en la que se han invertido alrededor de ochenta y dos (82) millones de dólares, se compone de dos, coma cinco (2,5) millones de módulos solares y veintisiete mil (27,000) Mt de estructuras. La instalación cuenta con quinientos setenta y seis (576) inversores, ciento cincuenta y cuatro (154) transformadores y casi seis mil (6,000) kilómetros de cables. Los paneles solares ocupan una superficie de cinco (5) kilómetros cuadrados. En la construcción han participado ocho mil quinientos (8.500) trabajadores que han construido la planta en un tiempo récord de ocho (8) meses, habiendo momentos en que se construían once (11) MW en un solo día.

Solar Star Solar Farm I y II. 597 MW. Estados Unidos.

Solar Star es una central fotovoltaica de quinientos noventa y siete (597) MW, ubicada en las proximidades de Rosamond, California. Consta de dos fases: la primera, de trescientos dieciocho (318) MW, y una segunda de doscientos setenta y nueve (279) MW. Esta cuenta con uno coma siete (1,7) millones de paneles solares fabricados por Sun Power y repartidos sobre una superficie de alrededor de trece (13) kilómetros cuadrados.

Desert Sunlight Solar Farm. 550 MW. Estados Unidos.

La planta fotovoltaica Desert Sunlight tiene una capacidad instalada de quinientos cincuenta (550) megavatios y está ubicada aproximadamente a seis millas al norte del centro del desierto de Mojave, California. La planta tiene aproximadamente ocho, coma ocho (8,8) millones de módulos solares y cuenta con un área de dieciséis (16) kilómetros cuadrados.

Topaz Solar Farm. 550 MW. Estados Unidos.

Está en funcionamiento desde el año 2014, en la localidad de San Luis Obispo, California, esta ocupa una superficie de veintiséis (26) kilómetros cuadrados que acoge a un total de nueve (9) millones de paneles fotovoltaicos de First Solar con una potencia de quinientos cincuenta (550) MW. La planta, en la que se invirtieron dos mil quinientos (2.500) millones de dólares es capaz de suministrar energía a un total de ciento sesenta mil (160.000) hogares, ahorra un total de trescientas setenta y siete mil (377.000) toneladas de emisiones de CO₂ al año, equivalentes a lo que contaminan setenta y tres mil (73.000) vehículos en la carretera.

Quaid-e-Azam Solar Park. 400 MW. Pakistán.

El parque fotovoltaico de Quaid-e-Azam (QASP), que toma el nombre del fundador de Pakistán, cubre una superficie de 5 kilómetros cuadrados, dispone de un total de cinco, coma dos (5,2) millones de células fotovoltaicas con capacidad para abastecer electricidad a trescientos veinte mil (320.000) hogares. Además, la planta también reducirá la huella de carbono de Pakistán, ya que se quemarán cincuenta y siete mil quinientas (57.500) toneladas menos de carbón y se reducirán las emisiones en noventa mil setecientos cincuenta (90.750) toneladas al año.

Monte Plata Solar.

El proyecto “Monte Plata Solar”, de capital taiwanés, implica una inversión global de ciento diez (110) millones de dólares e incorporará al sistema eléctrico nacional integrado treinta (30) MW de energía limpia, se considerada la primera planta de energía fotovoltaica de la República Dominicana y la mayor en su tipo a nivel regional, consta con ciento treinta y dos mil (132,000) paneles solares y el uso de tecnología de punta. Esta contribuirá a ahorrar más de doscientos cincuenta (250) millones de dólares en la importación de combustibles fósiles, al tiempo que evitará la emisión de más de uno punto cuatro (1.4) millones de toneladas de gases de efecto invernadero.

1.5. Alcance y limitaciones de la investigación.

1.5.1. Alcance.

Esta investigación tiene como alcance la elaboración de recomendaciones para la generación de energía eléctrica de una forma ecológica, además del diseño del parque solar propuesto, el presupuesto correspondiente a dicho diseño, la mención de ventajas y desventajas de un parque solar con respecto a una central eléctrica de combustible fósil (carbón), y la valoración del impacto ambiental producido; sin tomar en cuenta la distribución de dicha energía, ni el estudio de impacto ambiental propiamente dicho.

1.5.2. Limitaciones.

En el proceso de recolección de datos transcurrieron ciertos incidentes que de un modo u otro demoraron la investigación. El proyecto en estudio se limitará por la falta de información en el país en cuanto a la planta a carbón disponible, la falta de coordinación en el acceso de información en las oficinas gubernamentales, la divergencia con el personal de las instituciones encargadas del manejo de informaciones de interés, dificultad con el uso del Sistema de Información Geográfica de República Dominicana (SIG), impedimentos en el manejo de tecnologías del sistema de información geográfica y condiciones en cuanto al presupuesto de la investigación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Ecología.

Según Ernst Haeckel, considerado Padre de la Ecología, la define aquella rama de la ciencia que gira en torno a la interacción de todo ser vivo con la superficie que lo rodea. Sin embargo, con el tiempo extendió el concepto hasta abarcar el análisis de las propiedades del medio, incluyendo el desplazamiento de materia y energía y su evolución a raíz de la presencia de conjuntos biológicos.

Actualmente se considera que la ecología es una de las ciencias biológicas, y es la encargada de estudiar las interacciones entre los organismos vivos y el entorno natural en el que habitan. Es una ciencia multidisciplinaria que para desarrollarse con tal necesita de otras ciencias para comprender la totalidad del estudio del medio ambiente.

2.1.1 Importancia de la ecología:

- **Unión de muchas disciplinas:** Un aspecto fundamental de la ecología como ciencia es su interdisciplinariedad, pues en ella convergen muchas otras disciplinas, desde las ciencias básicas (química, física), pasando por las ambientales (geografía, climatología, etc.) hasta las ciencias sociales (sociología, entre otras).
- **Visión global de nuestro entorno:** Emplea todos los conocimientos generados en cada área para comprender cómo se relacionan y/o pueden influenciar ciertos elementos sobre otros, este carácter integral de la ecología es su principal fortaleza, pues permite tener una visión más amplia sobre nuestro entorno y su dinámica. De lo antes expuesto deriva otro de sus puntos clave, pues al integrar datos e información de áreas tan diversas es una ciencia generadora de nuevo conocimiento sobre las interacciones organismos-ambiente. Es ésta tal vez la principal importancia de la ecología como disciplina científica.

- **Una solución al conflicto ambiental:** Estos nuevos conocimientos por lo general van dirigidos a la búsqueda de soluciones a todas las crisis ambientales actuales tal como el calentamiento global, la degradación de ecosistemas, la contaminación y escasez de agua, destrucción de los suelos, entre muchos otros que nos afectan y afectan nuestro mundo.
- **Un planeta en equilibrio:** Esto a su vez permite a la ecología presentar alternativas para que el hombre como una especie más del planeta tierra logre vivir en cierto equilibrio con la biósfera pues ésta incluye al ser humano como elemento de este sistema. La ecología gracias a sus aportes y sus bases ideológicas cumple un importantísimo papel dentro de la recuperación de sistemas degradados por el hombre.
- **Herramientas tecnológicas de la ecología:** Otra de las principales herramientas de la ecología como ciencia es que propone y construye métodos de monitoreo de los ecosistemas a largo plazo, como un esfuerzo para que las próximas generaciones tengan conocimiento de la dinámica natural y de los cambios que puede provocar y ha provocado el hombre

Es así como de forma sintética se destaca la **importancia de la Ecología**, una importantísima y valiosa ciencia para comprender el papel que juegan las personas como especie dentro del planeta, así como sus deberes para con ella, en pro de una existencia armónica y equilibrada entre los millones de elementos que componemos la tierra.

2.2 Sol y efectos atmosféricos de la radiación solar

El sol es una fuente inagotable de energía debido a las reacciones nucleares. El astro irradia en un segundo más energía que la consumida por la humanidad en toda su historia. Una parte de esta energía llega a la tierra en forma de radiación electromagnética. La tierra recibe en el exterior de su atmosfera una potencia total de 1.73×10^{14} KW. Bajo la perspectiva humana, la fuente energética solar puede considerarse como inagotable.

Efecto atmosférico sobre la radiación solar:

La distribución temporal de la energía solar que alcanza la superficie es muy irregular. No solamente varía la insolación máxima diaria (horas en las que el Sol está por encima del horizonte del lugar) sino que la radiación solar es más o menos atenuada según la composición instantánea de la atmósfera que atraviesa. En término medio solo el cuarenta y siete por ciento (47%) de la radiación incide sobre la atmósfera terrestre alcanza la superficie del planeta. El treinta y uno por ciento (31%) lo hace directamente y el otro dieciséis por ciento 16% después de ser dispersada por polvo en suspensión, vapor de agua y moléculas de aire. La energía restante, un cincuenta y tres por ciento 53% es reflejada hacia el espacio exterior o absorbida en la atmósfera.

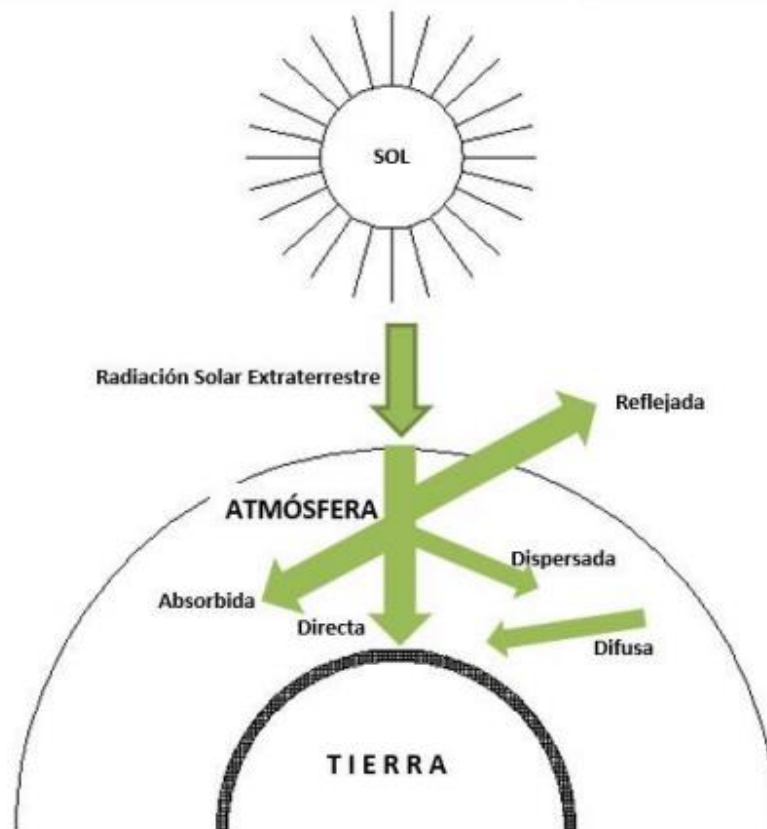


Figura 1: Atenuación de radiación solar por la atmósfera.

El porcentaje en la radiación global de una u otra componente depende de las condiciones meteorológicas. Cuanto más nublado es el día más importante es la radiación difusa y por el

contrario en días despejados la componente directa representa el porcentaje mayoritario. (ver tabla 1).

Condiciones climatológicas	Irradiancia (W/m^2)	Componente difusa (%)
Cielo claro	750 - 1000	10-20
Parcialmente nublado	200 - 500	20-90
Completamente cubierto	50 - 150	90-100

Tabla 1: irradiancia global y difusa en diferentes condiciones

Un parámetro importante relacionado con la componente directa y difusa de la radiación es el índice de claridad, se define como el porcentaje de irradiancia global en superficies respecto a la que alcanza la cima de la atmosfera en el plano horizontal. El índice de claridad tanto diario como mensual ha resultado de gran utilidad en ingeniería solar. Basándose en él, se han desarrollado diversidad de aplicaciones, desde algoritmos de cálculo de la energía incidente en una superficie inclinada, hasta estudios de utilizabilidad en los que se requiere un valor umbral de energía para el funcionamiento adecuado del sistema (Cufie y Becan, 199). Las funciones de densidad de probabilidad de los índices de claridad han mostrado ser universales. Los valores diarios están relacionados con el valor medio y la altura solar máxima mensuales (Ibáñez et al., 2003).

2.3 Evolución de la generación de electricidad; El Sol como materia prima.

La historia de la humanidad ha estado marcada por múltiples revoluciones que se han formado en silencio, pequeños acontecimientos que se integran para formar una idea, un pensamiento, una metodología y nuevos paradigmas que han marcado un hito en el proceso de desarrollo del ser humano.

El tiempo nos ha permitido apreciar el producto y resultado de cada una de las distintas revoluciones que como raza hemos vivido, así mismo nos ha dado la madurez y las herramientas para el estudio de las revoluciones vigentes y latentes de hoy en día como lo es la revolución energética.

El científico francés Alexandre Edmond Becquerel en el año 1839, se percató de que al sumergir una pila electrolítica en una sustancia de la misma propiedad y luego al exponerla a la luz esta generaba más electricidad.

Luego el ingeniero británico Willoughby Smith en 1873, desarrolló un método para probar continuamente un cable submarino, mientras iba siendo instalado para su circuito de prueba, necesitaba un material semiconductor con una alta resistencia y para ello seleccionó usar varillas de selenio. El selenio parecía hacer el trabajo correctamente, sin embargo, daba resultados inconsistentes, luego de investigar, descubrió que la conductividad de las varillas de selenio aumentaba significativamente cuando se exponía a una luz intensa, esto lo motivó a escribir el artículo "Efecto de la Luz en selenio durante el paso de una corriente eléctrica".

En 1883 el inventor estadounidense Charles Fritts, crea de la primera célula fotoeléctrica del mundo, este recubrió una muestra de selenio semiconductor con un pan de oro para formar el empalme. Este primitivo dispositivo presentaba una eficiencia de solo un uno por ciento (1 %) y no era rentable por los altos costos de los materiales.

Más adelante en 1885, el artículo de Smith llamó la atención de otros dos científicos británicos, William Grylls Adams y Richard Evans Day, que para poder comprobar que el selenio respondía a la luz, hicieron varias pruebas con velas encendidas hasta que pudieron verificar que el flujo eléctrico que se generaba se debía al haz de luz de la vela no al calor que generaba la llama de la misma.

El físico alemán Heinrich Rudolf Hertz para mediados de 1887, observó que el arco que salta entre dos electrodos conectados a alta tensión alcanza distancias mayores cuando se ilumina con luz ultravioleta que cuando se deja en la oscuridad, también notó que un objeto cargado pierde su carga más fácilmente al ser iluminado con esta luz, descubriendo así el efecto fotoeléctrico.

En 1905 Albert Einstein dió la explicación teórica del efecto fotoeléctrico y descubrió que al iluminar con luz violeta, que es de alta frecuencia, los fotones pueden arrancar los electrones de un metal y producir corriente eléctrica. Esta investigación le permitió ganar el Premio Nobel de Física en 1921.

Años más tarde en 1918 Jan Czochralski científico polaco, inventa un método para conseguir el crecimiento de monocristales de metal. Décadas más tarde, el método fue adaptado para producir silicio monocristalino.

El ingeniero estadounidense Russel Ohl, patentó las primeras células solares de silicio en 1946, estas fueron consideradas como la célula solar moderna y se las nombre como "dispositivo sensible a la luz".

Gerald Pearson de Laboratorios Bells, por accidente, experimentando en la electrónica creó una célula fotovoltaica de aproximadamente seis por ciento (6%) de eficiencia con silicio, mucho más eficaz a las anteriores, gracias a esto Daryl Chaplin y Calvin Fuller mejoraron estas células solares para un uso más práctico. Empezaron la primera producción de paneles solares en 1954, que se utilizaron en su mayoría en satélites espaciales.

La tecnología siguió su curso a través de los años, se estudiaron, diseñaron y fabricaron células fotovoltaicas de mayor eficiencia, hasta que, en 1970, a raíz de la crisis del petróleo, se incrementó el interés público en el uso de la energía solar, incluyendo los sectores agrícolas y edificios aislados de la red eléctrica.

La industria empieza a tomar fuerza y para 1982 Kyocera Corp se convierte en el primer fabricante mundial en producir polisilicio en grandes cantidades para las células solares que utilizan el método de fundición, hoy estándar de la industria.

Continúan las investigaciones, se desarrollan células solares de mayor eficiencia, Se establece el Laboratorio de Energía Renovable Nacional (NREL) en Estados Unidos, se instalan células solares en los techos de algunas iglesias y edificios estatales, y para el año 1999 la capacidad fotovoltaica total instalada en todo el mundo alcanza los mil (1.000) megavatios.

Para el año 2011, el rápido crecimiento de las fábricas solares en China empuja hacia abajo los costes de fabricación, por ende su coste medio de generación eléctrica ya es competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas, alcanzando la paridad de red.

2.4 Reseña informativa y comparativa entre una planta a carbón y un parque solar, consecuencias de las emisiones de CO₂, y respuesta de la comunidad mundial.

2.4.1 Concepto e importancia efecto invernadero:

El efecto invernadero es un fenómeno que consiste en la retención de parte de la energía proveniente del suelo por parte de ciertos gases, tras haber sido calentados por la radiación solar, lo que produce un efecto de calentamiento muy parecido al que ocurre en un invernadero, con una elevación de temperatura. Este fenómeno se produce por la acción de varios componentes de la atmósfera planetaria, pero el proceso de calentamiento ha aumentado considerablemente como consecuencia de las acciones del hombre con la emisión de dióxido de carbono, metano y otros gases.

Los principales GEI (Gases de Efecto Invernadero) en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono.

Hay que tener en cuenta que el efecto invernadero es esencial para el clima del planeta, la problemática radica en la contaminación, ya que debe existir un equilibrio, la cantidad de energía que se emite al espacio se debe compensar con la cantidad de energía que llega al planeta por las radiaciones solar, de esta manera la temperatura terrestre se mantendría constante.

2.4.2 Calentamiento global.

El calentamiento global hace referencia al incremento de la temperatura tanto de la atmósfera como de los océanos pertenecientes al planeta Tierra que ha ido aumentando en tiempos de la actualidad; proyectándose una serie de daños acometidos al futuro

El calentamiento global representa consecuencias catastróficas para el planeta, ya que, si la temperatura aumenta fuera de los niveles normales, aumentará el nivel del océano y se inundarán grandes regiones habitadas del mundo, entre otras consecuencias.

- **Especies extintas:** Con el cambio de los climas y de los entornos adecuados para la vida; muchas especies tanto animales como vegetales pueden verse afectadas de gran modo llegando a morir en grandes cantidades lo que implicaría la aparición de condiciones de extinción en muchos de los tipos de flora y fauna.
- **Cambios en el ciclo hidrológico:** Gracias al calentamiento global; los procesos hidrológicos y los pasos que indica su ciclo pueden verse relativamente modificados destacando precipitaciones ácidas o lluvia ácida debido a la mezcla de gases implicados en el efecto invernadero; causante fundamental del calentamiento global.
- **Aumento en la concentración de CO₂:** Con la constante actividad de las industrias y fábricas; sobre todo en los países desarrollados se aprecia un incremento considerable en los gases emitidos desde las empresas, lo que radica en la mayor exposición de estos hacia la atmósfera provocando contaminación atmosférica, provocando no solo una acumulación de dióxido de carbono, sino también la elevación de la temperatura dada por el calentamiento global.
- **Repercusión en los ecosistemas.** Las condiciones de todos los hábitats se van haciendo críticas; por lo que cada una de las evoluciones se paraliza, conllevando a su degeneración y a tener que vivir en condiciones de supervivencia, adaptándose a un entorno desfavorable para muchos de los aspectos que nos identifica como seres vivos.

- **Fenómenos climáticos frecuentes:** Por la variación implicada entre las diversidades de climas y por los cambios en el ciclo hidrológico; los gradientes de presión en la atmósfera van cambiando y con ello van generando corrientes de viento anómalas; haciendo que se dé de manera más frecuentes eventos catastróficos como huracanes; tornados o también tormentas eléctricas.
- **Sequías:** Otro de los resultados que describe el constante efecto del calentamiento global es la aparición de sequías; aspectos naturales que impiden el correcto ciclo vital de la especie humana; especies vegetales y de la fauna.

2.4.3 Respuesta de la sociedad mundial:

Para evitar las consecuencias anteriormente mencionadas, varios gobiernos promueven el Protocolo de Kioto, que es un convenio internacional que busca limitar las emisiones de gases del efecto invernadero. Sin embargo, hay países que se niegan a aceptar el protocolo, ya que consideran este acuerdo perjudicial para sus economías.

illón) en volumen. Fuentes naturales incluyen volcanes, aguas termales, géiseres y es liberado por rocas carbonatadas al diluirse en agua y ácidos. Dado que el CO₂ es soluble en agua, ocurre naturalmente en aguas subterráneas, ríos, lagos, campos de hielo, glaciares y mares. Está presente en yacimientos de petróleo y gas natural.

2.5 Protocolo de Kioto



Figura 2: Posición de los diversos países en 2012 respecto del Protocolo de Kioto.

El protocolo fue adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009 eran 187 los estados que lo habían ratificado. Estados Unidos, que era cuando se firmó el protocolo el mayor emisor de gases de invernadero⁴ (desde 2005 lo es China), nunca lo ratificó.

El **Protocolo de Kioto** es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

El protocolo forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El protocolo vino a dar fuerza vinculante a lo que en ese entonces no pudo hacer la CMNUCC.

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron en Kioto a un conjunto de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios de dichos países pactaron una reducción, a ser alcanzada entre 2008 y 2012, de al

menos un 5 % en promedio de las emisiones de los gases de efecto invernadero, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Rusia lo suscribió el 18 de noviembre de 2004.

Se recuerda que el primer instrumento de reducción de emisiones fue el Protocolo de Kioto, cuyo segundo periodo de compromiso vence en 2020.

Hay tres mecanismos introducidos por el Protocolo de Kioto: el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), formulado en el Artículo 12 del Protocolo; el mecanismo de Implementación Conjunta (JI), introducido en el artículo 6, y el Mercado Internacional de Emisiones (IET), presentado en el Artículo 17.

El MDL es el único mecanismo aplicable para las partes que no están en el Anexo I, incluyendo la República Dominicana.

2.6 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

En República Dominicana existe el Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), que se encarga de formular las políticas públicas y las estrategias necesarias para la prevención y mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la adaptación a los efectos adversos del Cambio Climático, y procura que las entidades públicas y actores claves de la sociedad civil alcancen un alto grado de información, sensibilización, educación y compromiso sobre el Cambio Climático, sus causas y consecuencias, que les lleve a implementar acciones que integren el desarrollo socioeconómico y la protección ambiental.

El MDL es un marco aplicable a los proyectos entre los países industrializados y los países en desarrollo incluyendo la República Dominicana. En un proyecto MDL, un país industrializado (parte inversora) proporciona transferencia de tecnologías o inversión para reducir las emisiones de GHG en países en desarrollo (parte anfitrión) y recibir crédito de carbono (Reducción de Emisiones Certificadas, CERs) generado de las actividades. Los CERs pueden ser usados para lograr el objetivo de reducción de emisión al país inversor (el derecho de emisión del país se incrementará).

Con el fin de aplicar un proyecto MDL, el proyecto tiene que reunir un cierto criterio determinado por la Junta Ejecutiva MDL de UNFCCC.

Para ser registrado como un proyecto MDL, este tiene que cumplir con las que se definen en el artículo 12 párrafo 5 en el Protocolo de Kioto.

- Participación voluntaria aprobada por cada Parte involucrada a la mitigación del cambio climático; y Reducción en emisiones.
- Además, los proyectos MDL deben contribuir a mejorar el “desarrollo sostenible” en países anfitriones.

2.6.1 Proyectos MDL por Sectores

Los proyectos elegibles para MDL serán aquellos que contribuyan a la reducción o eliminación de GHGs y son considerados compatibles con el desarrollo sostenible de los países anfitriones, mientras este no sea realizado sin MDL debido a la inversión, tecnológica, regulatoria, y otras limitaciones claramente identificables.

Ejemplos de los tipos de proyectos elegibles para MDL:

Energía Renovable

- Generación de energía de biomasa (bagazo, cáscara de arroz, Racimo de fruta vacío de palma de aceite, otros).
- Generación de energía de biogás (desecho animal, biogás a partir de agua residual orgánica, utilización de gas de vertedero).
- Hidro energía (mini-hidro, micro-hidro).
- Energía solar (calentador de agua solar, sistemas solares fotovoltaico).
- Energía eólica.
- Geotérmica.
- Evitación de Metano.

- Compostaje de desecho orgánico. Evitación de metano a partir de dejar descomponer la biomasa (desecho orgánico, residuo agrícola)

-

2.7 Dióxido de carbono y carbón:

El dióxido de carbono fue uno de los primeros gases en ser descritos como una sustancia distinta del aire. En el siglo XVII, el químico flamenco Jan_Baptist_van_Helmont observó que cuando se quema carbón en un recipiente cerrado, la masa resultante de la ceniza era mucho menor que la del carbón original. Su interpretación fue que el carbón fue transformado en una sustancia invisible que él llamó un "gas" o "espíritu silvestre" (*spiritus sylvestre*). El CO₂ existe en la atmósfera de la Tierra como gas traza a una concentración de alrededor de 0,04 % (400 partes por m

El carbón mineral es una roca sedimentaria de tipo orgánico, de color negro, muy rica en carbono y con cantidades variables de otros elementos como: hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno, utilizada como combustible fósil.

El carbón se origina por la descomposición de vegetales terrestres que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Los restos vegetales se van acumulando en el fondo de una cuenca, quedan cubiertos de agua y, por lo tanto, protegidos del aire, que los degradaría. Comienza una lenta transformación por la acción de bacterias anaerobias, un tipo de microorganismos que no necesitan oxígeno para vivir. Con el tiempo se produce un progresivo enriquecimiento en carbono.

Entre las aplicaciones del carbón más usuales se encuentran:

- Fábricas de ladrillos.
- Fábricas de cemento.
- Combustible doméstico.
- Aplicaciones en siderurgia.
- Generación de energía eléctrica

2.7.1.1 Ventajas del carbón

- **Sin problemas de fuga:** no tiene problemas de fuga como sí ocurre en los casos del petróleo y del gas.
- **Alto poder energético:** es posible obtener una gran cantidad de energía a partir de poco volumen de carbón.
- **Abundante:** El carbón es una de las fuentes de energía más abundantes del mundo. De acuerdo con el Centro Nacional para el Análisis de Política, en Dallas, Texas, solo los Estados Unidos tiene el 25% de las reservas de carbón mineral conocidas en el mundo.
- **Económico:** En comparación con otras fuentes de energía, como el petróleo y el gas natural, el carbón es barato. De acuerdo con los analistas de la política de mercado y especialistas en el sector de la industria de carbón, esto significa facturas de energía más bajas para los consumidores y las empresas.
- **Versátil:** El carbón no es solamente quemado directamente, sino que también puede ser transformado en forma líquida o gaseosa. Los defensores del mismo alegan que el carbón licuado o gasificado quema de forma más limpia, lo que significa menos contaminación del aire.
- **Fuente generadora de empleos:** Hay muchas personas que tienen un digno sueldo gracias a la extracción de carbón de las minas de los países productores, es un trabajo muy duro. –

2.7.1.2 Desventajas del carbón

- **Repercusiones químicas:** principalmente en la minería y en los sistemas de tratamiento de aguas.
- **Poca seguridad:** los trabajadores que trabajan en las minas de extracción se encuentran expuestos a numerosos accidentes.
- **Deterioro superficie terrestre:** la superficie de la Tierra se ve afectada por la lluvia ácida provocada por la extracción del carbón.
- **Aumento de temperatura:** se produce un aumento de la temperatura en el ecosistema debido a los circuitos necesarios en las centrales térmicas para la refrigeración del vapor.

- **Contaminación:** De acuerdo con el Fondo de Defensa Ambiental de los Estados Unidos, las plantas de energía impulsadas por carbón son la principal fuente de contaminación del aire. Los ambientalistas también afirman que la quema de carbón contribuye a la lluvia ácida y libera grandes cantidades de dióxido de carbono, lo que contribuye al calentamiento global.
- **Lluvia ácida:** es producida por la emisión de azufre y óxidos de nitrógeno generados por la combustión. Además, transportar el carbón genera emisiones de dióxido de carbono también; y extraerlo de la naturaleza destruye paisajes y ecosistemas muy valiosos.
- **Peligros a la salud:** Las plantas de carbón emiten no solo dióxido de carbono, sino también mercurio, hollín y otros contaminantes que agravan el efecto invernadero, y que generan asma, enfermedades respiratorias y otras afecciones en las comunidades cercanas a las plantas.
- **No renovable:** Así como de otros combustibles fósiles, el carbón mineral es una fuente de energía no renovable. Ambientalistas, conservacionistas y otros opositores del uso del carbón defienden el uso de fuentes de energía renovables y más limpias, como la energía eólica.

2.8 Parque Solar: la propuesta ecológica para la generación de energía eléctrica

Es un espacio amplio utilizado para instalaciones fotovoltaicas.

2.8.1 Características.

El ingeniero en telecomunicaciones español, José Manuel Huidobro, menciona en su apartado "Paneles solares. Una inversión muy rentable" que para desarrollar un parque solar solo se requieren terrenos de baja o nula productividad, en altura, bien orientados, próximos a la red eléctrica y en los que se puedan instalar paneles fotovoltaicos.

2.8.2 Funcionamiento.

A inicios del 2018, la revista virtual "Mundo Solar", hace hincapié en el funcionamiento de las plantas solares, donde resalta que:

Para la producción de energía eléctrica, las plantas de energía solares utilizan los rayos del sol, hoy en día las instalaciones fotovoltaicas y solares térmicas son las tecnologías más utilizadas.

Hay dos tipos de plantas de energía solar. Se diferencian en función de cómo la energía del sol es convertida en electricidad, ya sea a través de células fotovoltaicas, o a través de las centrales solares térmicas.

Las instalaciones fotovoltaicas están Formadas con paneles solares fotovoltaicos que absorben la luz solar y a través de celdas fotovoltaicas la transforman en energía.

2.8.3 Las centrales solares térmicas

Una planta de energía solar térmica genera calor y electricidad mediante la concentración de la energía del sol. Con lo que se genera vapor que sirve para alimentar una turbina y un generador, logrando así producir electricidad.

2.8.4 Paneles solares

Son dispositivos tecnológicos que pueden aprovechar la energía solar convirtiéndola en energía utilizable por los seres humanos para calentar el agua sanitaria o para producir electricidad.

El término panel solar abarca los diferentes tipos de dispositivos que, a pesar de compartir la similitud y el uso de la energía solar como fuente de energía, se hacen con tecnologías diferentes.

Existen diferentes tipos de paneles solares y estos dependerán de la función de los mismos:

2.8.5 Paneles solares termodinámicos

Se trata de una interesante alternativa a los paneles solares convencionales, la gran diferencia es que no sólo captan energía del sol, sino que pueden hacerlo también de la energía exterior, siempre que la temperatura no baje de 0° (el calor del sol, del agua de lluvia, del viento...)

2.8.6 Paneles solares fotovoltaicos

Los paneles solares fotovoltaicos transforman la energía solar en energía eléctrica (electricidad) para ser reutilizados en tiempo real, para alimentar el consumo eléctrico de una casa (por ejemplo, iluminación, nevera, televisión y cualquier otro aparato eléctrico normal).

Las plantas pueden ser aisladas o estar conectadas a la fuente de alimentación normal. En este último caso, si usted produce más energía de la que consume, la planta da crédito a la energía de la red, de lo contrario, se basa en la red para satisfacer los requisitos (la llamada “cuenta de la energía”). Los paneles solares fotovoltaicos producen electricidad para su hogar, y es precisamente este tipo de paneles los que se van a desarrollar en lo adelante y los que serán trabajados en el diseño.

Debido a economías de escala, los paneles solares se hacen menos costosos según se usen y fabriquen más. A medida que ha aumentado la producción, los precios han continuado bajando, los paneles se hacen más eficientes y todas las previsiones indican que lo seguirán haciendo en los próximos años.

Esta tendencia sigue la llamada «ley de Swanson», una predicción similar a la conocida Ley de Moore, que establece que los precios de los módulos solares descienden un veinte por ciento (20 %) cada vez que se duplica la capacidad de la industria fotovoltaica.

Al alcanzar la paridad de red, la industria da un salto exponencial siendo capaz de producir a un coste inferior o igual al precio generalista de compra de la electricidad directamente de la red eléctrica, dando inicio a la revolución energética.

En Europa y en el resto del mundo se han construido un gran número de centrales fotovoltaicas a gran escala, en la actualidad, la energía fotovoltaica cubre el diez por ciento (10 %) del consumo energético mundial, según estudios el crecimiento de producción de energía por este medio es exponencial doblándose cada dos años, si la tendencia continúa podría llegar a proporcionar el cien por ciento (100 %) de las necesidades energéticas de los países que han invertido en esta tecnología en torno al año 2027.

Es importante destacar que la generación eléctrica fotovoltaica es la única que se puede producir a partir de una fuente renovable, reduciendo la saturación de las redes y disminuyendo las pérdidas en el transporte de electricidad.

2.9 Descripción genérica de un sistema de conexión a red.

La instalación fotovoltaica de conexión a red se puede visualizar en la imagen a continuación.

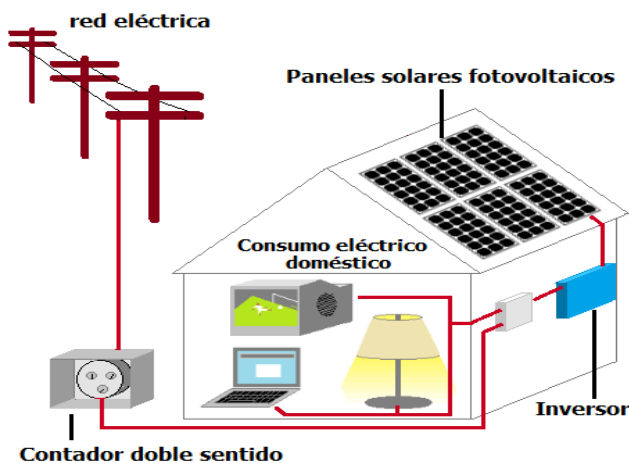


Figura 3: Conexión genérica de un sistema de conexión a red de energía fotovoltaica.

El campo solar fotovoltaico está formado por una serie de módulos fotovoltaicos del mismo modelo conectados eléctricamente entre sí y se encarga de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar que incide sobre ellos.

Para inyectar directamente la energía del generador fotovoltaico en la red eléctrica debe ser transformada en corriente alterna a la misma tensión y frecuencia que ella. Esta corriente continua se lleva al inversor que, utilizando la tecnología de potencia, la convierte en corriente alterna de baja tensión, con la ayuda de un transformador se aumenta la tensión hasta la de la red y de este modo queda disponible para cualquier consumidor.

La energía generada, medida por su correspondiente contador de salida, se venderá a la empresa distribuidora. Por otro lado, la instalación cuenta con un contador de entrada para descontar posibles consumos de la instalación (stand-by nocturno del inversor, principalmente). De esta

forma, la instalación de Conexión a Red se plantea como una inversión a largo plazo. Este último hecho permite reducir el período de amortización que depende de los siguientes factores:

- Potencial solar de la instalación: latitud, inclinación y orientación del generador, existencia o no de sombras.
- Potencia de la instalación.

2.10 Aspectos técnicos de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red (SFCR).

Estructura de un módulo fotovoltaico: el módulo fotovoltaico estará constituido por:

- Cubierta frontal, de vidrio con bajo contenido en hierro.
- Encapsulante, a base de polímero transparente, aislante y termoplástico (EVA).
- Células solares Conexiones de células Cubierta posterior con película de Tedlar.
- Marco de aluminio

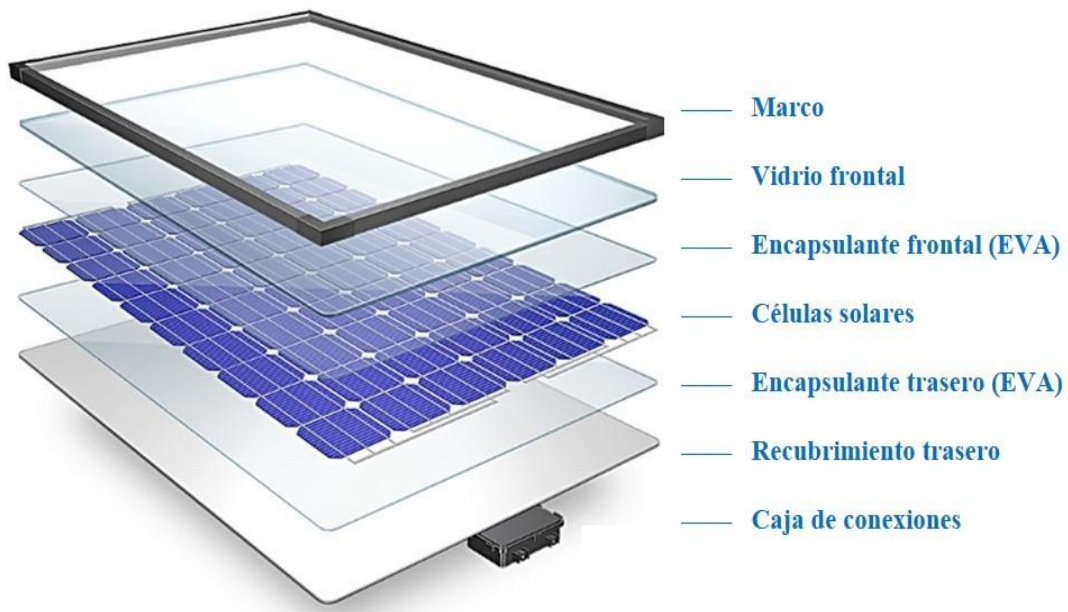


Figura 4: Estructura de un módulo fotovoltaico

2.10.1 Circuito de una célula:

- Dispositivo intrínseco: Generador de corriente il, Diodo de unión p-n.

b. Dispositivo extrínseco:

- Resistencia Serie: reduce corriente de cortocircuito (R_s).
- Resistencia Paralelo: reduce tensión (R_p).

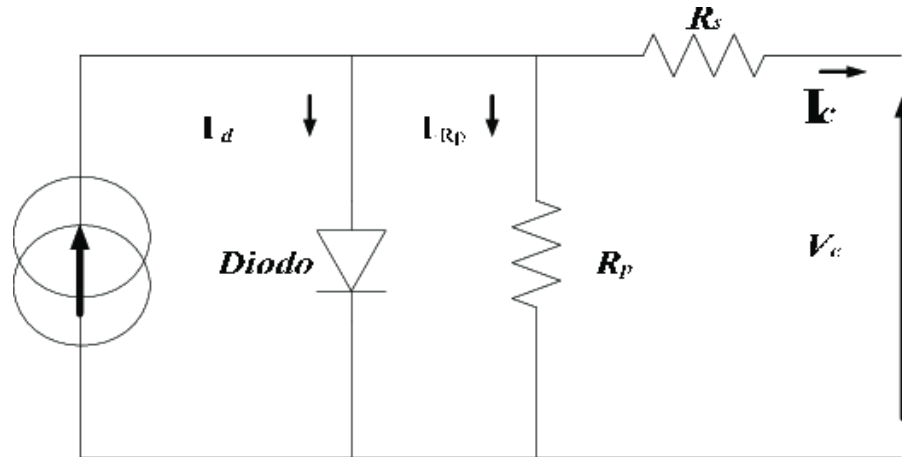


Figura 5: Circuito de una célula

2.10.2 Tipos de pérdidas en el generador fotovoltaico:

Existen varios tipos de pérdidas que afecta al rendimiento del módulo. Estos pueden ser propios del generador o externos.

- Inclinación y orientación.
- Polvo
- Reflectancia angular.
- Temperatura.
- Cableado.
- Sombreado.

2.10.3 Valoración de la producción

Toda instalación de producción de energía está limitada por una cierta cantidad de pérdidas en las distintas etapas de transformación y transporte de la energía generada que afectan al global de

la energía producida. Evaluarlas y limitarlas forma parte del diseño adecuado de la instalación fotovoltaica. Se podrán distinguir el siguiente conjunto de pérdidas:

- a. Debidas a la dispersión de los módulos fotovoltaicos.
- b. Debidas el cableado tanto en corriente continua como en corriente alterna.
- c. Debidas al transformador.
- d. Debidas a la línea de media tensión subterránea.
- e. Debidas a la posible suciedad y polvo de los módulos.
- f. Debidas a la disponibilidad de la instalación.
- g. Debidas a los inversores.
- h. Debidas a sombras en los paneles.
- i. Debidas a la temperatura en las células fotovoltaicas.
- j. Debidas a la posición y el emplazamiento

2.11 Ahorro en las emisiones

La producción de energía por medios convencionales provoca, en el lugar de generación, unas emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero a la atmósfera, como por ejemplo el dióxido de carbono (CO₂), los óxidos de nitrógeno (N_xO_y) y óxidos de azufre (SO₂) que provocan desde el calentamiento global hasta problemas respiratorios en la población.

Cada unidad de energía generada en la planta solar fotovoltaica supondría eliminar de la producción de gases contaminantes por parte de otros tipos de producción de energía. Si se quiere combatir el calentamiento global se deberá cambiar la forma de producción de energía de forma global. Por cada kilovatio hora generado en esta instalación se evitará emitir al medio ambiente aproximadamente 1 kg de dióxido de carbono (CO₂), 3 gramos de óxidos de azufre (SO₂) y unos 2 gramos de óxidos de nitrógeno (NO_x).

2.12 Ventajas e inconvenientes de las instalaciones fotovoltaicas.

Las instalaciones de aprovechamiento de energía solar fotovoltaica tienen las siguientes ventajas:

- Son sistemas modulares, lo que hace que los cálculos sean sencillos en cuanto a diseño y producción, y su instalación en terrenos llanos no es técnicamente complicada.
- Tienen una larga duración. La vida útil de una planta fotovoltaica está determinada por la vida útil de sus componentes, principalmente el módulo fotovoltaico. Los módulos tienen una vida esperada de más de 40 años, aunque la garantía de potencia de salida es de 25 años. Realmente no se sabe con exactitud la vida real de un generador conectado a red, porque no se tienen suficientes datos sobre las instalaciones que llevan funcionando durante años. Por ejemplo: La instalación solar fotovoltaica conectada a la red europea más antigua es la del Laboratorio de Energía, Ecología y Economía (LEEE) de Lugano, Suiza, que empezó a funcionar en 1982, es decir, treinta y seis (36) años funcionando. La vida útil de los restantes elementos que componen la planta como: inversores, cajas de conexión, transformadores y cuadros de protección son las propias del material eléctrico que debería ser al menos tan duradero como el de los módulos con un mantenimiento correcto.
- Su mantenimiento es fácil y poco costoso. El mantenimiento es mejor en cuanto a rendimiento hacerlo en las horas nocturnas para tener la instalación disponible durante las horas de sol. El resto de la planta también deberá ser inspeccionado regularmente para evitar que existan tensiones en los problemas que limiten la eficiencia.
- Tienen una alta fiabilidad. Las instalaciones fotovoltaicas son fiables y tienen disponibilidad operativa alta, del orden del noventa y cinco por ciento (95%) ya que no disponen prácticamente de partes móviles.
- No producen contaminación ambiental en la generación de energía, por lo que contribuyen a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) al utilizarse como alternativa a otros sistemas generadores de energía de quema de hidrocarburos.
- Tienen un funcionamiento silencioso.

Los inconvenientes más importantes de las instalaciones solares fotovoltaicas son:

- A nivel económico, se deberá investigar en la reducción de los costes de fabricación y los precios finales de la instalación a partir de las innovaciones que se introduzcan en el sector y a las economías de escala generadas como consecuencia del aumento de la demanda y de los volúmenes de producción. Tanto empresas como la administración deberán conseguir condiciones de financiación y recortes fiscales para poder realizar la inversión necesaria.

II.2 MARCO CONCEPTUAL

Generación de Energía Eléctrica: De manera general se define generación de energía eléctrica a toda transformación de cualquier tipo de energía a eléctrica. En este proceso interviene la participación de un generador eléctrico.

Centrales de Generación: Se pueden definir simplemente como espacios destinados a la generación de energía eléctrica.

Central termoeléctrica: es un lugar empleado para la generación de energía eléctrica a partir de calor. Este calor puede obtenerse tanto de la combustión, de la fisión nuclear del uranio u otro combustible nuclear, del sol o del interior de la Tierra. Los combustibles más comunes son los combustibles fósiles (petróleo, gas natural o carbón), sus derivados (gasolina, gasóleo), biocarburantes, residuos sólidos urbanos, metano generado en algunas estaciones depuradoras de aguas residuales.

Central térmica solar o central termo solar: es una instalación industrial en la que, a partir del calentamiento de un fluido mediante radiación solar y su uso en un ciclo termodinámico convencional, se produce la potencia necesaria para mover un alternador para la generación de energía eléctrica como en una central térmica clásica.

Central hidroeléctrica: es aquella que se utiliza para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía potencial del agua embalsada en una presa situada a más alto nivel que la central. El agua se lleva por una tubería de descarga a la sala de máquinas de la central, donde mediante enormes turbinas hidráulicas se produce la electricidad en

alternadores. Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad son: la potencia y la energía.

La **energía eólica** se obtiene mediante el movimiento del aire, es decir, de la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire o de las vibraciones que el dicho viento produce. En la actualidad se usan aerogeneradores para generar electricidad, especialmente en áreas expuestas a vientos frecuentes, como zonas costeras, alturas montañosas o islas.

Centrales fotovoltaicas: se denomina energía solar fotovoltaica a la obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos. Los paneles, módulos o colectores fotovoltaicos están formados por dispositivos semiconductores tipo diodo que, al recibir radiación solar, se excitan y provocan saltos electrónicos, generando una pequeña diferencia de potencial en sus extremos. El acoplamiento en serie de varios de estos fotodiodos permite la obtención de voltajes mayores en configuraciones muy sencillas y aptas para alimentar pequeños dispositivos electrónicos. A mayor escala, la corriente eléctrica continua que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna e inyectar en la red eléctrica.

Megavatio (MW) es igual a un millón de vatios (10^6): Se emplea para medir potencias grandes, donde las cifras del orden de los cientos de miles no resultan significativas. Muchas cosas pueden tener la transferencia o consumo de energía en esta escala; algunos de esos eventos incluyen: rayos, centrales eléctricas, grandes motores eléctricos o de combustión interna, buques de guerra (como los portaaviones y los submarinos) y alguno de los equipamientos científicos (como grandes láseres).

Gigavatio (GW): es una unidad de potencia equivalente a mil millones de vatios (10^9 W). Esta unidad suele utilizarse en grandes plantas generadoras de electricidad o en las redes eléctricas. La generación de energía en la Presa Hoover puede ser un buen ejemplo; posee una capacidad instalada de potencia eléctrica de 2,08 GW. La Presa de las Tres Gargantas tiene una capacidad instalada de potencia eléctrica de 22,5 GW, la mayor de todas las plantas de energía eléctrica en 2018.

Capacidad instalada: es el potencial de producción o volumen máximo de producción que una empresa en particular, unidad, departamento o sección; puede lograr durante un período de tiempo determinado, teniendo en cuenta todos los recursos que tienen disponibles, sea los

equipos de producción, instalaciones, recursos humanos, tecnología, experiencia/conocimientos, etc.

Ciclo combinado: en la generación de energía a la coexistencia de dos ciclos termodinámicos en un mismo sistema, uno cuyo fluido de trabajo es el vapor de agua y otro cuyo fluido de trabajo es un gas, producto de una combustión o quema. En la propulsión de buques se denomina ciclo combinado al sistema de propulsión COGAS.

La **paridad de red** se define como la condición que se da cuando una fuente de generación de energía eléctrica es capaz de producir a un coste inferior o igual al precio generalista de compra de la electricidad directamente de la red eléctrica. Este término es empleado principalmente en referencia a fuentes de energía renovable, en concreto la energía solar fotovoltaica y la energía eólica. Se cree ampliamente que el alcance de la paridad de red tendrá como consecuencia un cambio radical en el mix de generación energética.

La **amortización** es un término económico y contable, referido al proceso de distribución de gasto en el tiempo de un valor duradero. Adicionalmente se utiliza como sinónimo de depreciación en cualquiera de sus métodos.

Hora solar Pico (H.S.P.): Se define como la cantidad de horas de sol con una intensidad de radiación de 1000 W/m², que incide sobre la superficie del módulo solar. Es decir, la radiación total recibida durante el día es la misma que la recibida durante las horas sol pico pero contadas a razón de 1000 W/m². En España este valor está comprendido entre las 2 horas en invierno las 4 horas en verano.

Watio Pico (WP): Se define como la máxima potencia que puede recibir un panel o módulo fotovoltaico y coincide con una intensidad de radiación constante de 1000 W/m² a una temperatura de 25 °C.

Radiación solar Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

Irradiación Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

Instalación Instalaciones fotovoltaicas Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

Instalaciones fotovoltaicas interconectadas Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

Línea y punto de conexión y medida La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

Interruptor automático de la interconexión Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

Interruptor general Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

Generador fotovoltaico Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Rama fotovoltaica Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Inversor Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

Potencia nominal del generador Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

Módulos Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica. Célula de tecnología equivalente (CTE): Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

Módulo o panel fotovoltaico: Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Cambio climático: Es un cambio de clima atribuido directa e indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se suma a la variabilidad natural del clima observadas durante períodos de tiempos comparables.

Efecto Invernadero: Es un fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. Se produce, por lo tanto, un efecto de calentamiento similar al que ocurre en un invernadero, con una elevación de la temperatura. Los principales GEI en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono.

Dióxido de carbono: Una gran mayoría de climatólogos coinciden en que el aumento en la concentración atmosférica de CO₂ es la principal razón del aumento temperatura media global desde mediados del siglo XX.

El **fueloil** (en inglés **fuel oil**), también llamado en España **fuelóleo** y **combustóleo** en otros países hispanohablantes, es una fracción del petróleo que se obtiene como residuo en la destilación fraccionada. De aquí se obtiene entre un 30 y un 50% de esta sustancia. Es el combustible más pesado de los que se pueden destilar a presión atmosférica. Está compuesto por moléculas con más de 20 átomos de carbono, y su color es negro. El fuel oil se usa como combustible para plantas de energía eléctrica, calderas y hornos.

El **gas natural** es un hidrocarburo mezcla de gases ligeros de origen natural que contiene principalmente metano, y normalmente incluye cantidades variables de otros alcanos, y a veces un pequeño porcentaje de dióxido de carbono, nitrógeno, ácido sulfhídrico o helio.

El **impacto ambiental** es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración en la línea de base ambiental. La ecología es la ciencia que se encarga de medir este impacto y tratar de minimizarlo.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.

3.1 Enfoque de la investigación.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) en su obra “Metodología de la investigación” define que el enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, busca principalmente “dispersión o expansión” de los datos e información, este es más generalizado y se orienta de lo particular a lo general.

La forma de recolección e interpretación de los datos suele ser más dinámica puesto que no obedece a un estándar en esos procesos. Este enfoque favorece la comparación de resultados y la interpretación.

Esta investigación se considera cualitativa, ya que busca orientar sus resultados a la rentabilidad, factibilidad, ventajas, desventajas y valoración de los impactos desde la interpretación de los datos obtenidos en el proceso investigativo y el aporte de la misma esta realizado bajo la percepción y limitación de los resultados.

3.2 Diseño de la investigación.

“La investigación no experimental o *expost-facto* es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones” (Kerlinger, 1979).

Esta investigación se fundamenta en no experimental, debido a que se basa en la recolección de datos e informaciones propias del proyecto, del terreno y de los equipos recomendados, las cuales no se someterán a pruebas por su naturaleza invariable, con la finalidad de obtener el nivel de factibilidad en la implementación de un parque solar a partir de un marco ecológico y económico.

A su vez, es un método de campo, porque la investigación llevó un curso de observación de los diferentes terrenos propicios para el planteamiento del proyecto, con diferentes visitas a cada zona e interactuando con los pobladores para obtener información sobre los propietarios, usos y

posibles inundaciones en las parcelas seleccionadas, de este modo obtener datos sobre las posibles dificultades en la elección del terreno ideal y el planteamiento de las soluciones en caso de que lo amerite.

3.3 Tipo de investigación.

La investigación realizada trata en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr el objetivo planteado, la aplicación de esta es muy específica y bien delimitada, ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intenta abordar el problema energético nacional bajo una perspectiva ecológica, por lo que esta se cataloga como una investigación aplicada.

Según el nivel de profundización del objetivo de estudio se trata de una investigación descriptiva, esta busca únicamente establecer una descripción lo más completa posible de la factibilidad de un parque solar en la República Dominicana, sin indagar a profundidad las causas y/o consecuencias del proyecto en la economía nacional, ni el crecimiento socioeconómico de la zona a raíz del proyecto.

La recolección de los datos necesarios para plantear el proyecto se obtuvieron basados en la observación, por lo que estos son de naturaleza cualitativa, aunque ofrecen mucha información, estos son subjetivos y poco controlables y no permiten una explicación clara de los fenómenos que se podrían presentar en la propuesta, sin embargo, los datos obtenidos de dichas investigaciones pueden ser esquematizar con el fin de poder ser analizados, haciendo que la explicación acerca del fenómeno estudiado sea más completa.

Los resultados de esta investigación pueden variar a través del tiempo si existe alguna novedad tecnológica o económica que promueva formas más ecológicas y eficientes para la producción de energía, a consecuencia de esto, la investigación se centra en la comparación de determinadas características o situaciones en el tiempo concreto en que se realizó el estudio, llevando la investigación a ser transversal por la naturaleza temporal de los resultados.

3.4 Técnicas de investigación.

Entre las técnicas de estudios a utilizar están la recopilación de datos bibliográficos, trabajos de gabinete y trabajos de campo.

3.4.1 Análisis bibliográfico: Se realizaron consultas de documentos y publicaciones de los parques solares más importantes del mundo, como también de su capacidad instalada, costos y terrenos propicios para el desarrollo de este tipo de proyecto, estas informaciones sirvieron de antecedentes a la investigación. Mucho del contenido sirvió como fuente de conocimiento para lograr el desarrollo del tema.

3.4.2 Trabajo de Gabinete: La información recopilada consiste en datos estadísticos y estandarizados facilitados por varias instituciones públicas, dentro de las que cabe mencionar, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA), Dirección General de Catastro Nacional (DGCN), Consejo Estatal del Azúcar (CEA), Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE), Sistema de Información Geográfica (SIG).

3.4.3 Trabajo de Campo: La labor de campo consistió en visitas a los terrenos seleccionados, para observar la factibilidad de los mismos en cuanto a uso, nivelación, profundidad de capa vegetal, extensión de los mismos, asentamientos aledaños, actividades desarrolladas a la periferia, flora, fauna, facilidad de acceso y muy puntualmente las condiciones legales en cuanto a las zonas protegidas del país. También se incluye la interacción con los residentes para conocer las posibles inundaciones de la zona y las condiciones socioeconómicas de los mismos.

3.5 Proceso metodológico.

Este trabajo de investigación fue llevado a cabo con una metodología de carácter bibliográfico, ya que se obtuvo información teórica de diferentes autores, diferentes proyectos, y diferentes autoridades en el área, para integrar las fases que componen el diseño del proyecto y de esta manera poder valorar según diferentes estudios la factibilidad del mismo.

La metodología constó de cinco (5) fases, el estudio de mercado fue primera parte de la investigación formal. Esta se constituyó básicamente de la determinación y cuantificación de la demanda y oferta de la electricidad a nivel nacional.

El objetivo principal de esta fase fue determinar si existe la necesidad de invertir en una fuente de generación de energía eléctrica en la República Dominicana, por ello se evidenció con datos la existencia de un mercado insatisfecho.

Luego se determinó la localización y el tamaño óptimo de las instalaciones del parque ilustrando así todos los factores influyentes para el mejor desarrollo del proyecto, entre los cuales se cuentan los agentes que influyen en la compra de los equipos necesarios, así como los diferentes métodos para determinar el tamaño del mismo, los métodos para su localización, y los métodos de distribución.

En el estudio técnico, se identificó la localización final apropiada, tamaño óptimo de la infraestructura para desarrollar la producción deseada, se seleccionó el modelo tecnológico de los equipos a utilizar, se cuantificó el monto de la inversión y se realizó la distribución física del parque.

Para la fase tres (3) se desarrolló la estructura organizativa que se haría responsable del parque tanto en la fase ejecución como en la de operación. El estudio administrativo consistió en determinar cómo se debe manejar todo lo relacionado al área administrativa del proyecto y establecer el direccionamiento estratégico bajo el cual funcionará el mismo.

Al terminar este proceso se procedió a comparar los flujos positivos (ingresos) con flujos negativos (costos) que genera el proyecto a través de su vida útil, con el propósito de asignar la rentabilidad económica y nivel de conveniencia del parque.

En el estudio económico que es la fase cuatro (4), se determinó los costos totales, así como la inversión inicial que se requerirá. Aquí se determinó cuál es el monto total que se necesitará para que la ejecución del proyecto se la realice sin ningún problema.

Por último, se procedió a la evaluación financiera del proyecto como quinta fase (5ta.) del estudio de factibilidad, en esta se describió los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto.

Se hizo una evaluación económica del proyecto en dónde se pudo ver y comprobar si el proyecto es factible monetariamente a través del cálculo de algunos índices como la tasa interna de retorno, el valor actual neto, período de recuperación de la inversión, y el análisis de costo/beneficio.

Terminado el estudio de factibilidad, se procedió con la valoración del impacto ambiental producido por el proyecto, tomando como referencia el índice total de impacto con el cual se buscó examinar el proyecto en cuanto a la distribución, extensión, oportunidad, temporalidad, reversibilidad, y magnitud del mismo.

Por último, se procedió a estimar la reducción de emisiones de CO₂ como efecto positivo de la idea estudiada, y se propuso la respuesta nacional a la amenaza mundial del cambio climático, preparándonos para la firma del acuerdo de París que entra en vigencia en el año dos mil veinte (2020).

3.6. Procedimiento de investigación.

El primer paso para la elaboración del presente material consistió en el análisis documental de las tendencias mundiales de producción de energía eléctrica, vinculadas al desarrollo sostenible y ecológico, como herramienta para combatir el cambio climático.

Luego se analizó la cantidad de energía eléctrica necesaria para suplir el déficit nacional y se recopilaron informaciones sobre el área, tamaño y recursos propicios para plantear el proyecto, esto mediante visitas recurrentes a varias instituciones: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA), Dirección General de Catastro Nacional (DGCN), Consejo Estatal del Azúcar (CEA), Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE).

Inmediatamente se determinaron los datos necesarios, se procedió a las visitas de campo, llevadas a cabo en las provincias de Peravia, Azua, Barahona, Bahoruco e Independencia, en busca de información de los terrenos elegidos con antelación.

Fueron realizadas tres visitas exclusivamente para hacer un recorrido por las zonas marcadas, tomar puntos de georreferenciación, conversar con los moradores sobre el uso y dueños de las posibles parcelas, y la accesibilidad a las mismas.

Luego de la elección final del terreno, se llevó a cabo un levantamiento de la zona para identificar la flora y fauna de la misma, como si existían asentamientos humanos en esta, se tomaron muestras del terreno y se realizó un recorrido en gran parte de su extensión.

Luego, se procedió con la elaboración del mapa y la distribución física del Parque y con estos datos establecidos se derivó a los estudios de factibilidad, la valoración del impacto ambiental de la obra y la estimación de las reducciones de CO₂ a la atmósfera.

3.7. Método de investigación.

La investigación es inductiva, no se tomaron informaciones para evaluar teorías, sino que a partir del análisis y evaluación del trabajo se llega a la conclusión general.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS

4.1 Estudio de mercado.

El estudio de mercado determina la cuantificación de la oferta y demanda de la energía eléctrica en el país, tiene como objetivo principal determinar si existe la necesidad de invertir en una fuente de generación de energía eléctrica en la República Dominicana.

En la última década, la República Dominicana ha experimentado un cambio en la composición de su matriz energética. La urgencia de generar más electricidad a un coste más bajo y la necesidad de poder ofrecer un servicio estable, han sido los principales argumentos para justificar las inversiones que se han realizado hasta la fecha en la generación eléctrica.

A pesar de los esfuerzos por diversificar las fuentes de generación, nuestro país sigue dependiente prácticamente en más de un 85% de fuentes fósiles. El carbón, el gas natural y los combustibles derivados del petróleo alimentan una producción mayormente térmica, seguida en importancia de las hidroeléctricas que según las condiciones de lluvia pueden llegar a aportar al Sistema Eléctrico Nacional hasta un 15%. La energía eólica representa un 2% y se contabiliza tan solo un 1% de solar.

Con el proceso de capitalización del sector eléctrico iniciado a finales de los años 90, solo quedaron en manos del Estado Dominicano las hidroeléctricas. El parque de generación del país desde entonces ha quedado bajo el manejo de más de una decena de empresas de capital privado. Entre estas destacan EGE-HAINA y Grupo AES cuyo dominio es tal que poseen entre ambas 1688 MV instalados, lo que representa casi el 50% de la capacidad nominal en el país.

A la fecha, la República Dominicana cuenta con 3,453.5MV de potencia instalada. Se estima que solo el 65% (2,262.2 MW) de esta capacidad es aprovechada, condición que provoca que se cubra solo el 80% de la demanda eléctrica del país, la cual ronda al 2013 los 2,797.4 MV.

El déficit eléctrico va más allá de las pérdidas técnicas y las no técnicas. Aparte de las condiciones en las infraestructuras de nuestro sistema y su gestión, hay otros factores que contribuyen al déficit del suministro actual, como, por ejemplo, utilizar de emergencia los 460MV que suman las plantas de San Felipe y Cogentrix. Esta decisión nos hace prescindir del 13% de la capacidad total instalada y se debe al alto costo de operación de ambas plantas por lo elevado del precio del combustible que utilizan. En el caso de ser usadas con normalidad, esto repercutiría directamente en un indeseable aumento de la tarifa eléctrica.

Empresas como EGE-HAINA han comenzado a impulsar proyectos eólicos como Los Cocos I y II, representando este esfuerzo el 10% del total de la potencia instalada por esta compañía. Cabe destacar que esta ha sido la única gran generadora que hasta la fecha ha apostado por proyectos renovables.

En el país se han hecho apuestas, además de los parques eólicos, por desarrollar proyectos para generar energía de forma limpia. Destacamos aquellos con biomasa, con aproximadamente 50MW de potencia instalada, pero al no estar en el sistema interconectado, no se toman en cuenta para la planificación.

Por otra parte, la solar fotovoltaica cuenta con inversión en proyectos a gran escala como el parque solar en Monte Plata, de 54MV, el cual está interconectado con el Sistema Eléctrico Nacional. Aprovechando el potencial solar del país también podemos encontrar sistemas aislados, de menor escala, que forman parte de la iniciativa de la comisión nacional de energía con su programa de Medición Neta.

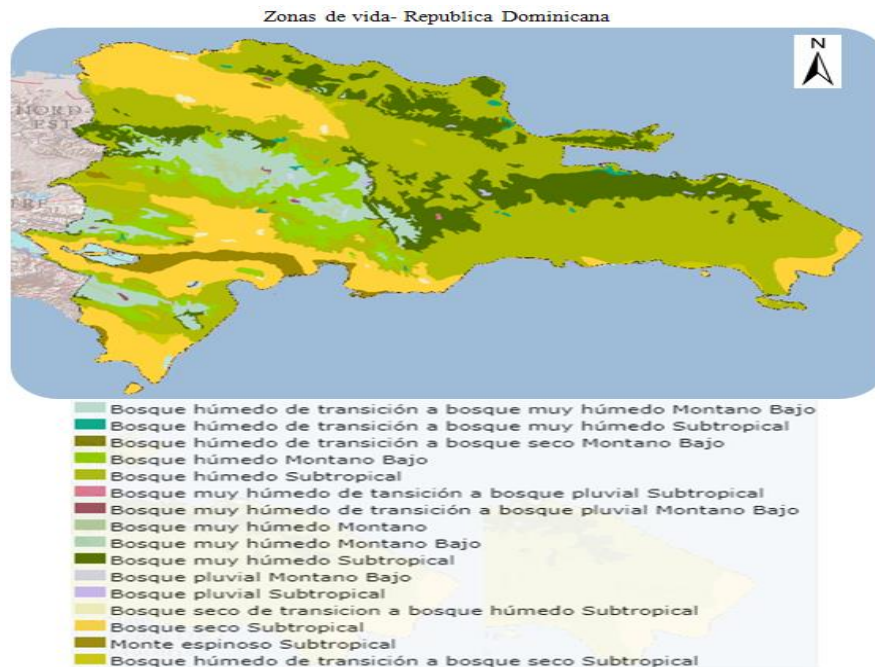
Se necesita un cambio radical en la composición de la matriz de generación de la República Dominicana, ya que no solo deberían preocuparnos los problemas medioambientales que conlleva la generación en base a fuentes no renovables, también debemos comenzar a entender las repercusiones económicas y la vulnerabilidad en materia de seguridad de suministro eléctrico para un país sin reservas de petróleo conocidas hasta la fecha. Contemplar las posibilidades de diversificar la matriz energética del país aprovechando el potencial renovable del mismo debe ser una prioridad.

4.2 Estudio técnico.

Según (Miranda, 2012) el estudio técnico es la identificación de la localización final apropiada, la determinación del tamaño más conveniente, la selección del modelo tecnológico de los equipos a utilizar, se realizó la distribución física del parque y se cuantificó el monto de la inversión. (Sapag, Chain Nassir & Reinaldo, 2011).

4.2.1 Localización óptima.

En los diferentes parques que se presentan como antecedentes de esta investigación, se puede notar que todos los proyectos a gran escala están ubicados en lugares estratégicos buscando la mayor eficiencia y producción del sistema. Estos lugares se caracterizan por ser secos, áridos, planos, con mucha radiación y poca pluviometría. En la República Dominicana, el bosque seco subtropical cumple con las condiciones ideales para desarrollar el parque solar, este, como se puede observar en el mapa, se encuentra en la zona Sur y la zona Noroeste del país, luego de una minuciosa búsqueda en la que se tomaron en cuenta fenómenos atmosféricos, pluviometría, accesibilidad entre otros factores, se seleccionó la zona sur para buscar el terreno propicio.

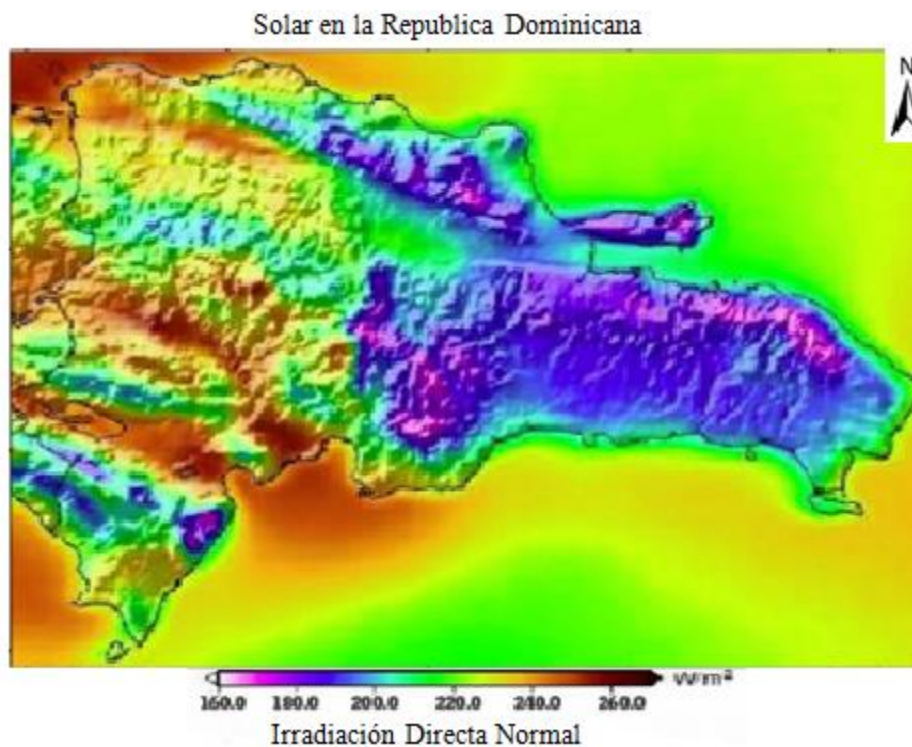


Mapa 1. Zonas de vida, República Dominicana

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento (dependiente del clima en la zona). Para poder diseñar una instalación solar fotovoltaica se necesita conocer los datos de la radiación estimada del país.

La cantidad de energía al día recibida del sol (irradiancia solar) y la escala de la instalación serán los factores a tener en cuenta en el diseño de los sistemas fotovoltaicos. Normalmente esta medida de potencia por unidad de superficie nos vendrá dada en W/m^2 . Los datos de radiación solar dependerán de la localización de la instalación (generalmente cuanto más al Sur más radiación solar se obtiene), así como de las condiciones meteorológicas históricas del lugar. (Ver Mapa 2)

Mapa de la irradiación directa nominal de la República Dominicana.



Mapa 2. Irradiación Directa Normal

Se realizó un recorrido por diferentes áreas de la zona sur y se determinó la ubicación del proyecto en la provincia Barahona, esta está situada en la parte Suroeste de la República Dominicana, limita al Noroeste con la provincia Bahoruco, al Noreste con Azua, al oeste con Independencia, al Sur y Suroeste con Pedernales y al Este tiene el Mar Caribe. La capital provincial es la ciudad de Santa Cruz de Barahona. (ver mapa 3)



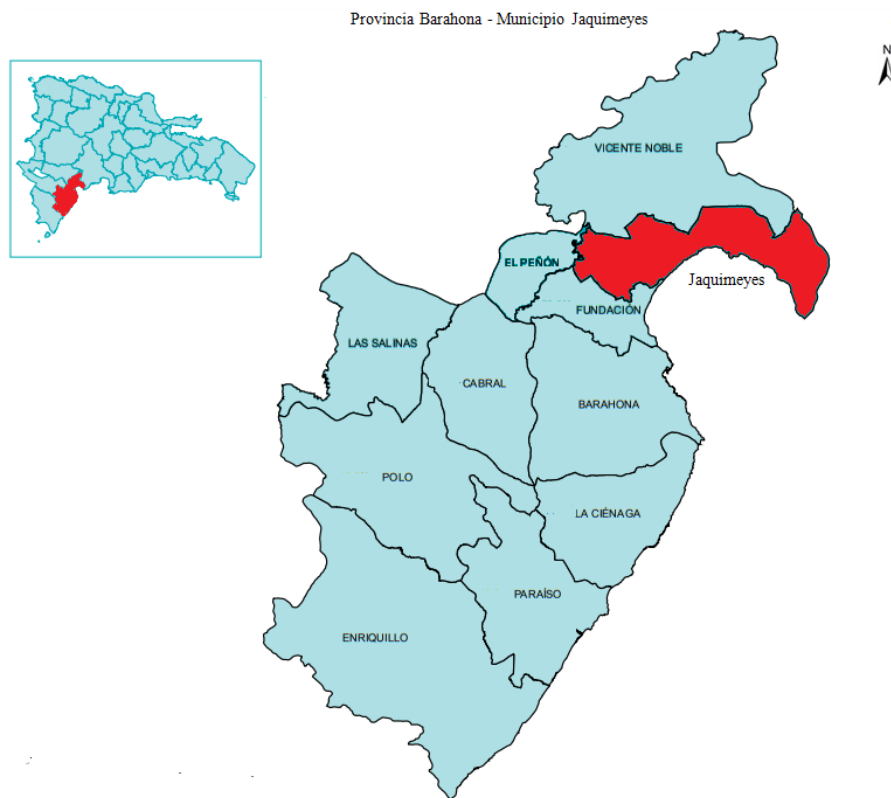
Mapa 3. Mapa de ubicación Barahona

La provincia de Barahona cubre mil seiscientos treinta y nueve punto cuarenta y dos (1,639,42 km²) kilómetros cuadrados y tiene una población de ciento ochenta y siete mil ciento cinco (187,105) habitantes, con una densidad poblacional de ciento cuarenta punto veinticinco habitantes por kilómetro cuadrado (140.25 Hab./km²), según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2010. La temperatura anual promedio es veintiséis grados Celsius (26 C) lo que es ideal para el módulo solar seleccionado, con una lluvia anual promedio entre seiscientos cincuenta y cinco y dos mil doscientos noventa y seis (655 – 2,296 mm) milímetros.

La provincia completa cuenta con una altura media de diez metros sobre el nivel del mar (10 m.s.n.m.). En esta provincia el 44% de los suelos presenta pendientes que oscilan desde 0 a 16%, con relieve plano a ondulado; el 29% de los suelos se encuentra en el rango de 16 a 32%, con

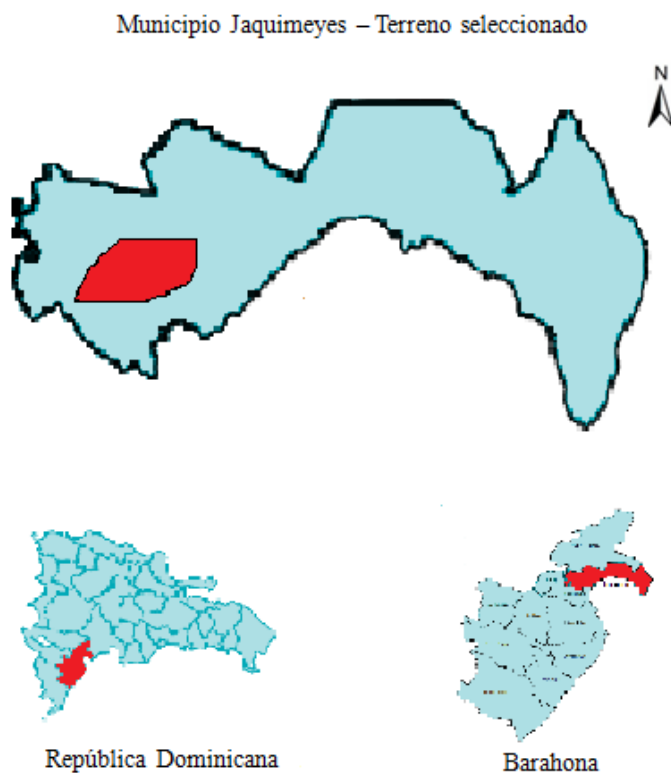
relieve fuertemente ondulado, mientras que el 27% presenta pendientes que oscilan entre 32 hasta mayor de 64%, con relieves escarpados y fuertemente escarpados.

Dentro de la provincia de Barahona, en el municipio de Jaquimeyes se encontró el terreno que cumple con las características deseadas, este municipio cuenta con una extensión de ciento setenta y ocho punto seis kilómetros cuadrados (178.6 km²), lo cual representa aproximadamente el once por ciento (11%) de la provincia, este tiene una población de aproximadamente cuatro mil cuatrocientos noventa y una habitantes (4,491hab.) y una densidad poblacional de veinticinco habitantes por kilómetro cuadrado (25 hab./km²). (Ver mapa 4)



En la latitud dieciocho, punto veintiocho sesenta y dos (18.2862), y longitud menos setenta y uno punto catorce ochenta y ocho (-71.1488) se encuentra el punto geográfico donde se plantea la entrada de este proyecto, el área circundante a este punto se encuentran cientos de miles de metros cuadrados de suelo plano, seco, y semi-árido. La vegetación en la zona no se aprecia muy diversa, cuenta con numerosos cactus y arbustos espinosos. Dentro de la fauna se pueden

apreciar insectos, tales como: mariposas, mosquitos, Zygoptera, caballitos del diablo o damiselas, y moscas, también se pueden observar reptiles lagartos o saurios.



Mapa 5. Terreno Seleccionado

Este terreno se encuentra en la parcela doscientos doce (212) y doscientos trece (213) del distrito catastral catorce, número tres (14/3ra), la cual cuenta con un área de treinta y un millones novecientos noventa y seis mil siete, punto treinta y ocho metros cuadrados (31, 996,007.38m²), de los cuales ocho millones doscientos cincuenta y cuatro metros cuadrados (8, 000,254m²) corresponden al terreno seleccionado. (Ver mapa 5)

Según información obtenida del Sistema de Información Geográfica (SIG), acerca de la zona pasan algunos ríos, arroyos y cañadas, que no interfieren con el terreno elegido, además no cuenta con fallas tectónicas, ni cuevas, sin embargo, existe el veinte por ciento (20%) de posibilidad de inundación, este no posee ninguna concesión minera y pertenece a la clase tres (CLASE III) en cuanto a capacidad productiva y uso potencial, lo que significa que puede ser cultivable y aptos para el riego, pero sólo con cultivos muy rentables, y se debe tomar en cuenta

factores limitantes de alguna severidad, la producción debe de ser rigurosa y con prácticas intensivas de trabajo.

Debido a que el terreno se encuentra cercano a la costa, los elementos metálicos a utilizar serán galvanizado, para cubrirlos de los daños que pueden ser provocados por la salinidad. Además, los transformadores serán colocados dentro de casetas para evitar el contacto directo con los efectos de la naturaleza.

La vía de acceso al terreno se encuentra en la carretera principal (Azua- Barahona), entre los poblados Pescadería y Jaquimeyes, a 15 minutos del municipio cabecera de la provincia de Barahona y a veinte (20) minutos del Aeropuerto Internacional María Montez, este cuenta con vías rústicas pero transitables, y no está siendo utilizado para ningún tipo de actividad económica, antes de llegar al terreno, se encuentra un pequeño vertedero y una pequeña cañada.

4.2.2 Tamaño del proyecto.

El parque contará con una extensión de ocho millones doscientos cincuenta y cuatro metros cuadrados ($8,000,254\text{m}^2$), de los cuales siete millones doscientos cincuenta mil metros cuadrados ($7,250,000\text{m}^2$) serán área exclusiva a la producción de energía a través de los módulos solares, y los restantes setecientos cincuenta mil doscientos cincuenta y cuatro metros cuadrados ($750,254\text{m}^2$) estarán destinados a las vías de acceso, zanjas, arquetas, centro de transformación y demás cuadros de protección.



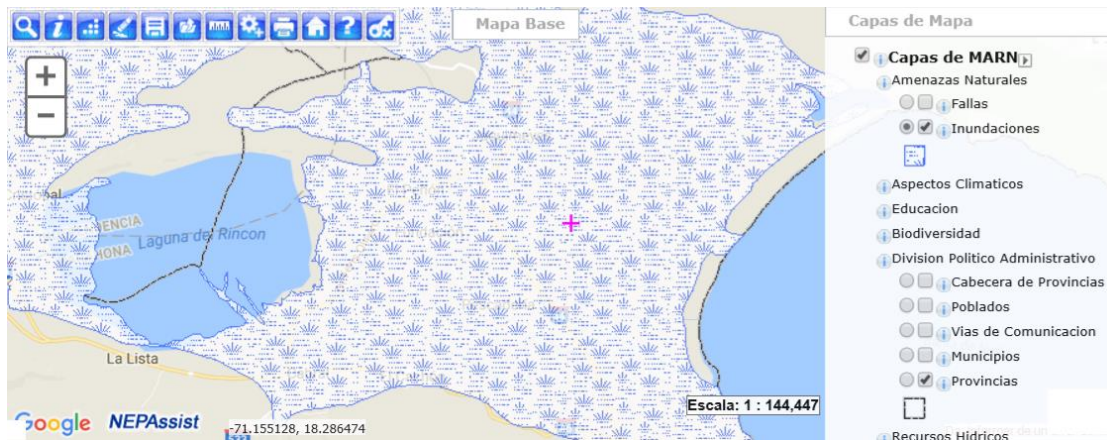
Perímetro terreno: 

Mapa 6. Vista satélite altura doce mil seiscientos metros

El parque solar estará formado por dos millones novecientos mil paneles (2, 900,000) y un inversor en cada sub-campo, cada módulo tiene un área de dos punto cero seis metros cuadrados (2.06 m^2), por lo que se necesitaría una área de cinco millones novecientos ochenta y dos mil trescientos once punto cuatro metros cuadrados ($5, 982,311.4 \text{ m}^2$) para su distribución, sin embargo se necesita dejar un pasillo de al menos un metro para los trabajos de mantenimiento de los sub-campos, adicionando al área necesaria un millón doscientos sesenta y siete mil seiscientos ochenta y ocho punto seis metros cuadrados ($1, 267,688.6 \text{ m}^2$).

Otra de las estructuras a tomar en cuenta con respecto al tamaño del proyecto es el vallado perimetral, el terreno cuenta con un perímetro de once mil ochocientos noventa y tres metros cuadrados ($11,893 \text{ m}^2$) los cuales casi en su totalidad estarán cercados y vigilados para la protección de los módulos y demás equipos de tecnología. (Ver mapa 6)

Mapas de información general de terreno



Mapa 7: Probabilidad de inundaciones



Mapa 8: No tiene cercanía con las fallas de la zona.



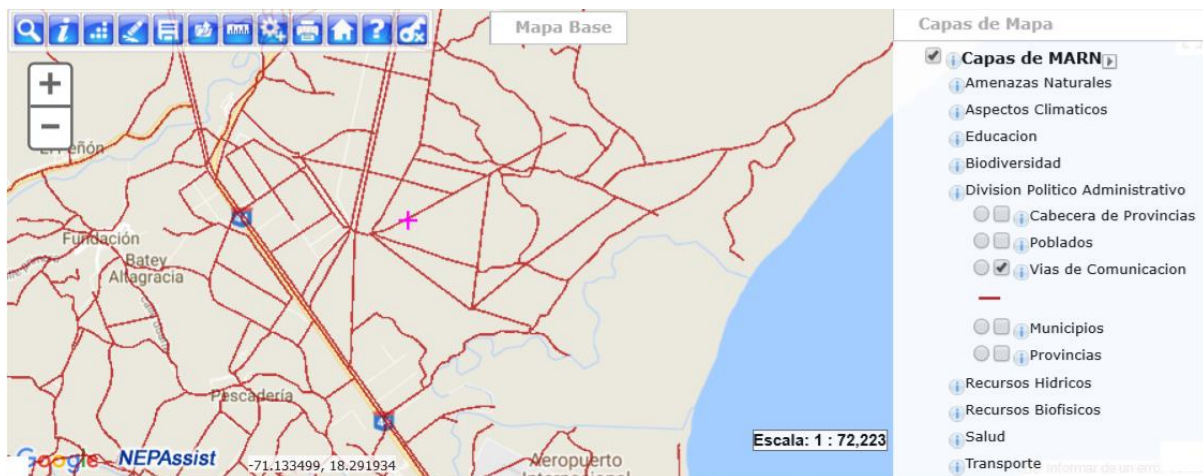
Mapa 9: Guarda cercanía con ríos, arroyos y cañadas



Mapa 10: cercanía con el puerto y el aeropuerto de Barahona



Mapa 11: El terreno está muy cerca de un vertedero



Mapa 12: cuenta con numerosas vías de acceso

4.2.3 Ingeniería del proyecto, Modelo tecnológico y equipos a utilizar.

El terreno escogido es relativamente llano y se deberá proceder a la limpieza y desbroce de las plantas antes del comienzo de las obras. Además se deberá nivelar el terreno para una perfecta colocación de las estructuras solares con el fin de evitar pérdidas de rendimiento y desniveles indeseados.

El movimiento de tierras consistirá en la primera fase de limpieza y desbroce de la vegetación existente, como en el área circundante existen algunas plantaciones la probabilidad de restos vegetales antiguos es alta, por lo que se rellenarán las zonas bajas con la tierra compactada extraída de otras áreas de la obra, con esto conseguimos mejorar la calidad del terreno y la resistencia a las lluvias, toda el área del terreno se compactara y como fase final del proyecto se

extenderá una capa de grava de diez a quince centímetros (10-15 cm) para disminuir la acción del polvo sobre los módulos y disponer de una superficie limpia, homogénea y transitable para los procesos de mantenimiento necesarios en el parque.

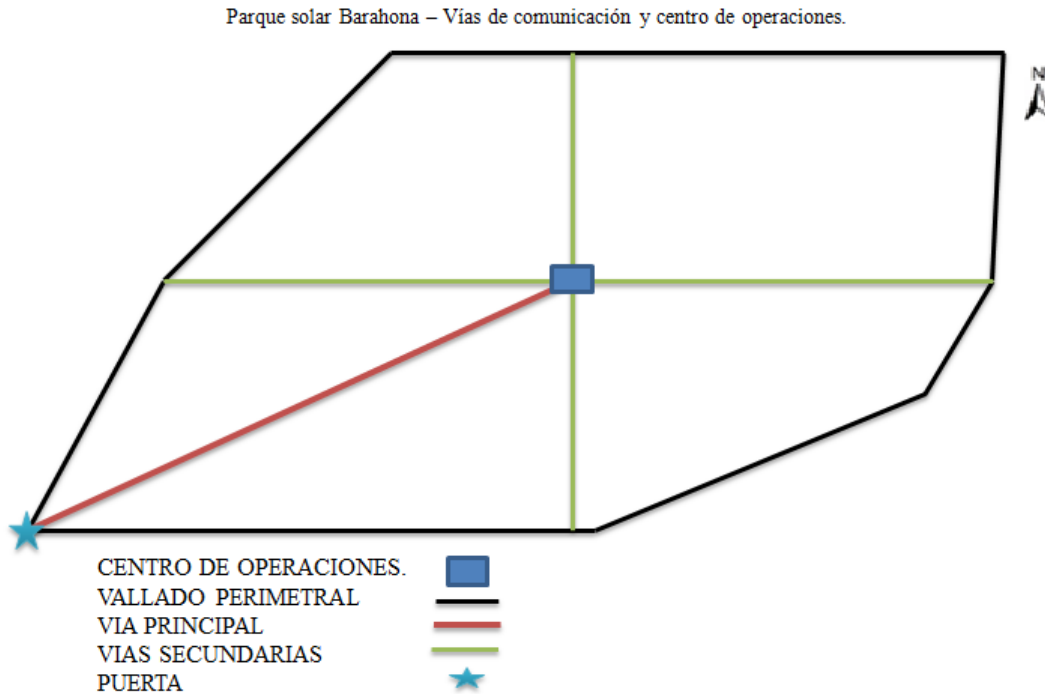


Figura 6: Distribución de elementos.

Se procederá con la construcción de un vallado perimetral en los once mil ochocientos noventa y tres metros (11,893 m) de perímetro, dejando solamente veinte metros (20m) para una única entrada por motivos de seguridad, esta se encontrará en las coordenadas dieciocho grados diecisiete minutos y nueve punto sesenta y cuatro segundos de latitud norte y setenta y un grados, ocho minutos y cincuenta y siete punto setenta y tres segundos de longitud oeste ($18^{\circ}17'9.64''N$ $71^{\circ}8'57.73''O$). (Ver mapa)

La vía principal de comunicación con el centro de operaciones tendrá una longitud de dos mil ochocientos veinticuatro metros (2,824m), esta contará con cuatro carriles (4) de cuatro metros (4m) cada uno y protección anti choques en ambos lados de la vía durante todo el recorrido de la misma, esta estará debidamente señalizada y dos carriles serán en un sentido y otros dos en sentido contrario.

Las vías secundarias comunicaran el centro de operaciones con los diferentes sectores del parque, estas servirán para llegar a los sectores más lejanos del mismo y garantizar un buen mantenimiento de todos los módulos, estas serán de dos carriles de tres punto cinco metros (3.5m) cada uno y contarán con las señalizaciones de normativa, cada carril será de un solo sentido.

Parque solar Barahona – Vías secundarias.

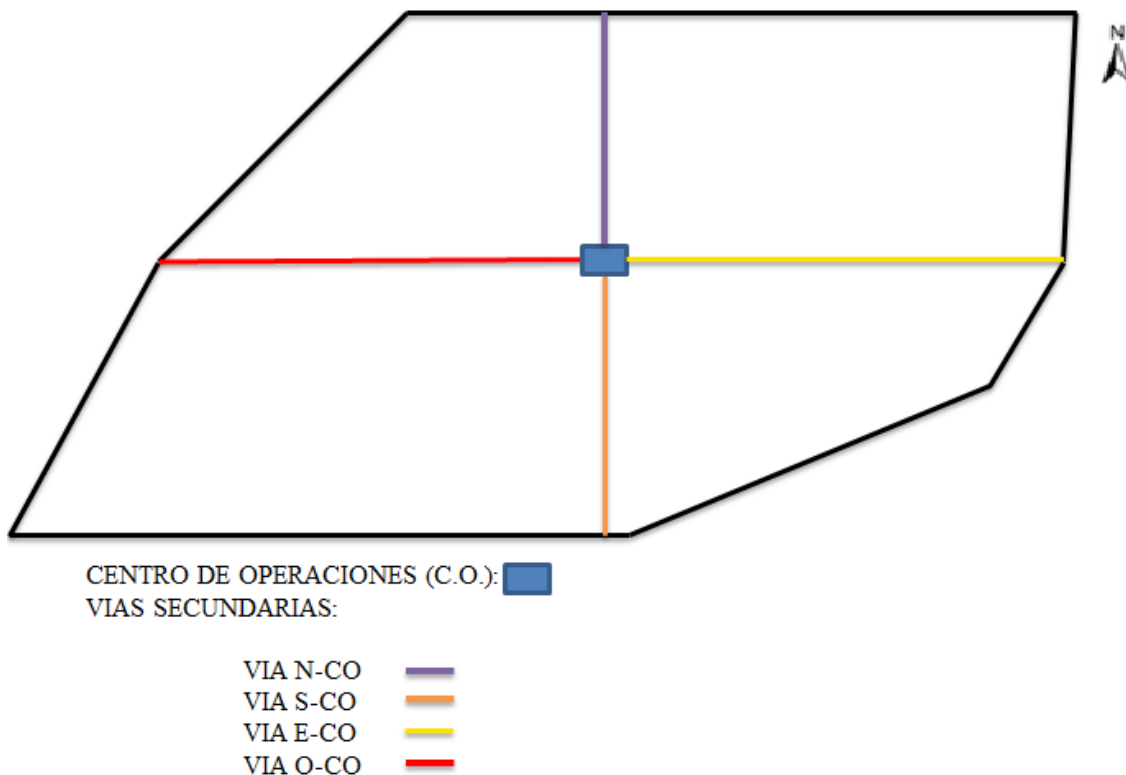


Figura 7: Vías secundarias.

Las vías de comunicación secundarias se nombrarán por el punto cardinal donde terminen, tomando como referencia el centro de operaciones (C.O.) como lugar de origen. (Ver Mapa)

- La vía N – CO, tiene una longitud de mil cien metros (1,100m)
- La vía S – CO, tiene una longitud de mil ciento sesenta metros (1,160m)
- La vía E – CO, tiene una longitud de dos mil metros (2,000m)

- La vía O – CO, tiene una longitud de mil novecientos cincuenta metros (1,950m)

El centro de operaciones es una nave industrial donde se realizarán, coordinaran y se tomaran las decisiones en cuanto al mantenimiento del parque, en este se identificaran los problemas del mismo y se ejecutaran las acciones para su correcto funcionamiento día a día, allí también se encontrara un almacén con remplazo de equipos tecnológicos primordiales para la producción, y otros tipos de recursos de vital importancia. El centro contara con un parqueo para los vehículos de mantenimiento, otro para los empleados y por ultimo un parqueo para visitantes. Aquí también se alojaran las oficinas de seguridad, monitoreo y control de toda la edificación.

En cuanto a las dimensiones, el centro tendrá una altura de seis metros (6m) sobre nivel de piso, un ancho de cincuenta metros (50m) y un largo de igual longitud, en total el área disponible seria de dos mil quinientos metros cuadrados (2,500m²), el mismo se encontrara en el centro de un área despejada de cuarenta mil metros cuadrados (40,000m²), el punto céntrico de esta estructura estará en las coordenadas dieciocho grados, diecisiete minutos y cuarenta y tres punto trece segundo norte (18°17'47.13"N) , y setenta y un grados, siete minutos y veintinueve punto ochenta y siete segundos oeste (71° 7'29.87"O). A partir de estas coordenadas, en dirección a cada uno de los puntos cardinales se medirán doscientos metros (200m) los cuales estarán cubiertos por una capa de grava de diez a quince centímetros (10-15cm), a excepción de las vías que llegan al centro de operaciones que estarán debidamente asfaltadas.

El parque estará dividido en cuatro (4) sectores, los cuales ayudaran a minimizar las pérdidas de tensión, mejorara la eficiencia del conjunto, ayudaran a la localización de averías, y ayudan a administrar el personal de mantenimiento para que cada equipo se encargue de un sector en particular. (Ver Imagen)

Parque solar Barahona - sectorización

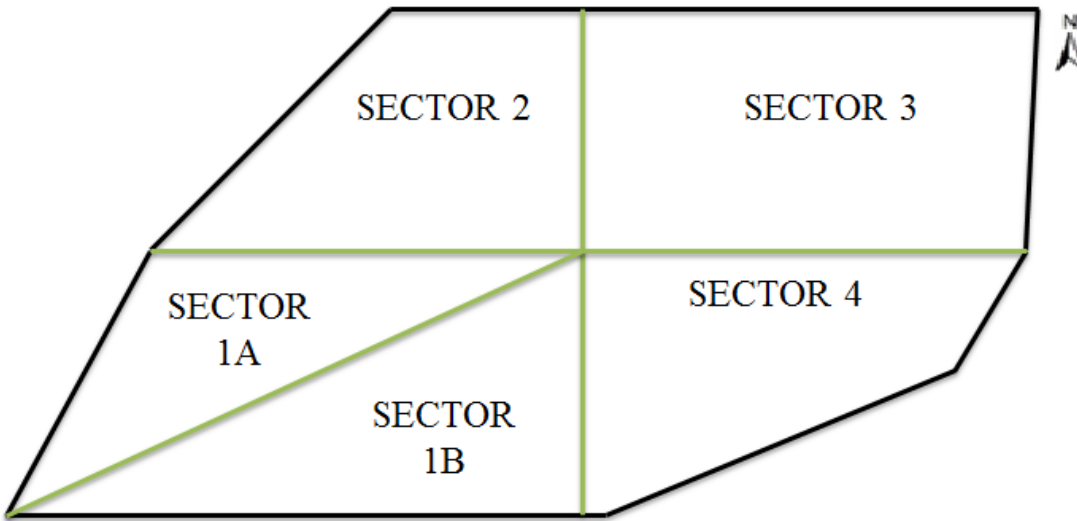


Figura 8: Distribución por sector.

El sector uno (1) estará dividido en dos, el sector 1A y el sector 1B, en conjunto este constará con un área de dos millones seiscientos dieciocho metros cuadrados (2, 618,000 m²) y un perímetro de seis mil novecientos ochenta metros (6, 980 m).

El sector dos tendrá un área de un millón seiscientos mil cuatrocientos sesenta y dos metros cuadrados (1, 600,462 m²) y un perímetro de cinco mil quinientos catorce metros (15,514m).

El sector tres constara con un área de dos millones doscientos catorce mil cuarenta y ocho metros cuadrados (2, 214,048 m²) y un perímetro de seis mil doscientos treinta y un metros (6,231 m).

El sector cuatro tendrá un área de un millón quinientos sesenta y siete mil setecientos cuarenta y cuatro metros cuadrados (1, 567,744 m²) y un perímetro de cinco mil quinientos noventa y un metros (5,591 m).

Para la colocación de los soportes de los paneles solares se nivelarán las zonas con más precisión, de manera que todas las estructuras tengan una superficie firme y plana para que evite movimientos tanto de ángulo como de traslación que afecten a su rendimiento.

Para las conducciones de las líneas eléctricas tanto de corriente continua (Generadas por los paneles) como de corriente alterna (Generadas por los inversores) del parque, se realizarán zanjas

y arquetas de registro e inspección de manera que las conducciones se hagan de forma segura y sin posibilidad de interrupciones. Estas zanjas protegerán el cableado de todas las estructuras, de los vehículos y del personal que puedan circular en las proximidades, las mismas serán hechas entre los soportes de los módulos, pasando por los inversores hasta los cuadros de baja tensión del transformador.

También se realizarán unas zanjas desde el inversor hasta el centro de transformación de cada sub-campo hasta la conexión a los transformadores para aumentar la tensión. Por último se realizaran las zanjas de alta tensión hasta el punto de encuentro para su inyección al sistema eléctrico nacional integrado, el trazado de esta será lo más rectilíneo posible, paralelo a la carretera y parcelas circundantes. (Ver imagen.)

ESQUEMA DE LA PLANTA

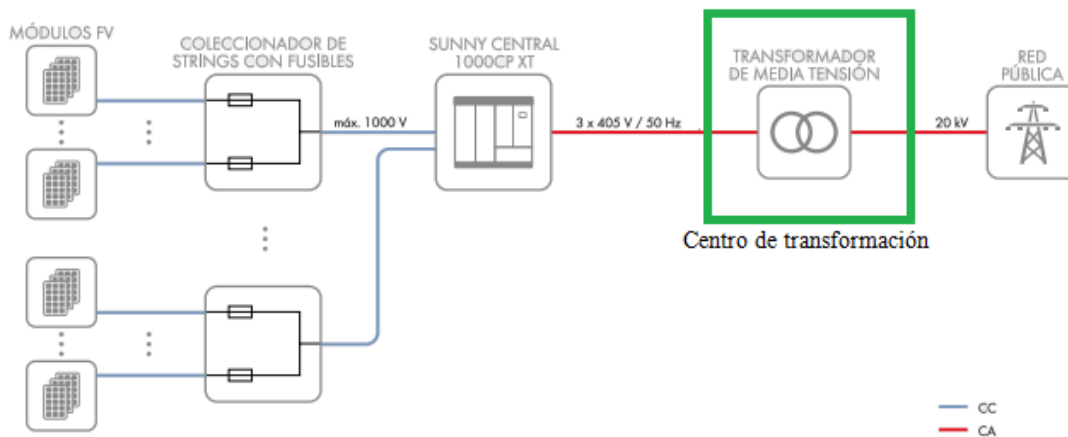


Figura 9: Esquema de distribución de elementos técnicos en el parque.

Para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapas registrables, en los cambios de dirección y en los tramos rectos se instalarán cada 50 metros para seccionar los tramos más largos.

El centro de transformación, donde estarán los transformadores que aumentaran la tensión de la corriente alterna generada por los inversores de cada sub-campo, será una estructura de acero galvanizado como indica el reglamento para el diseño y construcción de subestaciones de

distribución de media a baja tensión en sus aspectos a cumplir donde indica que en zonas de ambiente corrosivo o atmosfera contaminante y salitrosas a distancias menores a quinientos metros (500m) es mandatorio el uso de estas estructuras con una sección mínima de dos pulgadas.

Dentro del centro de transformación se procederá con la construcción de bóvedas para la colocación de los transformadores, las paredes estarán construidas por bloques de hormigón de ocho pulgadas (8pulg) de espesor con todas las cámaras llenas y con pañetes en ambos lados y techos de las bóvedas estarán construidas en hormigón armado con un espesor mínimo de quince centímetros (15cm).

El piso de la nave tendrá una capa de grava de quince centímetros (15cm) como mínimo, las puertas de acceso se abrirán hacia afuera y deberán estar provistas de un anclaje ajustado de metal o de otro material apropiado, estos mismos requisitos cumplirán las puertas de las bóvedas de los transformadores, y con respecto al piso este deberá tener un espesor no menor a diez centímetros (10cm) de hormigón pulido.

Se construirá un muro divisorio de hormigón de al menos diez centímetros (10cm) por encima del nivel de piso de la bóveda, frente a la puerta de esta y la ventilación de la misma se realizara con una apertura cerca del techo nunca menor a cuatro pies cuadrados (4ft²).

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y verde en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

El edificio del centro de transformación tendrá un equipo de alumbrado que permita trabajar con seguridad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los cuadros y celdas. Se añadirá luces de emergencia que indiquen la salida en caso de haber una pérdida de potencia.

El centro de transformación es la instalación consistente en recoger, proteger y transformar toda la corriente alterna producida por los inversores y aumentar la tensión de dicha corriente para proceder a inyectarla al sistema eléctrico nacional interconectado.

Para conocer la cantidad de bases que se necesitan, se calcularán las agrupaciones en serie y en paralelo de módulos fotovoltaicos con el fin llegar al punto óptimo de módulos de los que es capaz de conectar el inversor, conocer la cantidad de bases que requiere cada sub-campo y por supuesto obtener la potencia diseñada.

Para que el inversor inicie la generación es necesario que del campo de módulos le llegue una tensión mínima. Tampoco no debe sobrepasarse ni la tensión, ni la intensidad máxima permitida por el inversor. Para ello se deberán asociar en serie un número de módulos por rama de forma que la tensión mínima y máxima del punto de máxima potencia del ramal esté dentro del rango de tensiones de entrada al inversor. Para realizar dichos cálculos necesitaremos los valores de tensiones e intensidades aportados por los módulos fotovoltaicos, así como los valores límite permitidos por el inversor.

Para el diseño de este parque solar se utilizará el **Sun Power Performance Series | P17**.

Los módulos de la serie Performance entregan más energía debido a un mayor rendimiento en fila a fila sombreado, lo que permite un espaciado de filas más cercano y más energía de la misma área. El circuito único paralelo limita la pérdida de sombreado solo en el área sombreada en lugar de secciones mucho más grandes de pérdida de energía en paneles convencionales.

El Sun Power Performance Series P17 cuenta con mayor eficiencia, el diseño de la serie Performance minimiza el blanco espacio entre las células solares, elimina líneas de metal reflectivas en las celdas, y baja la resistencia de electricidad entre las células, aumentando la eficiencia en comparación con los paneles comerciales convencionales.

Sun Power ofrece la mejor garantía combinada de 25 años de potencia y producto en la industria, proporcionando cobertura independientemente del defecto del producto o la pérdida de potencia.

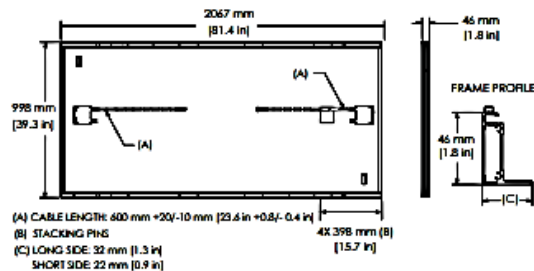
Electrical Data, STC ²					
Model	SPR-P17-350-COM	SPR-P17-345-COM	SPR-P17-340-COM	SPR-P17-335-COM	SPR-P17-330-COM
Nominal Power (P _{nom})	350 W	345 W	340 W	335 W	330 W
Power Tolerance	+5/-0%	+5/-0%	+5/-0%	+5/-0%	+5/-0%
Efficiency	17.0%	16.7%	16.5%	16.2%	16.0%
Rated Voltage (V _{mpp})	43.1 V	42.8 V	42.5 V	42.2 V	41.9 V
Rated Current (I _{mpp})	8.12 A	8.06 A	8.00 A	7.94 A	7.88 A
Open-Circuit Voltage (V _{oc})	51.7 V	51.5 V	51.3 V	51.1 V	50.9 V
Short-Circuit Current (I _{sc})	8.65 A	8.57 A	8.52 A	8.51 A	8.47 A
Power Temp. Coef.	-0.37% / ° C				
Voltage Temp. Coef.	-175.8 mV / ° C	-175.1 mV / ° C	-174.4 mV / ° C	-173.7 mV / ° C	-173.1 mV / ° C
Current Temp. Coef.	3.6 mA / ° C				
Maximum System Voltage	1000 V UL & 1000 V IEC				
Maximum Series Fuse	15 A				

Operating Condition And Mechanical Data	
Temperature	-40° F to +185° F (-40° C to +85° C)
Impact Resistance	1 inch (25 mm) diameter hail at 52 mph (23 m/s)
Appearance	Class B
Solar Cells	Multicrystalline cells
Tempered Glass	High-transmission tempered anti-reflective
Junction Box	IP-65, 23.6 in (600 mm) cables / MC4 compatible
Weight	51 lbs (23.1 kg)
Max. Load	Wind: 50 psf, 2400 Pa, 245 kg/m ² front & back Snow: 112 psf, 5400 Pa, 550 kg/m ² front
Frame	Class 2 silver anodized; stacking pins

Tests And Certifications	
Standard Tests ⁴	UL1703 (Type 2 Fire Rating), IEC 61215, IEC 61730
Quality Certs	ISO 9001:2008, ISO 14001:2004
EHS Compliance	OHSAS 18001:2007, PV Cycle
Ammonia Test	IEC 62716
Desert Test	10.1109/PVSC.2013.6744437
Salt Spray Test	IEC 61701 (maximum severity)
PID Test	Potential-Induced Degradation free: 1000 V
Available Listings	UL, CEC, TUV, FSEC

REFERENCES:

- 1 Actual results depend on module orientation and time of day. Independent Shade Study by CFV Laboratory.
- 2 Compared to a Conventional Commercial Panel (310 W, 16% efficient, approx. 1.93 m²).
- 3 Measured at Standard Test Conditions (STC): irradiance of 1000 W/m², AM 1.5, and cell temperature 25° C.
- 4 Type 2 fire rating per UL1703:2013, Class C fire rating per UL1703:2002 and IEC 61730.



Read safety and installation instructions before using this product.

Figura 10: Características técnicas del módulo fotovoltaicos

Los valores dados para el inversor son únicamente para condiciones estándar (STC, 1000 W^o/m², 25°C, AM 1,5). Por tanto, a las temperaturas límite que puede trabajar la célula solar los valores característicos del módulo fotovoltaico son diferentes.

Debido a las dimensiones del parque se utilizarán inversores centrales, estos tienen mucha más potencia y pueden conectar con un mayor número de paneles, el Sunny Central 1000cp Xt, es en la actualidad el inversor más potente disponible en el mercado, este posee funciones ampliadas con respecto a los convencionales y a una potencia punta de 1 100 kVA, aún más potente y forma parte de la exitosa familia de inversores Sunny Central CP con su técnica altamente comprobada y su elevada densidad de potencia. Además este inversor central para exteriores está optimizado para operar en funcionamiento constante a unas temperaturas máximas de +40°C con una potencia nominal plena y, también, a bajas temperaturas de hasta -40°C. Este está equipado con diversas funciones para gestionar la red y está preparado para “Q at Night” incluida la gestión de la potencia reactiva. Gracias a su plataforma informática hecha a medida se asegura una monitorización y control óptimos.

Datos técnicos	Sunny Central 1000CP XT
Entrada (CC)	
Potencia de CC máx. (con $\cos \varphi=1$)	1122 kW
Tensión de entrada máx.	1000 V
$U_{MPP, máx}$ con $I_{MPP} < I_{CC, máx}$	596 V
Rango de tensión del MPP [a 25 °C/40 °C/50 °C] ^{1) 2)}	688 V a 850 V ²⁾ /625 V a 850 V ²⁾ /596 V a 850 V ²⁾
Tensión asignada de entrada	688 V
Corriente máx. de entrada	1635 A
Corriente de cortocircuito máx.	2500 A
Número de entradas del MPP independientes	1
Número de entradas de CC	9
Salida (CA)	
Potencia de CA [a 25 °C/40 °C/50 °C]	1100 kVA/1000 kVA/900 kVA
Tensión nominal de CA/rango de tensión nominal de CA	405 V/365 V a 465 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz, 60 Hz/47 Hz a 63 Hz
Frecuencia/tensión asignadas de red	50 Hz/405 V
Corriente máx. de salida/coeficiente máx. de distorsión	1568 A/0,03
Factor de potencia a potencia asignada/factor de desfase ajustable	1/0,9 inductivo a 0,9 capacitivo
Fases de inyección/conexión	3/3

Tabla 2: Datos técnicos

Rendimiento⁹	
Rendimiento máx./europeo/californiano	98,7%/98,4%/98,5%
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	Seccionador de carga a motor
Punto de desconexión en el lado de salida	Interruptor de potencia de CA
Protección contra sobretensión de CC	Descargador de sobretensión del tipo I
Protección contra rayos (según IEC 62305-1)	Tipo de protección contra rayos III
Detección de redes aisladas: activa/pasiva	● / -
Monitorización de red	●
Monitorización de fallo a tierra	○ / ○
Monitorización de aislamiento	○
Descargador de sobretensión de la alimentación auxiliar	●
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I/III
Datos generales	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	2562/2272/956 mm (101/89/38 in)
Peso	1900 kg (4300 lb)
Rango de temperatura de servicio	-25 °C a 62 °C / -13 °C a 144 °F
Rango ampliado de temperatura de servicio	○ [-40 °C a 62 °C / -40 °C a 144 °F]
Emisiones de ruido ⁹	68 db(A)
Autoconsumo máx. (funcionamiento) ⁹ /autoconsumo (nocturno)	1 950 W / <100 W
Tensión de alimentación auxiliar externa	230 V / 400 V (3/N/PE)
Sistema de refrigeración	OptiCool
Tipo de protección: electrónica/área de conexión (según IEC 60529)/según IEC 60721-3-4	IP54/IP43/4C2, 4S2
Campo de aplicación: sin protección al aire libre/interiores	● / ○
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	15% a 95%
Altitud de funcionamiento máx. sobre el nivel del mar 2000 m/4000 m	● / ○
Consumo de aire fresco (inversor)	3000 m ³ /h

Tabla 3: Rendimiento.

Las células, en condiciones normales de operación, alcanzan una temperatura superior a las condiciones estándar de medida del laboratorio.

El número máximo de módulos en serie que pueden conectarse vendrá determinado por el mínimo valor de los dos valores siguientes:

- La máxima tensión necesaria para que el inversor pueda buscar el punto de MPP cuando la Tensión MPP de los módulos alcanzan su valor máximo
- La máxima tensión que admite el inversor a la entrada cuando los módulos alcanzan el máximo de tensión posible, donde dicho valor se obtendrá para la Tensión de Vacío del módulo (U_{oc}) a la temperatura mínima.

El máximo valor de tensión posible de los módulos, tanto para U_{oc} como para la Tensión MPP, corresponde a dichas tensiones cuando la temperatura del módulo es mínima. La temperatura mínima del módulo corresponde con una temperatura ambiente mínima, que suele corresponder a invierno y que se puede considerar una media de temperaturas mínimas de 22 °C

correspondiente para Barahona al día veintidós de enero del año dos mil diecisiete (2017) y para una irradiancia mínima que se considera 0 W/m².

Cálculo de Temperatura del módulo corresponde a la siguiente ecuación:

$$T_p = T_a + \frac{T_{onc} - 20}{800} \cdot I$$

Dónde:

- T_p : Temperatura del módulo (°C)
- T_a : Temperatura ambiente (°C)
- T_{onc} : Temperatura de operación normal de la célula (°C)
- I : Irradiancia (W/m²)

$$T_p = 22 + \frac{T_{onc} - 20}{800} \cdot 0$$

Para las condiciones anteriores, la temperatura del módulo es aproximadamente de veintidós grados Celsius (22 °C). La Tensión de MPP a esta temperatura, a partir de la tensión en condiciones estándar, se calcula de la siguiente forma:

Cálculo de Tensión MPP:

$$\Delta U_{MPP} = \Delta U_{Uoc} \cdot (T_p - 25)$$

$$U_{MPP(T_p)} = U_{MPP(STC)} \cdot \left(1 + \frac{\Delta U_{MPP}}{100} \right)$$

Dónde:

- U_{MPP} : Tensión MPP del módulo (V)
- ΔU_{Uoc} : Coeficiente de T_a de Tensión a circuito abierto (% / °C)

$$\Delta U_{MPP(-1^\circ\text{C})} = -0.37 \cdot (22 - 25) = 1.11\%$$

$$U_{MPP(-1^\circ\text{C})} = 43.1 \cdot \left(1 + \frac{1.11}{100} \right) = 43.57841\text{V}$$

La Tensión de Circuito Abierto (U_{oc}) a 22 °C, a partir de la tensión en condiciones estándar, se calcula de la siguiente forma:

$$U_{OC(T_p)} = U_{oc(STC)} \cdot \left(1 + \frac{\Delta U_{oc}}{100} \right)$$

$$\Delta U_{OC} = \Delta U_{Uoc} \cdot (T_p - 25)$$

Donde:

- $U_{OC}(T_p)$: Tensión a Circuito Abierto a T_a del módulo (V)
- $U_{OC}(STC)$: Tensión a Circuito abierto en condiciones estándar (V)
- ΔU_{Uoc} : Coeficiente de T_a de Tensión a circuito abierto (% / °C)

$$\Delta U_{OC} = -0.37 \cdot (22 - 25) = 1.11\%$$

$$U_{OC}(T_p) = 51.7 \cdot \left(1 + \frac{1.11}{100}\right) = 52.27387V$$

El número máximo de módulos por ramal conectados en serie se determina como el mínimo valor de:

- El cociente entre el límite superior de tensión MPP del inversor y la tensión de MPP del módulo a su temperatura mínima, que es de 22°C
- El cociente entre la tensión máxima de entrada del inversor y la tensión a circuito abierto del módulo (U_{OC}) a su temperatura mínima, que es la establecida en 22 °C.

$$n_{m\acute{a}xserie} = \frac{U_{l\acute{m} sup MPP (INV)}}{U_{MPP (T^a m\acute{i}n)}} \quad n_{m\acute{a}xserie} = \frac{U_{m\acute{a}x (INV)}}{U_{oc(T^a m\acute{i}n)}}$$

Donde:

- n_{max} : Número máximo de módulos por ramal conectados en serie
- $U_{Lim Sup MPP (INV)}$: Límite Superior de voltaje MPP del inversor (V)
- $U_{m\acute{a}x (INV)}$: Tensión máxima de entrada del inversor (V)
- $U_{MPP}(T^a min)$: Tensión de MPP del módulo a 22 °C (V)
- $U_{OC}(T^a min)$: Tensión a Circuito Abierto del módulo a 22 °C (V)

$$n_{m\acute{a}xserie} = \frac{850}{43.57841V} = 19.50$$

$$n_{m\acute{a}xserie} = \frac{1000}{52.27387V} = 19.13$$

Por lo que, tras examinar los dos resultados obtenidos, tomamos el mínimo valor, siendo el mismo el límite máximo de módulos en serie. En nuestro caso diecinueve (19) módulos.

El número mínimo de módulos en serie por ramal que pueden conectarse vendra limitado por la mínima tensión necesaria para que el inversor pueda buscar el punto de MPP cuando los módulos alcanzan el mínimo de tensión posible.

El mínimo valor de tensión posible de los módulos corresponde a la tensión MPP cuando la temperatura del módulo es máxima. La temperatura máxima del módulo corresponde con una temperatura ambiente máxima, que suele corresponder a verano y que, para climas como el de Barahona, se puede considerar treinta y dos grados Celsius (32 C) el cual fue la temperatura más alta que correspondió al día 7 de agosto del año dos mil diecisiete (2017) y para una irradiancia del orden de 1000 W/m².

La temperatura del módulo en estas condiciones se calcula siguiendo la misma expresión que en apartado anterior:

$$T_p = 32 + \frac{42 - 20}{800} \cdot 1000 = 59.5^\circ\text{C}$$

La Tensión del Punto de Máxima Potencia a 59.5 C, a partir de la tensión en condiciones estándar, se calcula de la siguiente forma:

$$U_{MPP(T_p)} = U_{MPP(STC)} \cdot \left(1 + \frac{\Delta U_{MPP}}{100} \right)$$

$$\Delta U_{MPP} = \Delta U_{Uoc} \cdot (T_p - 25)$$

Donde:

- $U_{MPP(T_p)}$: Tensión MPP a T_a del módulo T_p (V)
- $U_{MPP(STC)}$: Tensión MPP en Condiciones Estándar (V)
- ΔU_{Uoc} : Coeficiente de T_a Tensión a Circuito Abierto (% / °C)

$$\Delta U_{MPP} = -0.37 \cdot (59.5 - 25) = -12.765 \%$$

$$U_{MPP(59.5^\circ\text{C})} = 43.10 \cdot \left(1 + \frac{-12.765}{100} \right) = 37.59827 \text{ V}$$

El número mínimo de módulos por ramal conectados en serie se determina como el cociente entre el Límite Inferior de voltaje MPP del inversor y la Tensión MPP del módulo a su temperatura máxima, en este caso de cincuenta y nueve punto cinco grados Celsius (59.5 °C).

$$n_{\text{mínserie}} = \frac{U_{\text{lim inf MPP (INV)}}}{U_{MPP(T^{\circ}\text{máx})}}$$

Donde:

- $n_{\text{mín}}$: Número mínimo de módulos por ramal conectados en serie
- $U_{\text{Lim Inf MPP(INV)}}$: Límite inferior de tensión MPP del inversor (V)
- $U_{MPP(T_{\text{amax}})}$: Tensión de MPP del módulo a 59.5 °C (V)

$$n_{\text{mínserie}} = \frac{625}{37.5982} = 16.62$$

El número mínimo de módulos que podemos conectar en serie es de diecisiete (17), para el inversor Sunny Central 1000cp Xt. Utilizaremos un número de módulos por ramal de diecinueve (19) módulos en serie para aprovechar la máxima potencia del inversor central.

El número mínimo de conjuntos en paralelo que pueden conectarse vendrá dado por el mínimo valor de las dos siguientes estimaciones:

- El cociente entre la Intensidad Máxima Admisible del inversor entre la Corriente del Cortocircuito (ISC) del módulo cuando alcanza su valor más elevado
- El cociente entre la potencia máxima del inversor y la potencia pico de un conjunto.

El máximo valor de intensidad posible de los módulos, corresponde a la Intensidad de Cortocircuito (ISC) cuando la temperatura del módulo es máxima. La temperatura máxima del módulo corresponde con una temperatura ambiente máxima, que como se ha visto anteriormente corresponde a treinta y dos grados Celsius (32 °C) y para una irradiancia de 1000 W/m².

$$T_p = 32 + \frac{42 - 20}{800} \cdot 1000 = 59.5^\circ\text{C}$$

La intensidad de cortocircuito (ISC) a 59.5 °C, a partir de dicha intensidad en condiciones estándar, se calcula de la siguiente forma:

$$I_{sc}(T_p) = I_{sc}(STC) \cdot \left(1 + \frac{\Delta I_{sc}}{100}\right)$$

$$\Delta I_{sc} = \Delta I_{Isc} \cdot (T_p - 25)$$

Donde:

- $I_{sc}(T_p)$: Intensidad de Cortocircuito a T_a del módulo (A)
- $I_{sc}(STC)$: Intensidad de Cortocircuito Condiciones Estándar (A)
- ΔI_{sc} : Coeficiente de T_a Intensidad de Cortocircuito (% / °C)

$$\Delta I_{sc} = 0.036 \cdot (59.5 - 25) = 1.242\%$$

$$I_{sc}(T_p) = 8.65 \cdot \left(1 + \frac{1.242}{100}\right) = 8.7574\%$$

De acuerdo con lo indicado anteriormente:

$$n_{m\acute{a}x\text{paralelo}} = \frac{I_{m\acute{a}x}(INV)}{I_{sc}(T^{o m\acute{a}x})}$$

$$n_{m\acute{a}x\text{paralelo}} = \frac{P_{INV}}{n_{serie} \cdot P_{m\acute{o}dulo}}$$

Donde:

- $I_{M\acute{a}x}(INV)$: Intensidad Máxima Admisible del inversor (A)
- $I_{sc}(T_{amax})$: Corriente de Cortocircuito del módulo a 59.5 °C (A)
- P_{inv} : Potencia máxima del inversor (W)
- $P_{m\acute{o}dulo}$: Potencia pico de los módulos (W)
- n_{serie} : Número de módulos en serie

$$n_{\text{máx paralelo}} = \frac{1635}{8.7574} = 186.69924$$

$$n_{\text{máx paralelo}} = \frac{1,122,000}{19 \cdot 350} = 168.75$$

Al diseñar para la situación más desfavorable, se escoge el número máximo en paralelo de ciento sesenta y ocho (168), por lo que la configuración de los módulos consiste en diecinueve (19) en serie y ciento sesenta y ocho (168) en paralelo en cada central inversor. Dígase que cada inversor le corresponde un sub-campo de tres mil ciento noventa y dos (3,192) módulos.

Para calcular la cantidad de bases de hormigón que necesitamos como bases de los paneles, hace falta establecer la cantidad de series necesarias para alcanzar la producción deseada.

$$\text{Cantidad de series:} = \frac{2,900,000}{19} = 152,631.57$$

Este resultado se redondea a ciento cincuenta y dos mil seiscientos treinta y dos (152,632). Cada serie contara con nueve (9) bases de hormigón armado par su soporte, dejando cincuenta centímetros (50cm) a cada lado de la serie.

La cantidad de bases para las centrales vendrá determinada por la cantidad de inversores centrales.

$$\text{Cantidad de inversores centrales:} = \frac{2,900,008}{3,192} = 908.5238$$

Al redondear este resultado se determina que se necesitaran novecientos nueve (909) centrales inversores para convertir la energía producida por el parque. Cada una de estas centrales viene equipada con varios coleccionadores de spring con fusibles, lo que ayuda a canalizar la corriente directa hacia una sola entrada de la central.

Se seleccionó el transformados **pad mounted 112.5kva. 3f 14.47kv. 120-208 load feet**, para el aumento de la tensión de la corriente alterna, estos se diseñaron para transformar la energía equivalente a cuatro (4) centrales de inversores en paralelo.

4.2.4 Presupuesto.

Proyecto: Parque solar Barahona Presupuesto: Jaquimeyes- Barahona Localidad: Barahona Contenido: General									
PARTIDA	DESCRIPCION	CANT.	UD.	PU.	VALOR RD\$		VALOR US\$		
(1.0.0) Preliminares					RD\$	263,728,373.11	US\$	5,274,567.46	
(1.1.0) General					RD\$	263,728,373.11	US\$	5,274,567.46	
	Limpieza del Solar y Prep. del Terreno 0.2m	8,000,254.00	m2.	RD\$	18.17	RD\$	145,324,613.91	US\$	2,906,492.28
	Estudio de Suelo	1.00	p/a	RD\$	2,400,076.20	RD\$	2,400,076.20	US\$	48,001.52
	Fumigación de Cimientos	8,000,254.00	m2.	RD\$	3.00	RD\$	24,000,762.00	US\$	480,015.24
	Replanteo Niveles y Control Topografico	8,000,254.00	m2.	RD\$	11.50	RD\$	92,002,921.00	US\$	1,840,058.42
(2.0.0) Movimiento de Tierras					RD\$	1,435,035,560.93	US\$	28,700,711.22	
(2.1.0) General					RD\$	1,435,035,560.93	US\$	28,700,711.22	
	desbroce capa vegetal 0.2 m	8,000,254.00	m2.	RD\$	36.33	RD\$	290,649,227.82	US\$	5,812,984.56
	Excavación de Cimientos y bote 0.2 m	1,200,038.10	m3.	RD\$	679.00	RD\$	814,825,869.90	US\$	16,296,517.40
	Relleno Compactado Sobre Cimientos	600,019.05	m3.	RD\$	549.25	RD\$	329,560,463.21	US\$	6,591,209.26
(3.0.0) Trabajos B.N.P. (FUNDACIONES Y MODULOS DE PANELES)					RD\$	25,200,337.21	US\$	504,006.74	
(3.1.0) HORMIGON ARMADO BNP SOTANO -3					RD\$	25,200,337.21	US\$	504,006.74	
	VERJA PERIMETRAL	11,893.00	ml.	RD\$	2,118.92	RD\$	25,200,337.21	US\$	504,006.74
(4.0.0) Trabajos S.N.P					RD\$	2,890,000.35	US\$	57,800.01	
(4.1.0) Preliminares (Casetas y módulos administrativos)					RD\$	194,544.60	US\$	3,890.89	
(4.2.0) HORMIGON ARMADO (general)					RD\$	613,762.83	US\$	12,275.26	
	00 02 COLUMNA	16.00	# IREFI	RD\$	5,390.71	RD\$	86,251.37	US\$	1,725.03
	00 02 LOSAS	130.89	# IREFI	RD\$	3,448.57	RD\$	451,382.90	US\$	9,027.66
	00 02 RAMPAS	10.91	# IREFI	RD\$	1,491.16	RD\$	16,262.55	US\$	325.25
	00 02 VIGAS	56.15	# IREFI	RD\$	1,066.10	RD\$	59,866.02	US\$	1,197.32
(4.3.0) MUROS Y DIVISIONES (general)					RD\$	387,236.98	US\$	7,744.74	
{3.46}	00 02 MUROS INTERNOS DIVISION VENTANAS Y PUERTAS	3.87	# IREFI	RD\$	1,515.84	RD\$	5,865.70	US\$	117.31
{3.46}	00 02 MUROS INTERNOS DEPARTAMENTOS VENTANAS Y PUERTAS	8.77	# IREFI	RD\$	1,515.84	RD\$	13,294.53	US\$	265.89
{3.41}	00 02 MUROS PERIMETRALES VENTANAS Y PUERTAS	25.19	# IREFI	RD\$	853.88	RD\$	21,508.99	US\$	430.18
{3.41}	00 02 MUROS INTERNOS DIVISION	69.57	# IREFI	RD\$	1,515.84	RD\$	105,457.14	US\$	2,109.14
{3.46}	00 02 MUROS INTERNOS DEPARTAMENTOS	59.72	# IREFI	RD\$	1,515.84	RD\$	90,525.28	US\$	1,810.51
{3.46}	00 02 MUROS PERIMETRALES	56.42	# IREFI	RD\$	853.88	RD\$	48,175.65	US\$	963.51
{3.41}	00 02 MUROS PERIMETRALES BAJOS	119.93	# IREFI	RD\$	853.88	RD\$	102,409.70	US\$	2,048.19

(4.4.0) PAÑETES TERMINACION Y RECUBRIMIENTO SUPERFICIES (general)				RD\$	203,884.38	US\$	4,077.69
(0.1)	Pañete cemento interno	81.61	#IREFI RD\$	221.20	RD\$	18,051.64	US\$ 361.03
(0.1)	Pañete muros foam interno	283.86	#IREFI RD\$	221.20	RD\$	62,788.69	US\$ 1,255.77
(0.1)	pañete en columnas	64.00	#IREFI RD\$	221.20	RD\$	14,156.58	US\$ 283.13
(6.22)	pañete en losas	130.89	#IREFI RD\$	201.51	RD\$	26,375.52	US\$ 527.51
(6.25)	pañete en muros de ascensor	35.60	#IREFI RD\$	221.20	RD\$	7,874.60	US\$ 157.49
(6.23)	pañete en rampas	10.91	#IREFI RD\$	161.65	RD\$	1,762.95	US\$ 35.26
(0.1)	pañete en vigas	84.23	#IREFI RD\$	221.20	RD\$	18,631.61	US\$ 372.63
(6.18)	frauache	1,012.57	#IREFI RD\$	42.66	RD\$	43,198.28	US\$ 863.97
(6.27)	canto	62.40	#IREFI RD\$	161.71	RD\$	10,090.71	US\$ 201.81
(6.28)	mocheta	5.30	#IREFI RD\$	179.82	RD\$	953.78	US\$ 19.08
(4.5.0) PISOS TERMINACIONES, PAVIMENTOS Y APLACADOS				RD\$	175,441.81	US\$	3,508.84
(4.5.1) AREA 1				RD\$	118,968.45	US\$	2,379.37
(6.1)	00 02 L-01 PISO BANOS	5.54	#IREFI RD\$	894.89	RD\$	4,954.09	US\$ 99.08
(6.5)	00 02 L-01 PISO GENERAL	80.28	#IREFI RD\$	894.89	RD\$	71,841.52	US\$ 1,436.83
(6.11)	00 02 L-01 PISO BANOS (ZOCALOS)	13.88	#IREFI RD\$	261.13	RD\$	3,624.21	US\$ 72.48
(6.11)	00 02 L-01 PISO GENERAL (ZOCALOS)	59.63	#IREFI RD\$	261.13	RD\$	15,571.38	US\$ 311.43
(6.2)	00 02 L-01 PARED BANOS	25.68	#IREFI RD\$	894.89	RD\$	22,977.25	US\$ 459.55
AREA 2				RD\$	56,473.36	US\$	1,129.47
(6.1)	00 02 L-04 PISO BANOS	2.01	#IREFI RD\$	894.89	RD\$	1,800.51	US\$ 36.01
(6.5)	00 02 L-04 PISO GENERAL	47.80	#IREFI RD\$	894.89	RD\$	42,777.38	US\$ 855.55
(6.11)	00 02 L-04 PISO BANOS (ZOCALOS)	6.14	#IREFI RD\$	261.13	RD\$	1,602.03	US\$ 32.04
(6.11)	00 02 L-04 PISO GENERAL (ZOCALOS)	39.42	#IREFI RD\$	261.13	RD\$	10,293.44	US\$ 205.87
(6.2)	00 02 L-04 PARED BANOS	11.35	#IREFI RD\$	894.89	RD\$	10,156.74	US\$ 203.13
(4.6.0) ESCALERAS, TERMINACIONES Y RECUBRIMIENTOS (general)				RD\$	53,975.39	US\$	1,079.51
(0.1)	2L-01				RD\$	53,975.39	US\$
(0.1)	00 02 L-01 ESCALERA DESCANSO	2.21	#IREFI RD\$	3,155.79	RD\$	6,974.29	US\$ 139.49
(6.17)	00 02 L-01 ESCALERA ESCALONES	17.00	#IREFI RD\$	1,288.10	RD\$	21,897.66	US\$ 437.95
(3.2)	00 02 L-01 ESCALERA PASA MANOS	15.39	#IREFI RD\$	1,631.15	RD\$	25,103.44	US\$ 502.07
(4.7.0) PINTURAS				RD\$	64,031.60	US\$	1,280.63
(5.4)	Pintura Interno	81.61	#IREFI RD\$	92.65	RD\$	7,561.27	US\$ 151.23
(5.4)	Pintura muros foam interno	283.86	#IREFI RD\$	92.65	RD\$	26,300.22	US\$ 526.00
(5.4)	Pintura en columnas	64.00	#IREFI RD\$	92.65	RD\$	5,929.75	US\$ 118.60
(5.4)	Pintura en losas	130.89	#IREFI RD\$	92.65	RD\$	12,127.27	US\$ 242.55
(5.4)	Pintura en muros de ascensor	35.60	#IREFI RD\$	92.65	RD\$	3,298.42	US\$ 65.97
(5.4)	Pintura en rampas	10.91	#IREFI RD\$	92.65	RD\$	1,010.47	US\$ 20.21
(5.4)	Pintura en vigas	84.23	#IREFI RD\$	92.65	RD\$	7,804.20	US\$ 156.08
(4.8.0) PUERTAS				RD\$	151,983.68	US\$	3,039.67
	2 Puerta de Madera (2.1X0.81M)	4.00	#IREFI RD\$	8,217.35	RD\$	32,869.42	US\$ 657.39
	2 Frameless Glass Door 13578 (1): SM (1.8X0.81M)	1.00	#IREFI RD\$	15,870.00	RD\$	15,870.00	US\$ 317.40
	2 Frameless Glass Door 13578 (1): SM (2.1X0.91M)	1.00	#IREFI RD\$	14,547.50	RD\$	14,547.50	US\$ 290.95
	2 Puerta Doble Madera con Cristal: SM (2.1X1.41M)	1.00	#IREFI RD\$	31,740.00	RD\$	31,740.00	US\$ 634.80
	2 Puerta de Madera (2.1X0.91M)	3.00	#IREFI RD\$	8,217.35	RD\$	24,652.06	US\$ 493.04
	2 Puerta Flotante: Paño Sinular BTR (2.1X0.931M)	1.00	#IREFI RD\$	15,870.00	RD\$	15,870.00	US\$ 317.40
	2 Puerta de Madera: CM (2.1X0.91M)	2.00	#IREFI RD\$	8,217.35	RD\$	16,434.71	US\$ 328.69
(4.9.0) PLAFONES				RD\$	60,743.42	US\$	1,214.87
00 02 L-01 PISO SERVICIO				RD\$	30,793.45	US\$	615.87
	00 02 L-01 PISO TERASA	5.54	#IREFI RD\$	793.50	RD\$	4,392.82	US\$ 87.86
	00 02 L-01 PISO BANOS (ZOCALOS)	22.18	#IREFI RD\$	1,190.25	RD\$	26,400.64	US\$ 528.01
00 02 L-01 PISO SERVICIO (ZOCALOS)				RD\$	29,949.96	US\$	599.00
	00 02 L-01 PISO TERASA (ZOCALOS)	4.43	#IREFI RD\$	793.50	RD\$	3,511.24	US\$ 70.22
	00 02 L-01 PARED BANOS	22.21	#IREFI RD\$	1,190.25	RD\$	26,438.73	US\$ 528.77
(4.10.0) ELECTRICIDAD				RD\$	447,452.57	US\$	8,949.05
	ELECTRICIDAD	1.00	p/a RD\$	447,452.57	RD\$	447,452.57	US\$ 8,949.05
(4.11.0) HIDRO SANITARIO				RD\$	536,943.09	US\$	10,738.86
	HIDRO SANITARIO	1.00	p/a RD\$	536,943.09	RD\$	536,943.09	US\$ 10,738.86
(5.0.0) SISTEMA ELECTRICO				RD\$	69,656,648,056.00	US\$	1,393,132,961.12
(5.1.0) OBRA GRIS				RD\$	18,976,462,621.21	US\$	379,529,252.42
(3.68)	Base para el oanel	2,900,008.00	Und. RD\$	6,531.98	RD\$	18,942,788,939.74	US\$ 378,855,778.79
(3.69)	Base para inversores	908.00	Und. RD\$	37,085.55	RD\$	33,673,681.47	US\$ 673,473.63
(5.2.0) ACCESORIOS, SISTEMA ELECTRICO e Interconexion				RD\$	50,640,421,246.03	US\$	1,012,808,424.92
	paneles	2,900,008.00	Und. RD\$	9,000.00	RD\$	26,100,072,000.00	US\$ 522,001,440.00
	Inversor central Sunny central 1000co xt	908.00	Und. RD\$	3,750,000.00	RD\$	3,405,000,000.00	US\$ 68,100,000.00
	Transformador Pad Mounted 112.5 Kva . 3F. 12.47Kv. 120-208V/000 Feet	227.00	Und. RD\$	220,400.00	RD\$	50,030,800.00	US\$ 1,000,616.00
	kit kessler soporte de inclinacion	1,450,004.00	Und. RD\$	5,750.00	RD\$	8,337,523,000.00	US\$ 166,750,460.00
	Coleccionador de strinas con fusible	31,780.00	Und. RD\$	70,000.00	RD\$	2,224,600,000.00	US\$ 44,492,000.00
	Tubo de 11/20 PVC	302,676.00	ud RD\$	470.00	RD\$	142,257,720.00	US\$ 2,845,154.40
	Tubo de 30 PVC	302,676.00	ud RD\$	1,770.00	RD\$	535,736,520.00	US\$ 10,714,730.40
	Tubo de 40 PVC	454,014.00	ud RD\$	2,950.00	RD\$	1,339,341,300.00	US\$ 26,786,826.00
	Cut out DE 100A	136.00	ud RD\$	4,900.00	RD\$	666,400.00	US\$ 13,328.00
	Cable de cobre desnudo tipo canasta para tierra # 4/0	36,320.00	pie RD\$	160.00	RD\$	5,811,200.00	US\$ 116,224.00
	Pararrayo de 9 KV	136.00	ud RD\$	2,700.00	RD\$	367,200.00	US\$ 7,344.00
	Excavacion de zanja para linea 12.5 KV (1.2X243.9X0.5) y Bote	6,619.00	m3 RD\$	3,000.00	RD\$	19,857,000.00	US\$ 397,140.00
	Codoes elbow	1,634.00	ud RD\$	1,800.00	RD\$	2,941,200.00	US\$ 58,824.00
	Cono de alivio exterior	136.00	ud RD\$	2,100.00	RD\$	285,600.00	US\$ 5,712.00
	Varilla p/ cono de alivio exterior	726.00	ud RD\$	650.00	RD\$	471,900.00	US\$ 9,438.00
	Grapa caliente	136.00	ud RD\$	745.00	RD\$	101,320.00	US\$ 2,026.40
	Cruceta metalica galvanizada	91.00	ud RD\$	1,243.87	RD\$	113,192.17	US\$ 2,263.84
	Fleje galvanizado	182.00	ud RD\$	69.30	RD\$	12,612.60	US\$ 252.25
	Varilla de tierra 5/8"x 6	908.00	ud RD\$	450.00	RD\$	408,600.00	US\$ 8,172.00
	Tornillo de maquina de cabeza cuadrada 1/2"x 10"	363.00	ud RD\$	35.00	RD\$	12,705.00	US\$ 254.10
	Tornillo de maquina de cabeza cuadrada 3/8"x 5"	363.00	ud RD\$	35.00	RD\$	12,705.00	US\$ 254.10
	Arandela cuadrada para tornillo de 1/2"	363.00	ud RD\$	151.00	RD\$	54,813.00	US\$ 1,096.26
	Cable HDB# 2 trenzado	3,632.00	ud RD\$	54.50	RD\$	197,944.00	US\$ 3,958.88
	Base concreto para poste en el p. de interconexion	45.00	ud RD\$	4,500.00	RD\$	202,500.00	US\$ 4,050.00
	Adaptador hembra pvc 3"	45.00	ud RD\$	130.00	RD\$	5,850.00	US\$ 117.00
	Cable URD # 2 a 1/3	113,500.00	pie RD\$	190.00	RD\$	21,565,000.00	US\$ 431,300.00
	Tubo de 3" IMC	227.00	ud RD\$	4,672.80	RD\$	1,066,725.60	US\$ 21,214.51
	Tubo IMC 4"	272.00	ud RD\$	4,867.50	RD\$	1,323,960.00	US\$ 26,479.20
	Codo IMC 4"	182.00	ud RD\$	1,050.00	RD\$	191,100.00	US\$ 3,822.00
	Condulet 3"	45.00	ud RD\$	800.00	RD\$	36,000.00	US\$ 720.00
	Soporte para cout- pararrayo	136.00	ud RD\$	750.00	RD\$	102,000.00	US\$ 2,040.00
	Lampara tipo led 150w alumbrado publico	318.00	ud RD\$	12,850.00	RD\$	4,086,300.00	US\$ 81,726.00
	Poste de madera 8"x8"x20"	318.00	ud RD\$	1,200.00	RD\$	381,600.00	US\$ 7,632.00
	Soporte urd 3f	45.00	ud RD\$	1,700.00	RD\$	76,500.00	US\$ 1,530.00

Alimentador E1 desde tr1 hasta Mc1 con : 6cable THHN # 3/0 f,2 cable THHN #1/0 n, 1cable THHN # 1/0 t en 1 IMC 4"	681.00	pie	RD\$	4,791.30	RD\$	3,262,875.30	US\$	65,257.51
Alimentador E2 desde Tr1 hasta Mc2 con : 3cable THHN # 3/0 f, cable THHN #2/0 n, 1cable THHN # 2 t en 1 IMC 3"	681.00	pie	RD\$	3,202.49	RD\$	2,180,895.69	US\$	43,617.91
Mano de Obra equipos	1.00	un	RD\$	8,440,070,207.67	RD\$	8,440,070,207.67	US\$	168,801,404.15

(5.3.0) VIAS					RD\$	39,764,188.76	US\$	795,283.78
---------------------	--	--	--	--	-------------	----------------------	-------------	-------------------

RIEGO ASFALTICO A 0.30 GLS/M2 DE RC-2 CON GRAVA 3/8	48,000.00	m2.	RD\$	160.00	RD\$	7,680,000.00	US\$	153,600.00
SUMINISTRO TRANSPORTE Y COLOCACION DE HORMIGON	48,000.00	m2.	RD\$	622.50	RD\$	29,880,000.00	US\$	597,600.00
TRANSPORTE EQUIPO DE COLOCACION DE H.A.C	45.00	Und.	RD\$	38,500.00	RD\$	1,732,500.00	US\$	34,650.00
Señalizaciones viales horizontales	680.00	Und.	RD\$	261.31	RD\$	177,688.76	US\$	3,553.78
señalización vertical	56.00	Und.	RD\$	5,250.00	RD\$	294,000.00	US\$	5,880.00

Costo directo construccion					RD\$	71,383,502,327.59	US\$	1,427,670,046.55
-----------------------------------	--	--	--	--	-------------	--------------------------	-------------	-------------------------

Proyecto: Parque solar Barahona
Presupuesto: Jaquimeyes- Barahona
Localidad: Barahona
Contenido: General

Costo directo construccion	Sub-Total general	RD\$	71,383,502,327.59
Costo directo construccion	Sub-Total general	US\$	1,427,670,046.55

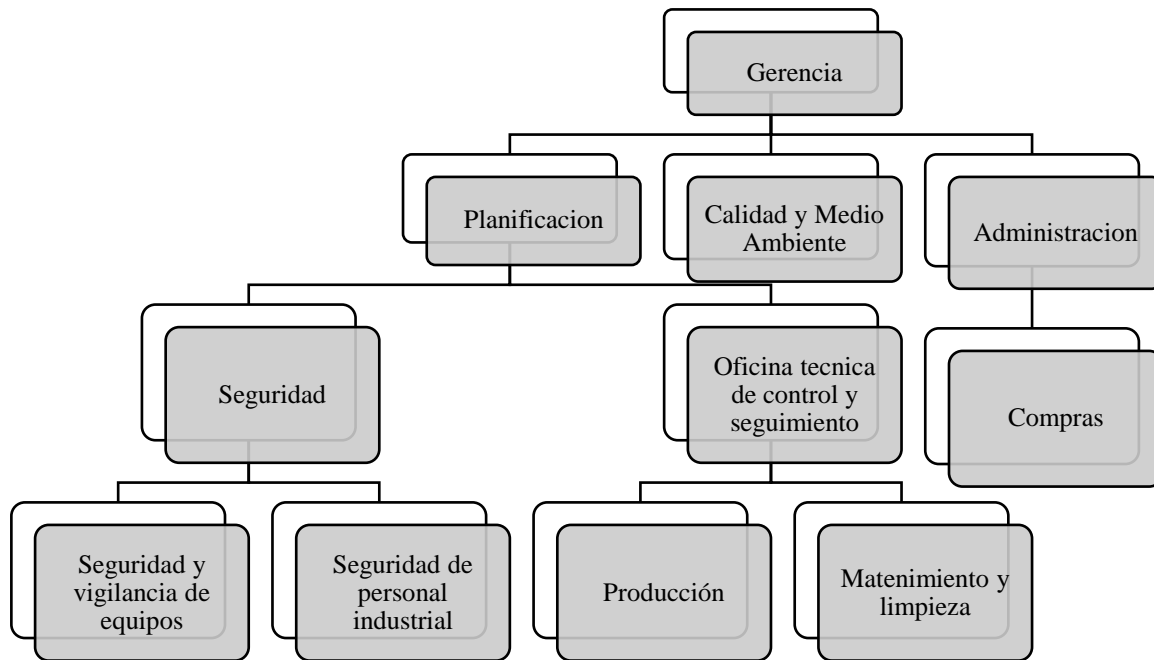
B	GASTOS INDIRECTOS :	22.40%		
1.00	DIRECCION TÉCNICA Y RESP. CIVIL.	10.00%	RD\$	7,138,350,232.76
2.00	I.T.B.I.S sobre direccion tecnica	18.00%	RD\$	1,284,903,041.90
3.00	GASTOS ADMINISTRATIVOS.	3.00%	RD\$	2,141,505,069.83
4.00	SEGUROS Y FIANZAS.	1.00%	RD\$	713,835,023.28
5.00	INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS.	1.00%	RD\$	713,835,023.28
6.00	LIQUIDACIÓN Y PRESTS . LABORALES.	1.60%	RD\$	1,142,136,037.24
7.00	TRANSPORTE	2.00%	RD\$	1,427,670,046.55
9.00	IMPREVISTOS.	2.00%	RD\$	1,427,670,046.55
Sub - Total general Proyecto:			RD\$	15,989,904,521.38
10.00	Costo del terreno		RD\$	440,013,970.00
TOTAL GENERAL DE COSTO PROYECTO			RD\$	87,813,420,818.98
TOTAL GENERAL DE COSTO PROYECTO			US\$	1,756,268,416.38

Tabla 4: Presupuesto

4.3 ESTUDIO ADMINISTRATIVO

4.3.1 Organigrama

Para definir el organigrama de este proyecto y garantizar la calidad del mismo, es importante tener en cuenta los distintos grupos de gestión que se deben considerar al momento de la ejecución, dentro de estos están los siguientes procesos de planificación, ejecución, producción, seguridad, control y seguimiento.



Esquema 1: Descripción de organigrama

4.3.2 Descripción

Dentro del organigrama de este proyecto, para hacerlo factible, es importante que las intervenciones de las áreas principales propias del mismo trabajen en conjunto ya que según la planificación y desarrollo de estas se lleva a cabo el alcance del objetivo principal que es suplir el déficit de energía eléctrica en República Dominicana, mediante el implemento del parque solar, cumpliendo con todos los requisitos internacionales, técnicos y medioambientales para lo cual fue diseñado este proyecto.

Después de las áreas principales que son las que determinan las actividades, se debe considerar el cumplimiento a través del proceso de seguimiento, control, gastos, seguridad, vigilancia y producción siendo las mismas encargadas de:

- Asegurar la obtención y cumplimiento de los requisitos y procesos del plan establecido para que sean realizados adecuadamente.
- Establecer planes de mantenimientos preventivos y correctivos a equipos y determinar problemas que puedan presentarse al momento de la producción.
- Establecer seguros de gastos de vigilancia de equipos.

- Realizar seguridad brigadas de seguridad industrial al personal
- Mantener en cuenta el impacto con el medio ambiente

Misión

La misión de este proyecto es el desarrollo y mejoría de la producción de energía en República Dominicana a través de la innovación con plantas solares bajo patrones de técnicos y económicos disminuyendo el impacto ambiental.

Visión

Se tiene como objeto el aumento de la utilización de plantas eficientes que contribuyan al mejoramiento de la calidad de la población y el manejo sostenible de los recursos naturales.

Valores

Percursor de nuevas tecnologías que progresivamente disminuyan los costes de inversión de futuras plantas de energía y permitan la sostenibilidad de las mismas.

Estrategias y políticas de convivencia

4.3.3 Mapa estratégico

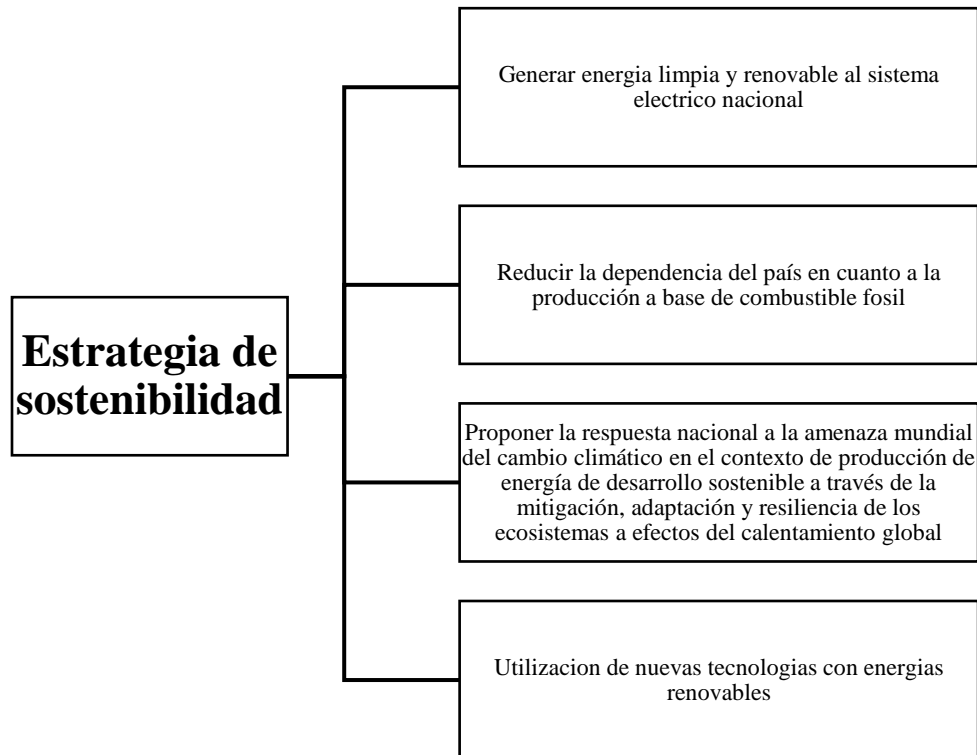


Diagrama 2: Descripción de estrategia de sostenibilidad.

4.4 Estudio económico y financiero.

Para asignar la rentabilidad económica y nivel de conveniencia del parque, es necesario comparar los flujos positivos y negativos que genera al proyecto a través de su vida útil.

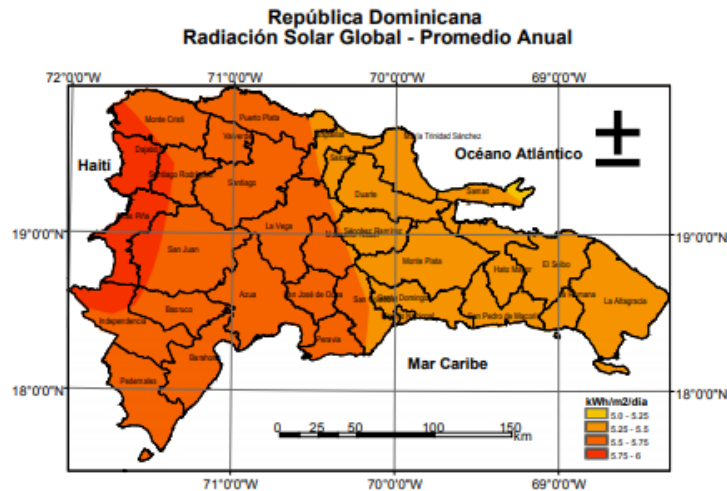
Los ingresos de la instalación se obtienen por la venta de la energía eléctrica generada por ésta, que dependen de una serie de variables, las cuales son:

- La potencia instalada.
- La energía producida en el año en KWh.
- El precio de venta que se otorga por cada KWh.
- La eficiencia y degradación de los paneles fotovoltaicos.

La potencia instalada en el parque es de mil mega watts (1000MW), para obtener la energía producida en un año con esta potencia debemos tomar en cuenta los siguientes factores:

- Rendimiento energético.
- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Superficie de generación.
- Eficiencia de los módulos.
- Irradiación solar media.

La comisión nacional de energía, gestiona una evaluación al programa SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment auspiciado por el Fondo Mundial Ambiental) en la cual se generó el mapa de radiación promedio anual en el país, donde establece el potencial de radiación solar promedio sobre una superficie horizontal, este varía entre 5.25 y 5.50 kWh/m²/día en la mitad oriental del país y 5.50 y 5.75 a 6.00 kWh/m²/día en la segunda mitad occidental. Esta cifra es ciertamente elevada y permite la utilización de, sistemas solares fotovoltaicos, centrales solares fotovoltaicos y centrales solares térmicos interconectados.



Mapa 12: mapa de radiación solar global- promedio anual en República Dominicana.

Según esta evaluación el parque tendría una irradiación solar media de 5.75 kWh/m²/día, este valor de irradiación se extrapola a la superficie de los módulos de la instalación fotovoltaica multiplicándolo por el área de generación fotovoltaica en metros cuadrados.

$$\text{Valor de irradiación en kWh/m}^2 \times \text{superficie de la instalación en m}^2 =$$

$$5.75 \text{ kWh/m}^2/\text{día} \times (2,900,008 \times 2) \text{ m}^2 = 33,350,092 \text{ kWh/día}$$

Para calcular la energía producida en un año, debemos multiplicar la irradiación del área por la eficiencia técnica de los módulos.

$$33,350,092 \text{ kWh/día} \times (17/100) = 5,669,515.64 \text{ kWh/día}$$

De esta forma, para el período de estudio seleccionado se obtiene un rendimiento nominal previsible de la instalación de 5,669,515.64 kWh/día. Este rendimiento nominal previsible de la instalación corresponde a un coeficiente de rendimiento del 100 %, sin embargo tenemos que tomar en cuenta las deficiencias y pérdidas en sentido general de todo el sistema.

El coeficiente de rendimiento, es un porcentaje diseñado para tomar en cuenta todas las pérdidas del sistema, en parques de estas dimensiones este ronda entre un trece a un diecisiete por ciento (13-17%), por lo que se selecciona un quince por ciento (15%) para el cálculo.

$$5,669,515.64 \text{ kW/día} \times 365 \text{ días/año} = 2,069,373,209 \text{ kW/año}$$

$$2,069,373,209 \text{ kW/año} \times ((100-15)/100) =$$

$$1,758,967,228 \text{ kW/año}$$

Ya obtenida la energía que produce el parque en un año, tenemos que otorgarle el precio de venta. En el año dos mil diecisiete (2017) se estableció que si los usuarios no exceden un consumo de doscientos kilo watts (200kw) por hora, pagan cero punto once noventa y nueve dólares (0.1199dólares), entre doscientos uno y trescientos kilo watts (201-300kw), el precio aplicado es cero punto diecisiete treinta y dos dólares (0.1732 dólares), hasta los setecientos kilo watts (700kw) la tarifa pagada es de cero punto veintidós setenta dólares (0.2270 dólares) por kilovatio, y cuando el consumo pasa de setecientos un kilo watts (701kw) el precio a pagar es de

cero punto veintitrés cero nueve dólares (0.2309 dólares), esta tarifa se calculó a la tasa de cuarenta y nueve punto setenta y seis pesos (49.76 RD\$) por un dólar (1US\$).

Según un análisis a todas las facturas de las empresas distribuidoras de electricidad del país realizado por el blog C.R.E.E.S. Durante abril del 2017 el precio promedio al que las Empresas de Distribución de Electricidad (EDE) vendieron la electricidad a los consumidores finales fue de cero punto dieciséis cuatro dólares (16.4 dólares) por kWh, (Ver tabla)

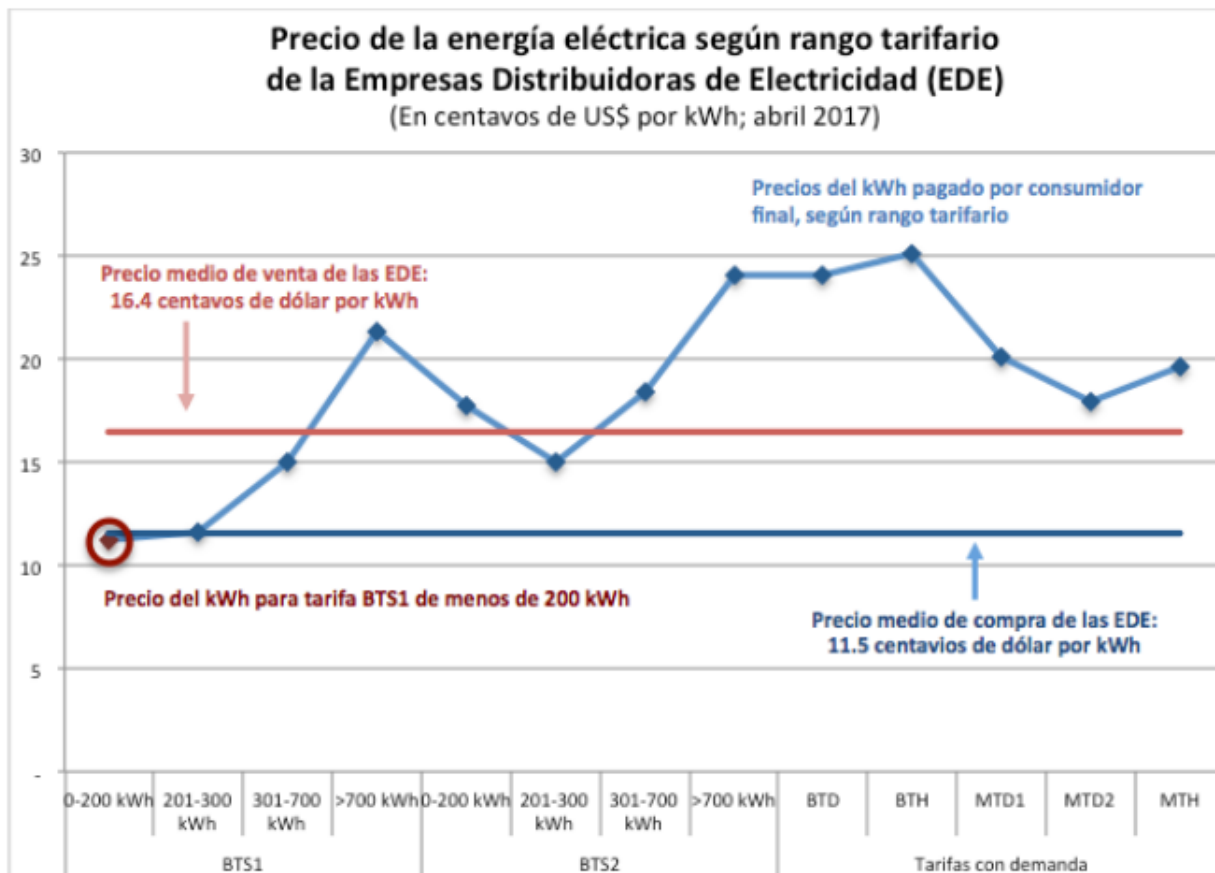


Gráfico 1: Precio de la energía eléctrica según rango tarifario de las empresas distribuidoras de electricidad.

Buscando la paridad de red en la Republica Dominicana se establecerá el precio de venta del kilo watts generado por el parque al menor de todos los del mercado actual, dígame el análisis se realizará con un precio de venta de cero punto once noventa y nueve dólares (0.1199dólares).

Para poder realizar un estudio de viabilidad de calidad es necesario analizar la vida de la instalación a 25 años, si el proyecto es económicamente rentable o no, aunque la vida de los paneles fotovoltaicos, con un buen mantenimiento, sea de hasta 40 años incluso aún más, lo cual significa que nuestra instalación seguirá generando ingresos más allá de la garantía de los módulos solare fotovoltaicos.

Se ha calculado anteriormente la energía producida por la instalación en un año. Este valor es altamente fluctuante ya que depende exclusivamente de la climatología de la zona pudiendo obtenerse años de mayor o menor producción.

Para el mantenimiento anual de la instalación se contratarán servicios de mantenimiento de las instalaciones de manera que se asegure un correcto funcionamiento y una eficiencia de los módulos máxima. Estos servicios tendrán un coste aproximado de un millón seiscientos cuarenta y nueve mil cuatrocientos veinticinco dólares (1, 649, 425 dólares) al año que serán realizado por la empresa externa Empresa Energía Fotovoltaica Dominicana.

La degradación de los paneles fotovoltaicos es otro factor a tomar en consideración en el caso de los módulos fotovoltaicos de nuestra instalación SunPower garantiza por parte del fabricante veinticinco años (25 años) de potencia de salida con una degradación inferior al cero punto cero cero siete por ciento (0.007%), para los años 25 a 40 la pérdida de eficiencia de cada módulo será de un 5% aproximadamente.

En cuanto al índice de precios al consumo (IPC), valor numérico que refleja las variaciones que experimentan los precios en un período determinado, la tasa de variación en el país ha sido variable, para mayo del año dos mil dieciocho (2018) ha sido del cuatro punto cinco por ciento (4.5%) seis (6) decimas superior a la del mes anterior, la variación mensual ronda el cero punto tres por ciento (0.3%) por lo que se tomara en promedio anual de tres por ciento (3%).

AÑO	Producción de energía (kWh/año)	Degradación	Produccion/degradacion (kwh/año)	IPC (%)	Precio del kWh (Dolares)	TOTAL (Dolares)
2019	1758967228	0,007	1758967228	0,03	0,1199	210900170,6
2020	1758967228	0,007	1746654457	0,03	0,123497	215706585,5
2021	1746654457	0,007	1734427876	0,03	0,12720191	220622538,6
2022	1734427876	0,007	1722286881	0,03	0,131017967	225650526,3
2023	1722286881	0,007	1710230873	0,03	0,134948506	230793101,8
2024	1710230873	0,007	1698259257	0,03	0,138996962	236052876,5
2025	1698259257	0,007	1686371442	0,03	0,14316687	241432521,6
2026	1686371442	0,007	1674566842	0,03	0,147461876	246934768,8
2027	1674566842	0,007	1662844874	0,03	0,151885733	252562412,2
2028	1662844874	0,007	1651204960	0,03	0,156442305	258318309,5
2029	1651204960	0,007	1639646525	0,03	0,161135574	264205383,8
2030	1639646525	0,007	1628168999	0,03	0,165969641	270226624,5
2031	1628168999	0,007	1616771816	0,03	0,17094873	276385089,3
2032	1616771816	0,007	1605454414	0,03	0,176077192	282683905,5
2033	1605454414	0,007	1594216233	0,03	0,181359508	289126271,7
2034	1594216233	0,007	1583056719	0,03	0,186800293	295715459,4
2035	1583056719	0,007	1571975322	0,03	0,192404302	302454814,7
2036	1571975322	0,007	1560971495	0,03	0,198176431	309347759,9
2037	1560971495	0,007	1550044694	0,03	0,204121724	316397795,4
2038	1550044694	0,007	1539194382	0,03	0,210245376	323608501,1
2039	1539194382	0,007	1528420021	0,03	0,216552737	330983538,9
2040	1528420021	0,007	1517721081	0,03	0,223049319	338526653,7
2041	1517721081	0,007	1507097033	0,03	0,229740799	346241676,2
2042	1507097033	0,007	1496547354	0,03	0,236633023	354132524
2043	1496547354	0,007	1486071523	0,03	0,243732013	362203204,2
TOTAL PRODUCCION:			40471172302	TOTAL FLUJO POSITIVO:		7001213014

Tabla 5: Proyección de producción de energía por año.

Obtendríamos un beneficio durante los primeros veinticinco años (25) de siete billones un millón doscientos trece mil catorce dólares (7, 001, 213, 014 dólares) o cual representa una ganancia bruta de cinco billones doscientos cuarenta y cuatro millones novecientos cuarenta y cuatro mil quinientos noventa y ocho dólares (5, 244, 944, 598 dólares).

Para obtener los flujos negativos se planteará el mantenimiento, vigilancia, plan de cuidado ambiental y sustitución de paneles.

Una parte importante a tener en cuenta para que la instalación obtenga el rendimiento económico durante su vida serán el seguro y el mantenimiento tanto preventivo como de reparación.

El seguro y vigilancia para disuadir del robo de aparatos, cableado y paneles el pago de la prima de seguros se valora en quince millones setecientos mil dólares (15, 700, 000 dólares) al año, así como gastos de vigilancia de la instalación que serán de dos millones trescientos cincuenta mil dólares (2, 350, 000 dólares) al año.

El mantenimiento y la limpieza se suele subcontratar a empresas especializadas en este tipo de servicios por un valor aproximado de un millón cuatrocientos cincuenta mil dólares (1, 450,000 dólares) al año para el tamaño de este tipo de instalación.

En coste de reparación y sustitución, ya sea por rotura o desgaste a lo largo de la vida de la instalación se deberá en algún momento cambiar piezas. Asumiremos que cuesta cincuenta mil dólares (50,000 dólares) cada año a partir del quinto y de ochenta y cinco mil dólares (85,000 dólares) a partir del décimo año.

El terreno elegido está contemplado en el presupuesto y la energía consumida por las instalaciones de todo tipo serán cubiertas por la producción del parque, antes de disponer la energía a la red eléctrica, aproximadamente quince mil kilowatts (15,000kw).

Para el riego, mantenimiento y extremo cuidado con el muro verde en todo el perímetro del parque se dispondrá de una partida de aproximadamente ciento noventa mil dólares (190, 000 dólares) al año.

AÑO	INFLACION (%)	SEGUROS	VIGILANCIA	MANTENIMIENTO	SUSTITUCION	MURO VERDE	TOTAL
2019	1,6	15700000	2350000	1450000	0	190000	19690001,6
2020	1,6	15951200	2387600	1473200	0	193040	20005041,6
2021	1,6	16206419,2	2425801,6	1496771,2	0	196128,64	20325122,24
2022	1,6	16465721,91	2464614,426	1520719,539	0	199266,6982	20650324,17
2023	1,6	16729173,46	2504048,256	1545051,052	0	202454,9654	20980729,33
2024	1,6	16996840,23	2544113,029	1569771,869	50000	205694,2449	21366420,98
2025	1,6	17268789,68	2584818,837	1594888,219	50800	208985,3528	21708283,69
2026	1,6	17545090,31	2626175,938	1620406,43	51612,8	212329,1184	22055616,2
2027	1,6	17825811,76	2668194,753	1646332,933	52438,6048	215726,3843	22408506,03
2028	1,6	18111024,74	2710885,869	1672674,26	53277,62248	219178,0065	22767042,1
2029	1,6	18400801,14	2754260,043	1699437,048	54130,06444	222684,8546	23131314,75
2030	1,6	18695213,96	2798328,204	1726628,041	54996,14547	226247,8122	23501415,76
2031	1,6	18994337,38	2843101,455	1754254,089	55876,08379	229867,7772	23877438,39
2032	1,6	19298246,78	2888591,079	1782322,155	56770,10114	233545,6617	24259477,38
2033	1,6	19607018,73	2934808,536	1810839,309	57678,42275	237282,3923	24647628,99
2034	1,6	19920731,03	2981765,472	1839812,738	85000	241078,9105	25068389,75
2035	1,6	20239462,72	3029473,72	1869249,742	86360	244936,1731	25469483,96
2036	1,6	20563294,13	3077945,299	1899157,738	87741,76	248855,1519	25876995,68
2037	1,6	20892306,83	3127192,424	1929544,262	89145,62816	252836,8343	26291027,58
2038	1,6	21226583,74	3177227,503	1960416,97	90571,95821	256882,2237	26711684
2039	1,6	21566209,08	3228063,143	1991783,641	92021,10954	260992,3392	27139070,92
2040	1,6	21911268,43	3279712,153	2023652,18	93493,44729	265168,2167	27573296,03
2041	1,6	22261848,72	3332187,548	2056030,615	94989,34245	269410,9081	28014468,74
2042	1,6	22618038,3	3385502,549	2088927,104	96509,17193	273721,4827	28462700,21
2043	1,6	22979926,92	3439670,589	2122349,938	98053,31868	278101,0264	28918103,39
						FLUJO NEGATIVO	600899583,5

Tabla 6: Proyección de flujo negativo por año.

Se observa que hasta los veinticinco años (25 años) que es el tiempo de garantía de los equipos y hasta donde se ha realizado el análisis, el beneficio limpio del proyecto es de cuatro billones seiscientos cuarenta y cuatro millones cuarenta y cinco mil catorce dólares (4, 644, 045, 014 dólares) recordando que con buen mantenimiento los módulos tienen una vida útil de más de cuarenta años.

Se debe calcular el punto en el cual los ingresos son iguales a los costos totales, es decir el punto en el que la utilidad es cero, para ello debemos evaluar cuando las ganancias cubren la inversión total y especificar la cantidad de años y meses donde se proyecta el punto de equilibrio.

$$PE = \frac{\text{Costos Fijos}}{[1 - (\text{Costos Variables} / \text{Ventas Totales})]}$$

$$PE = \frac{1,756,268,416.38 \text{ Dólares}}{[1 - (21,195,708.8 \text{ Dólares} / 233,897,381.10 \text{ Dólares})]}$$

$$PE = 1,931,280,458 \text{ Dólares}$$

El punto de equilibrio se calculó con los flujos positivos y negativos de los primeros diez años (10 años) de estudio, el mismo indica que cuando los flujos positivos alcancen este monto ya se habrá cubierto el costo de la inversión y los costos variables.

4.5 Evaluación financiera.

Cuando se desea ver la viabilidad de un proyecto de estas características se observa mediante el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

El VAN se calcula mediante la fórmula descrita a continuación y el TIR será el valor del tipo de interés para el cual el valor del VAN es cero al final de la vida de la instalación.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Dónde:

- t es el periodo escogido para el estudio
- Vt representa los flujos de caja en cada periodo t.
- I0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.
- n es el número de períodos considerado.
- k es el tipo de interés.

Tomando en consideración:

- Si VAN superior a 0: el proyecto de inversión permite conseguir ganancias y beneficios.
- Si VAN inferior a 0: debe rechazarse la inversión al provocar pérdidas.
- Si VAN igual a 0: el proyecto de inversión no genera ni pérdidas ni beneficios, por lo que su ejecución provoca.

CALCULO DE VALOR ACTUAL NETO (VAN)			
AÑO	FLUJO DE CAJA (VT)	(1+K)^t - k=0.055 t=1	(VT/(1+K)^t)
2019	191210169	1,055	181241866,4
2020	195701543,9	1,110	176307697,2
2021	200297416,4	1,165	171929112,8
2022	205000202,1	1,220	168032952,5
2023	209812372,4	1,275	164558723,5
2024	214686455,6	1,330	161418387,7
2025	219724237,9	1,385	158645659,1

2026	224879152,6	1,440	156166078,2
2027	230153906,1	1,495	153949101,1
2028	235551267,4	1,550	151968559,6
2029	241074069	1,605	150201912,1
2030	246725208,7	1,660	148629643,8
2031	252507650,9	1,715	147234781,9
2032	258424428,1	1,770	146002501,8
2033	264478642,7	1,825	144919804,2
2034	270647069,6	1,880	143961207,2
2035	276985330,7	1,935	143144873,7
2036	283470764,3	1,990	142447620,3
2037	290106767,8	2,045	141861500,1
2038	296896817,1	2,100	141379436,7
2039	303844468	2,155	140995112,8
2040	310953357,7	2,210	140702876,8
2041	318227207,4	2,265	140497663,3
2042	325669823,8	2,320	140374924,1
2043	333285100,8	2,375	140330568,8
TOTAL	6,400,313,430		3796902566
IO=	1,756,268,416		
VAN=	2,040,634,150		

Tabla 7: Cálculo de Valor Actual Neto (VAN) por año.

Al aplicar la metodología del valor actual neto (VAN), en la cual se utilizó un valor de intereses de un cinco punto cinco por ciento (5.5%) tomando en consideración de que esta es la menor tasa de intereses del banco central de la Republica Dominicana, nos percatamos de que el proyecto permite conseguir ganancias y es muy viable su ejecución.

La TIR nos permite ver la rentabilidad y viabilidad promedio de los cobros y pagos actualizados a la hora de invertir en un determinado proyecto.

Para obtener la TIR de un proyecto que dura una cierta cantidad de tiempo (n) se resuelve la siguiente ecuación:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Dónde:

- Fn es el flujo de caja en el periodo n.
- n es el número de periodos.
- I es el valor de la inversión inicial.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 12%	
AÑO	FLUJO DE CAJA (FN)
i=	-1,756,268,416
2019	191,210,169
2020	195,701,543.9
2021	200,297,416.4
2022	205,000,202.1
2023	209,812,372.4
2024	214,686,455.6
2025	219,724,237.9
2026	224,879,152.6
2027	230,153,906.1
2028	235,512,67.4
2029	241,074,069
2030	246,725,208.7
2031	252,507,650.9
2032	258,424,428.1
2033	264,478,642.7
2034	270,647,069.6
2035	276,985,330.7
2036	283,470,764.3
2037	290,106,767.8
2038	296,896,817.1
2039	303,844,468
2040	310,953,357.7
2041	318,227,207.4

2042	325,669,823.8
2043	333,285,100,8
TOTAL	6,400,313,430
n=	25
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 12%	
TIR (25 AÑOS)	12%

Tabla 8: Tasa Interna de Retorno (TIR) por año.

El proyecto se puede ejecutar con una tasa de financiamiento de hasta un doce por ciento (12%), tomando en consideración que a partir de los veinticinco años (25 años), empezarán a proyectarse las ganancias, si se ejecuta con un interés menor así mismo se ve reducido el punto de equilibrio y se manifestarán flujos positivos mucho antes de tiempo.

Para tener una idea más clara de la rentabilidad del parque se necesita verificar el periodo de recuperación de la inversión (PRI), este es imprescindible para estimar la viabilidad del proyecto.

$$\begin{aligned}
 \text{PRI} &= \frac{\text{COSTOS FIJOS}}{(\text{VENTAS TOTALES} - \text{COSTOS VARIABLES})} \\
 \text{PRI} &= \frac{1,756,268,416.38 \text{ dólares}}{(233,897,381.10 \text{ dólares} - 21,195,708.80 \text{ dólares}) \cdot \text{Año}} \\
 \text{PRI} &= 8.25 \text{ Años}
 \end{aligned}$$

El periodo de recuperación de la inversión (PRI), es formidablemente bueno para el proyecto, considerando que los módulos tienen un promedio de vida útil con garantía de veinticinco años (25 años) y sin garantía aproximadamente de cuarenta años (40 años), lo que le permitiría a partir de los ocho años y tres meses (8.75 años) empezar a dejar ganancias al estado dominicano.

4.6 Estudio reducción de emisiones de Dióxido de Carbono (CO2)

Según un informe realizado por la Fundación Energía y Desarrollo en 2013, la generación de energía eléctrica en República Dominicana es dependiente prácticamente en más de un 85% de fuentes fósiles. El carbón, el gas natural y los combustibles derivados del petróleo alimentan una producción mayormente térmica, seguida en importancia de las hidroeléctricas que según las condiciones de lluvia pueden llegar a aportar al Sistema Eléctrico Nacional hasta un 15%. La energía eólica representa un 2% y se contabiliza tan solo un 1% de solar.

Al notar estos dispares porcentajes, se concluye, que el país se encuentra sumergido en una forma de generación de energía eléctrica poco amigable para el medio ambiente, debido a las grandes cantidades de emisiones de dióxido de carbono (CO₂). El informe anteriormente citado fue realizado en el 2013; el día quince de octubre del año dos mil dieciocho (15/10/2018), cinco (5) años después, se pondrá en funcionamiento la primera fase de lo que será una planta a carbón, que según una nota de prensa publicada en la sección noticias del portal web de dicha planta, la misma podrá suplir el 35 por ciento de la demanda total de energía del país. Con esta información se puede asumir que el porcentaje mencionado en el informe del 2013 aumentará, al inicio de labores de la planta a carbón anteriormente mencionadas.

Para el año 2016 el país contaba con una **Capacidad eléctrica instalada total** era de tres mil seiscientos noventa y uno punto ochenta y un megavatios (3.691,81 MW), con una **Disponibilidad real promedio** de dos mil cuatrocientos ochenta y ocho punto seis megavatios (2,488.6 MW), esto correspondía a una **Generación de energía eléctrica total** de quince mil ochocientos sesenta y ocho punto catorce gigavatios por hora (15,868.14 GWh). A continuación, se detallará el aporte de cada uno de los tipos de tecnología utilizados para la generación de electricidad existentes en el país para ese año:

Tipo de tecnología	Capacidad instalada (mw)	Porcentaje de aporte (%)	Energía generada (gwh)	Porcentaje de aporte (%)
Ciclo combinado	795.0	21.5	3,654.89	23.0
Eólica	106.2	2.9	312.6	2.0

Hidráulica	612.1	16.6	1,500.33	9,5
Motores diesel	1,153.47	31.2	6,831.24	43.1
Turbinas a gas	480.0	13.0	1,428.44	9.0
Turbinas a vapor	545,04	14.8	2,140.64	13.5
Solar	17.1	0.5	23.4	0.1

Tabla 9: porcentajes de aportes de la capacidad instalada y la energía generada según el tipo de tecnología en República Dominicana, para el año 2016. Fuente: Sistema Nacional Eléctrico Interconectado (SENI).

Al analizar el contenido de la tabla anterior, se puede resumir que para el año 2016, tanto en el porcentaje de aporte de capacidad instalada como en el porcentaje de aporte de energía generada, predominaban las tecnologías que involucran combustibles fósiles (Motores Diesel y el ciclo combinado), no siendo así para la generación de energía limpia y renovable como el caso de la tecnología eólica y solar. Esta situación no se ve muy alejada de la realidad hoy en día, ya que se están desarrollando nuevas tecnologías que involucran las emisiones de dióxido de carbono, como se mencionó anteriormente.

Estas tecnologías aportan grandes cantidades de este gas del efecto invernadero, que no colaboran en lo absoluto con la preservación y el cuidado del medio ambiente. A continuación, se mencionarán algunas centrales de generación energética en Rep. Dom, según el tipo de tecnología que utilizan:

AGENTE	Ciclo Combinado	Eólica	Hidroeléctrica	Motor combustión interna	Turbina a Gas	Turbina a Vapor	Solar	Total capacidad instalada
AES ANDRÉS DR, S.A.	319.0							319.0
CDEE				1.9				1.9
COMPAÑÍA ELÉCTRICA DE PUERTO PLATA				76.8				76.8
COMPAÑÍA ELÉCTRICA DE SAN PEDRO DE MACORÍS	300.0							300.0
COMPLEJO METALÚRGICO DOMINICANO				42.0				42.0
DOMINICAN POWER PARTNERS					236.0			236.0
EGE-HAINA		135.0		293.2	100.0	163.5		691.7
EGEHID			615.7					615.7
EGE-ITABO					34.0	260.0		294.0
ELECTRONIC J.R.C. SRL							30.0	30.0
GENERADORA PALAMARA LA VEGA				199.0				199.0
GENERADORA SAN FELIPE LP (GSF)	185.0							185.0
LAESA				111.2				111.2
LEAR INVESTMENTS				100.1				100.1
LOS ORÍGENES				60.7				60.7
MONTE RIO				39.4				39.4
PVDC				224.0				224.0

Tabla 10: Capacidad total instalada de las centrales eléctricas en R.D, para el año 2010.

Una central que está en fase de construcción, por lo que no se encuentra en la tabla es la **Central Termoeléctrica Punta Catalina**: Estará compuesta por dos unidades de generación eléctrica de 376 MW brutos cada una, para un total de 752 MW brutos. Está ubicada en Baní.

De acuerdo con un comunicado emitido el veintiséis de junio del presente año (26/06/2018) por el Consejo Nacional para el Cambio Climático, la central termoeléctrica a base de carbón que entrará en funcionamiento en octubre de este mismo año, emitirá en plena capacidad cuatro, punto un (4.1) millones de toneladas por año y no seis, punto treinta y cuatro (6.34).

Aproximadamente un 40% del combustible fósil usado en el país se destina a la generación de electricidad.

Para el año 2003 las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) proveniente de la generación eléctrica en República Dominicana alcanzaban los siete, punto sesenta y tres millones de toneladas por metro (7.63 millones T.m)

En el inventario Nacional de GEI 2010, las emisiones de CO2 por parte de la energía en la división por sectores, representaban el mayor porcentaje, lo que queda evidenciado en las siguientes gráficas:

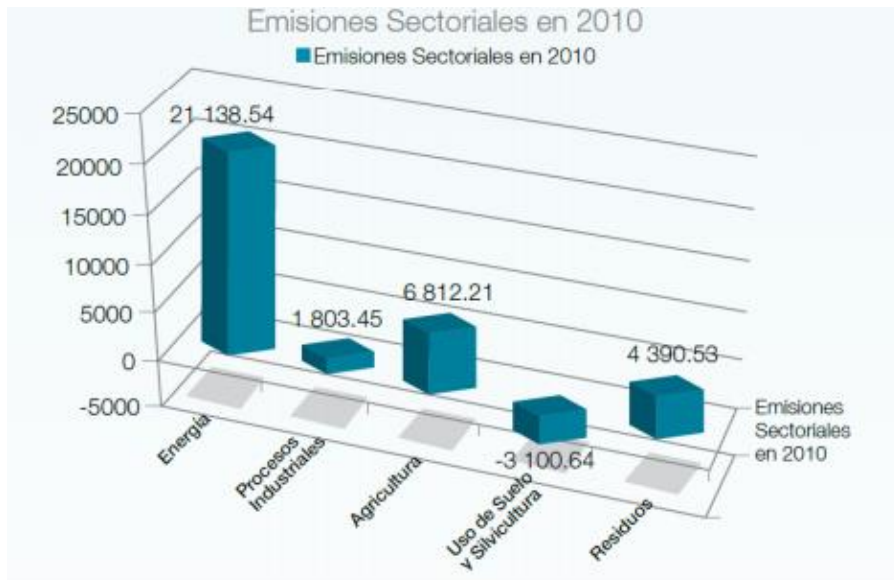


Gráfico 2: Emisiones de CO2 por sectores, año 2010. Fuente: proyecto “Escenarios posibles generación electricidad y su incidencia en las emisiones de CO2” del Congreso de ingeniería Loyola.

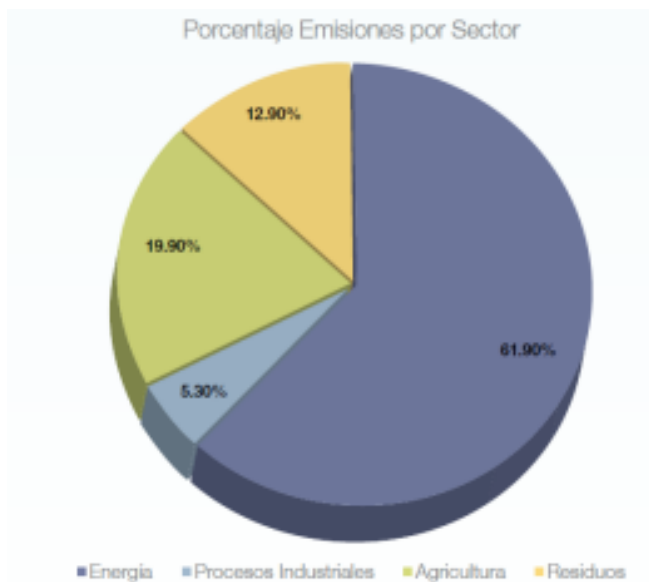


Gráfico 3: Gráfico de porcentajes de los aportes de CO2 por sectores, año 2010. Fuente: proyecto “Escenarios posibles generación electricidad y su incidencia en las emisiones de CO2” del Congreso de ingeniería Loyola.

En el gráfico anterior se puede observar que un sesenta y un punto noventa por ciento (61.90 %) de la cantidad total emitida por el país de CO₂, es aportada por el sector energía. Lo que llama la atención y esperanzadoramente se espera poder reducir este porcentaje mediante la disminución de tecnologías para la generación eléctrica que utilicen combustibles fósiles. Cabe destacar que la República Dominicana no tiene fuentes de combustibles fósiles comercializables en grandes cantidades. Dentro de las fuentes de energía potenciales, el país cuenta con potencial de hidroelectricidad, energía eólica y energía solar en mayores cantidades.

En el próximo gráfico, se podrán notar las proyecciones de emisiones de dióxido en Rep. Dom., desde el año 2018 hasta el año 2030, según las diferentes materias primas utilizadas para la generación de energía eléctrica:

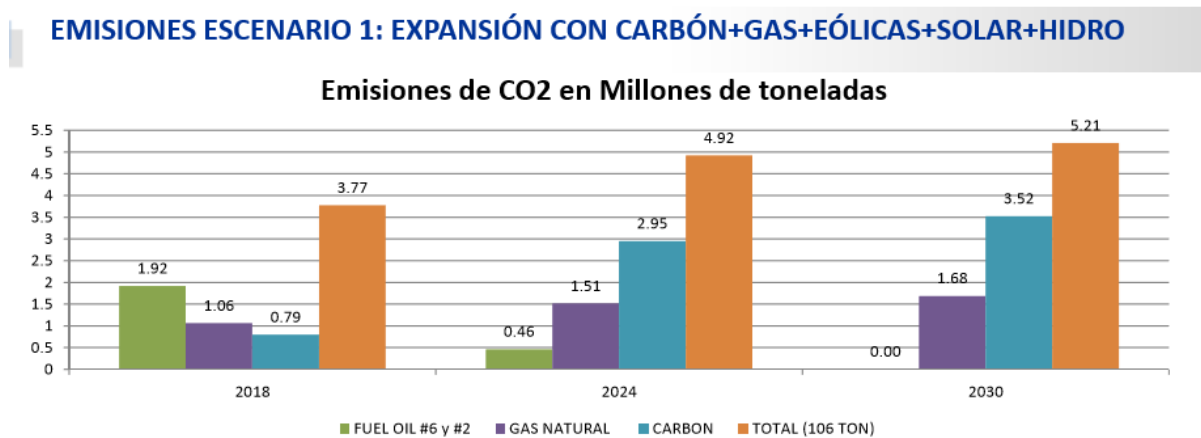


Gráfico 4: Tabla de proyecciones de las emisiones de CO₂. Fuente: proyecto “Escenarios posibles generación electricidad y su incidencia en las emisiones de CO₂” del Congreso de ingeniería Loyola.

En este gráfico se presenta de manera muy clara el desarrollo del Co₂ con respecto al combustible utilizado, en el año 2018 destaca con uno punto noventa y dos millones de toneladas el Fuel Oil, que, sumado a los valores del carbón y el gas natural, arrojan un total de tres, punto setenta y siete millones de toneladas (3.77). Para el año 2024 el combustible que más destaca es el carbón con dos, punto noventa y cinco millones de toneladas (2.95), que aporta a un total de cuatro, punto noventa y dos millones de toneladas (4.92). en 2030 se estima que el total de emisiones de CO₂ alcance los cinco, punto veinte y un millón de toneladas donde destaca con la mayor cantidad el carbón y una incidencia nula el fuel oil. Este gráfico demuestra que, a partir

del presente año 2018, las emisiones del Co2 provenientes de la generación de energía irán en aumento a medida que se sigan implementando tecnologías con este tipo de material.

En este gráfico de muestras las proyecciones de emisiones de CO2, tomando en cuenta un aumento en la demanda de un 10 %, se puede observar que el aumento en la demanda energética repercute directamente en la emisión de CO 2 de cada año.

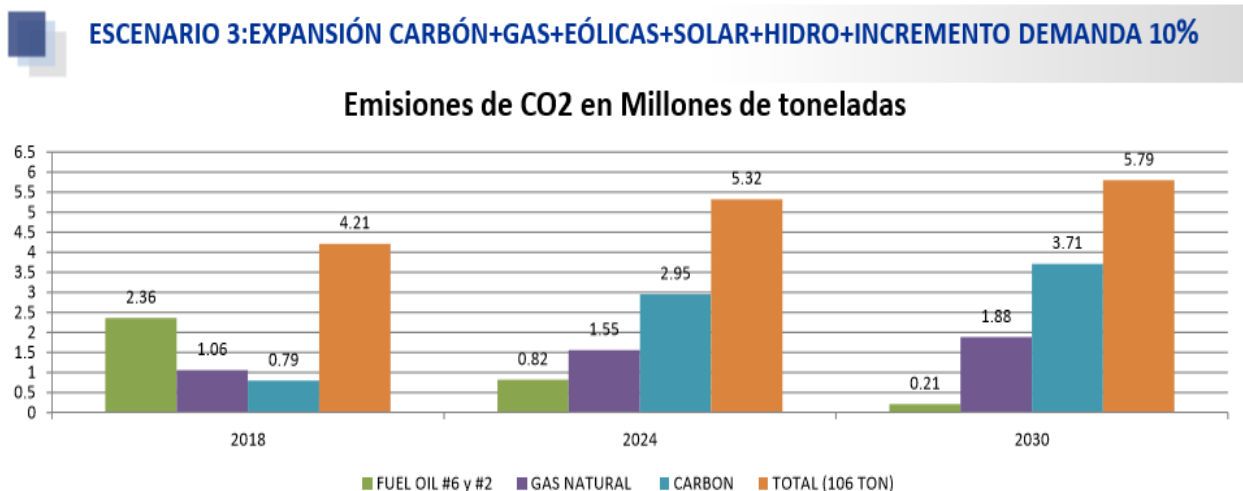


Gráfico 5: Tabla de proyecciones de las emisiones de CO2 tomando en cuenta un incremento en la demanda de 10%. Fuente: proyecto “Escenarios posibles generación electricidad y su incidencia en las emisiones de CO2” del Congreso de ingeniería Loyola.

Para estimar las emisiones se usan los factores de emisiones definidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático conocido como IPCC. Los valores de factores de emisiones para cada combustible se han obtenido del documento emitido en el 2006 por el IPCC “Guidelines for Nacional Greenhouse Gas Inventories”.

Tabla 1. Factor de emisión por defecto de los gases de efecto invernadero por tipo de combustibles

Combustibles	Cantidad de emisiones en t CO ₂ /TJ (Por defecto)
Petróleo (Fuel oil No. 6 y 2)	77.29
Gas Natural	56.10
Carbón (antracita)	98.30

Tabla 11: Factor de emisión por defecto de los gases de efecto invernadero por tipo de combustible. %. Fuente: proyecto “Escenarios posibles generación electricidad y su incidencia en las emisiones de CO₂” del Congreso de ingeniería Loyola.

4.6.2 Emisiones de CO₂ con energía fotovoltaica:

Las energías limpias no emiten dióxido de carbono y, por tanto, no contribuyen a que el cambio climático aumente. En un artículo publicado por el europeo David Sanz el 6 de junio de 2011 se expresa que:

“En España, hay **diecisiete centrales termo solares** que han estado funcionando a pleno rendimiento durante el pasado año 2010. Entre todas ellas, se ha evitado la emisión a la atmósfera de **1.107.180 toneladas de gases de efecto invernadero (GEI)**. La mitigación del cambio climático se puede calcular”.

De acuerdo con un informe elaborado en 2007 por una revista europea llamada La Crónica ONU, Los sistemas de energía fotovoltaica tienen un gran potencial como tecnología de suministro de energía con un nivel bajo de emisiones de carbono. Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) del ciclo biológico relativas a la energía fotovoltaica en su proceso de construcción se sitúan actualmente entre veinticinco y treinta y dos (25 y 32) g/kWh. Comparativamente, una central eléctrica de ciclo combinado alimentada por gas emite unos cuatrocientos (400) g/kWh, mientras que una central de combustión de carbón con captura y almacenamiento de carbono se sitúa en torno a 200 g/kWh. También destacaron que:

“El programa Solar Heating and Cooling de la AIE, llevado a cabo en abril de 2007, calculó que esta capacidad conjunta de energía solar térmica permite reducir las emisiones de CO₂ en unos 30 millones de toneladas cada año. En enero, la ESTIF propuso un objetivo ambicioso consistente en instalar un área de 1 metro cuadrado de colectores por cada europeo para 2020: 320 TWh de capacidad conjunta. Mientras tanto, en marzo, el National Renewable Energy Laboratory de los Estados Unidos calculó que el potencial técnico actual del calentamiento de agua mediante energía solar en los Estados Unidos equivale al cuádruple de los ahorros en energía primaria al año y representa una reducción anual de las emisiones de CO₂ de entre 50 y 75 millones de toneladas métricas”.

Una planta termoeléctrica a carbón, de una capacidad de mil megavatios (1,000 MW), consume alrededor de tres millones de toneladas métricas de carbón al año, el requerimiento diario de carbón para dicha planta sería de unas 8,000 toneladas al día.

Como se ha podido apreciar en el desarrollo de este estudio, las emisiones de CO₂ están directamente relacionadas con la producción de energía eléctrica, en un gran porcentaje proviniere de la combustión de combustibles fósiles.

Según el libro Química Física: Del medioambiente y de los procesos ambientales, de los autores Juan E. Figueruelo y Martín Marino Dávila:

“La combustión de un kilogramo (1 kg) de carbón produce 2.1 kg de CO₂ y unos un 2.2 KWh de electricidad”.

Teniendo estos datos podemos calcular mediante una simple regla de tres, la cantidad de emisiones de CO₂ que produce una central a carbón:

Convertimos 1,000 MW a KW:

$$\begin{array}{l} \text{Si} \quad 1 \text{ MW} \quad = \quad 100 \text{ KW} \\ \quad \quad 1,000 \text{ MW} \quad = \quad X \end{array}$$

Despejamos la variable “X” y obtenemos:

$$X = \underline{1,000 \text{ MW} * 100\text{KW}}$$

1 MW

$$X = 100,000 \text{ KW} * 1\text{h} = 100,000 \text{ KWh}$$

Procedemos a mediante una regla de tres verificar la cantidad de CO₂ producida por una planta a carbón de 1,000 MW = 100,000 KW:

$$\begin{array}{l} \text{Si} \quad 2.2 \text{ KWh} \quad = \quad 2.1 \text{ Kg de CO}_2 \\ \quad \quad 100,000 \text{ KWh} = \quad Y \end{array}$$

Despejamos la variable “Y” y obtenemos:

$$Y = \frac{100,000 \text{ KWh} * 2.1 \text{ Kg de CO}_2}{2.2 \text{ KWh}}$$

$$Y = 95,454.54 \text{ Kg de CO}_2 \text{ por hora}$$

Dividimos este valor entre mil para obtenerlo en toneladas:

$$Y = \underline{95.4545 \text{ Ton de CO}_2 \text{ por hora}}$$

El parque solar que se presenta en este trabajo de grado se propone con una capacidad de 1000 MW, como se mencionó anteriormente esta tecnología genera energía limpia y con emisiones de CO₂ nulas. En el caso hipotético de que en el país se construyese una central termoeléctrica a carbón de 1000 MW, este estaría aportando noventa y cinco punto cuarenta y cinco (95.45) toneladas de CO₂ por hora, y en el caso de que se construyese un parque solar a base de energía fotovoltaica que no genera emisiones, el país dejaría de emitir la cantidad de CO₂ anteriormente mencionada.

4.7 Estudio de valoración de impacto ambiental de parque solar en Barahona, República Dominicana.

La valoración de Impacto intenta conocer los cambios que se van a producir en el medio ambiente debido a una actuación. El presente estudio tiene como objetivo obtener los datos necesarios para la elección de las medidas pertinentes para que los impactos que se vayan a generar por la construcción y funcionamiento del proyecto sean mínimos.

Para llevar a cabo la valoración de los impactos se han de definir, analizar y valorar desde el punto de vista medioambiental entendiéndolo como espacio físico, biológico y socioeconómico donde se va a localizar la obra proyectada.

Los impactos ambientales se generan cuando alguna acción produce una alteración que puede ser favorable o desfavorable, que a su vez pueden ser directos o indirectos, a largo o corto plazo, de corta o larga duración, acumulativos o sinérgicos, reversibles o irreversibles, positivos o negativos, permanentes o temporales, periódicos o de aparición irregular, continuos o discontinuos.

Aún sin ser un estudio formal de evaluación de impacto ambiental (EIA), que habría involucrado considerables recursos humanos y económicos, especialmente para establecer la línea de base y mejorar los niveles de calidad y cantidad de información, la metodología general de este trabajo mantiene cierta similitud con aquellas de común aceptación en estos estudios.

En una construcción generalmente se pueden destacar más impactos ambientales negativos. Entre estos podemos tener:

- El incremento de las emisiones atmosféricas producto de la combustión de los tractores y camiones, como también por el polvo que generará el movimiento de vehículos en el área del proyecto y el movimiento de tierra que se realizará en el área.
- El posible afecto de la fauna silvestre en las áreas boscosas. Las actividades del proyecto que más afectarían a la fauna son las actividades de desbroce y movimiento de tierras, que ocasionarían la pérdida y degradación de hábitat, alterando la distribución y comportamiento de las especies, especialmente en épocas de cría. Al mismo tiempo, las

especies menos móviles se verían afectados por la fragmentación y alteración de hábitat, ruido y vibraciones, perturbación de zonas de cría y alimentación.

- El ruido y vibraciones que generarán la maquinaria y las voladuras durante la excavación para la construcción del edificio.
- El posible deterioro de los suelos del área de las instalaciones transitorias producto del manejo de los hidrocarburos y lubricantes son las dos posibles causas de contaminación puntual que el proyecto puede provocar.

$$IT = [(M * T + O) + (E * D)] * R * S$$

Donde:

- (E) Extensión (puntual o amplia, con valores de 1, 3, 5).
- (D) Distribución (puntual o continua, con valores de 1 y 0.5).
- (O) Oportunidad (oportuna o inoportuna, con valores de 1 y 2).
- (T) Temporalidad (Infrecuente, frecuente y permanente, con valores de 0.5, 1 y 2).
- (R) Reversibilidad (reversible e irreversible, con valores de 1 y 2).
- (S) Signo (+ ó -).
- (M) Magnitud (baja, media, alta, con valores de 1, 3, 5).

A continuación, el desarrollo de las variables de la fórmula de acuerdo al parque solar.

Extensión (E): puede ser puntual o amplia, y se expresa con los siguientes valores: 1, 3 y 5, que según el grado de la extensión de le asigna el valor correspondiente. La puntuación que se otorgará a esta variable, de acuerdo a la extensión de este, ya que es un proyecto que cubrirá una zona considerable, se considera como una extensión **Amplia**, será el número cinco (5).

E = 5

Distribución (D): puede ser puntual o continua, con valores de 1 y 0.5, este valor dependerá de la escala distributiva del impacto. Se le asigna el valor de 2, porque se considera un impacto **continuo**.

D = 0.5

Oportunidad (O): esta puede ser oportuna o inoportuna, considerando el momento y la situación de la zona, región o país en el que se desarrolle, se le puede asignar los valores 1 y 2, donde 1 es inoportuna y 2 es oportuna. Se considera que un proyecto como un parque solar para la generación de energía eléctrica en República Dominicana para los siguientes dos años, es **Oportuno**, ya que R.D. se encuentra dentro de los países que están dentro del protocolo de Kioto, específicamente en el modelo del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Además, en enero de 2012 la República Dominicana aprobó una ley que obliga a revisar las metas de reducción de emisiones cada cinco años, hasta 2030, por lo que deben desarrollarse tecnologías que no emitan este gas de efecto invernadero, para cumplir con lo acordado en el protocolo.

O = 2

Temporalidad (T): puede ser frecuente, no frecuente y permanente con valores de 1, 0.5 y 2 respectivamente. Al parque solar se le asigna el valor **2**, ya que se considera que es un impacto **permanente**, es decir, al tener un área tan extensa y se realizaran trabajos de remoción de capa vegetal y demás todo el ecosistema de la zona cambiara, por lo que el impacto es permanente.

T = 2

Reversibilidad (R): con valores de 1 y 2 se califica en no reversible y reversible respectivamente, es decir, que si el impacto que se genere por la planta solar sería reversible o no. El impacto del proyecto se considera **no reversible**, con el valor **1**.

R = 1

Signo (S): puede ser positivo (+) o negativo (-), dependiendo del impacto, se considera que el impacto es **positivo (+)** porque es mínimo comparado con el ahorro de emisiones de CO₂ que se haría.

S = positivo (+)

Magnitud (M): baja (1), media (3), alta (5), dependiendo de lo que establezca el proyecto, se asignará un **cinco (5)**, que corresponde a una magnitud **alta**.

M = 5

Se sustituyen las variables en la fórmula y se obtiene lo siguiente:

$$IT = \{(M * T + O) + (E * D)\} * R * S$$

$$IT = \{(5 * 2 + 2) + (5 * 0.5)\} * (+1)$$

$$IT = 14.5$$

30-50 Crítico.

15-30 Severo.

5-15 Moderado.

< 5 Compatible.

De acuerdo al resultado obtenido en la resolución de la forma, el impacto provocado por un parque solar se sitúa dentro del rango **moderado**, que comprende los intervalos de 5 a 15.

CONCLUSIONES

En un artículo publicado en 2017 por CEMAER (Centro de Estudios Medio Ambiente y Energías Renovables), dedicado a la energía solar, señalan que, Cada año el sol arroja 4 mil veces más energía que la que es consumida, por lo que su potencial es prácticamente ilimitado. Por lo que sería injusto no aprovechar este importante elemento natural para proyectos de consumo diario.

A continuación, las conclusiones en este trabajo de grado.

- Se concluye que en República Dominicana la implementación de un parque solar representa gran factibilidad tanto a nivel ambiental como a nivel económico, por varias razones:
 - a. A nivel ambiental, representa un gran paso, se estaría ahorrando una gran cantidad de emisiones de CO₂, como se pudo apreciar en el estudio seis (6), del capítulo cuatro (4), ya que el parque solar no emite este tipo de gases de efecto invernadero (GEI), lo que permite generar una energía limpia y renovable al sistema energético dominicano. Además de que ayuda al país a cumplir con lo acordado en el protocolo de Kioto acerca de las reducciones de gases del efecto invernadero.
 - b. A nivel económico, es un gran aporte, porque a pesar de que la inversión inicial se considera bastante grande, se debe tomar en cuenta que este tipo de instalaciones no requieren de mantenimiento constante, tampoco requieren de inversiones mensuales de materia prima, los paneles solares cuentan con un tiempo de vida útil de hasta 40 años, y representa también una disminución en la tarifa eléctrica, ya que al ser una tecnología renovable y autónoma permite que la inversión se recupere al pasar de los años.

Además, al República Dominicana ponerse a la vanguardia con países desarrollados a nivel de generación de energía eléctrica con una tecnología eco amigable, se pondrá en una posición privilegiada a nivel con respecto a los demás países en desarrollo, ya que serviría como punto de referencia y ejemplo a seguir para todos.

- Se concluye que el costo del todo el proyecto es de aproximadamente 1,756,268,416.38 pesos.

Uno de los factores más importante a la hora de hablar de factibilidad es que los precios de los combustibles fósiles pueden fluctuar a medida que pase el tiempo y las condiciones socioeconómicas lo indiquen, pero hay algo que nunca tendrá precio, y es la luz del sol, materia prima gratuita, para ayudar al medio ambiente.

- Se concluye según el estudio económico y financiero que el proyecto se puede ejecutar con una tasa de financiamiento de hasta un doce por ciento (12%), tomando en consideración que a partir de los veinticinco años (25 años), empezarán a proyectarse las ganancias, si se ejecuta con un interés menor así mismo se ve reducido el punto de equilibrio y se manifestarán flujos positivos mucho antes de tiempo.
- Se concluye que se obtendría un beneficio durante los primeros veinticinco años (25) de siete billones un millón doscientos trece mil catorce dólares (7, 001, 213, 014 dólares) o cual representa una ganancia bruta de cinco billones doscientos cuarenta y cuatro millones novecientos cuarenta y cuatro mil quinientos noventa y ocho dólares (5, 244, 944, 598 dólares).
- Se concluye que para el seguro y vigilancia para disuadir del robo de aparatos, cableado y paneles el pago de la prima de seguros se valora en quince millones setecientos mil dólares (15, 700, 000 dólares) al año, así como gastos de vigilancia de la instalación que serán de dos millones trescientos cincuenta mil dólares (2, 350, 000 dólares) al año.
- Se concluye que para el riego, mantenimiento y extremo cuidado con el muro verde en todo el perímetro del parque se dispondrá de una partida de aproximadamente ciento noventa mil dólares (190, 000 dólares) al año.
- Se concluye según el estudio de Evaluación financiera, que el proyecto permite conseguir ganancias y es muy viable su ejecución, según el resultado de la metodología del valor actual neto (VAN), en la cual se utilizó un valor de intereses de un dos por ciento (2%).

- Se concluye que el periodo de recuperación de la inversión (PRI), es formidablemente bueno para el proyecto, considerando que los módulos tienen un promedio de vida útil con garantía de veinticinco años (25 años) y sin garantía aproximadamente de cuarenta años (40 años), lo que le permitiría a partir de los ocho años y tres meses (8.75 años) empezar a dejar ganancias al estado dominicano.

- Se concluye que el parque solar representa las siguientes ventajas y desventajas respecto a una planta a carbón

Ventajas:

- a. El parque solar genera energía limpia y renovable, mientras que la planta a carbón genera energía no renovable. Ambientalistas, conservacionistas y otros opositores del uso del carbón defienden el uso de fuentes de energía renovables y más limpias.
- b. Son sistemas modulares, lo cual hace que los cálculos sean sencillos en cuanto a diseño y producción, y su instalación en terrenos llanos no es técnicamente complicada. La construcción de la planta a carbón es estacionaria.
- c. El parque solar no genera enfermedades a los trabajadores.
- d. Tienen una larga duración. La vida útil de una planta fotovoltaica está determinada por la vida útil de sus componentes, principalmente el módulo fotovoltaico. Los módulos tienen una vida esperada de más de 40 años, aunque la garantía de potencia de salida es de 25 años, eso evita la inversión constante de materia prima. La planta a carbón requiere de la importación constante del carbón que funge como materia prima.
- e. Su mantenimiento es fácil y poco costoso, mientras que el mantenimiento de una planta a carbón debe ser permanente y costoso tanto a nivel de recursos humanos como materiales.
- f. No producen contaminación ambiental en la generación de energía, por lo que contribuyen a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) al utilizarse como

alternativa a otros sistemas generadores de energía de quema de hidrocarburos. Las plantas de energía impulsadas por carbón son la principal fuente de contaminación del aire.

- g. **La planta a carbón provoca deterioro superficie terrestre:** la superficie de la Tierra se ve afectada por la lluvia ácida provocada por la extracción del carbón.
- h. **La planta a carbón provoca Peligros a la salud:** Las plantas de carbón emiten no solo dióxido de carbono, sino también mercurio, hollín y otros contaminantes que agravan el efecto invernadero, y que generan asma, enfermedades respiratorias y otras afecciones en las comunidades cercanas a las plantas.
- i. El parque solar Tiene un funcionamiento silencioso.

Desventajas

- a. A nivel económico, se deberá investigar en la reducción de los costes de fabricación y los precios finales de la instalación a partir de las innovaciones que se introduzcan en el sector y a las economías de escala generadas como consecuencia del aumento de la demanda y de los volúmenes de producción. Tanto empresas como la administración pública deberán conseguir condiciones de financiación y recortes fiscales para poder realizar la inversión necesaria.
- b. La materia prima de la planta a carbón es más abundante que los paneles solares.
- c. El carbón es más barato que los paneles solares.
 - Se concluye que la zona más adecuada para la elaboración de este proyecto es la zona elegida: Jaquimeyes, en Barahona, donde según el estudio técnico, se exalta que es el punto que recibe más irradiación a nivel nacional.
 - Se concluye que, según el estudio de impacto ambiental realizado en capítulos anteriores, la implementación de un parque solar en su fase de funcionamiento no afectaría en lo

absoluto al cambio climático, al contrario, ayuda a la reducción de emisiones de dióxido de carbono. En la fase de construcción el parque solar si tuviera ciertas repercusiones en el ambiente, ya que las maquinarias a utilizar emiten CO₂, además ciertos factores como puesta en peligro de algunas especies de fauna influirán en el ecosistema que existe en el área delimitada.

RECOMENDACIONES:

Este trabajo de grado intenta presentar una solución ecológica que aporte a la generación de energía eléctrica de la República Dominicana, de manera que se interconecte al sistema Nacional de Distribución y supla las necesidades energéticas de una gran parte de la población dominicana. Mediante una investigación exhaustiva que, aunque con limitaciones logró arrojar resultados, que servirán para mencionar las recomendaciones que ayudarán a la resolución del problema, planteado en capítulos anteriores.

1. En vista de que tanto a nivel dimensional como a nivel económico la propuesta ecológica para la generación de energía eléctrica resulta en cierto modo gigantesca, se recomienda dividir el proyecto en cuatro etapas iguales, de manera que sea más factible a nivel económico la puesta en funcionamiento de un proyecto de esta envergadura.
2. Eliminación del vertedero Jaquimeyes, que está situado en las proximidades del terreno, específicamente antes de llegar, a unos 2 minutos, movilizándolo a un vertedero cercano, ya que este no es de grandes dimensiones, lo que quiere decir que no está en total uso.
3. Dotar el perímetro del terreno de plantaciones de árboles de gran tamaño, que sirvan como barreras para que el polvo de los exteriores no afecte directamente los paneles solares.
4. Crear un banco de ahorro de energía, que esté compuesto por inversores de almacenamiento, con el fin de que se proporcione energía para el consumo nocturno de los habitantes en las diferentes regiones del país.
5. Asfaltar y habilitar las vías de acceso al terreno, de manera que se facilite para la construcción y el posterior manejo del mismo.
6. Contratar mano de obra local tanto para la construcción como para el mantenimiento del parque.

7. Adquirir los materiales necesarios para la construcción en ferreterías locales, para evitar largas distancias de traslado y ahorrar las emisiones de CO₂ de los vehículos destinados al transporte.
8. Diseñar y construir un sistema de drenaje para prever posibles inundaciones.
9. Instalar un sistema de paneles fotovoltaicos de menor envergadura, que sirva para proveer de energía eléctrica al área elegida, durante el tiempo de construcción.
10. Realizar una campaña de concientización con respecto al cambio climático y el efecto de las emisiones de CO₂ en el mismo antes y después de la construcción para los locales y a nivel nacional de manera que puedan apreciar el aporte del parque al medio ambiente de la República Dominicana.
11. Incentivar a los demás países del Caribe a aplicar la tecnología de generación fotovoltaica, de manera que aporten a la reducción de gases del Efecto Invernadero a nivel mundial
12. Realizar un proyecto de investigación que arroje la posibilidad de establecer una empresa que elabore paneles solares para uso interno y para la exportación a diferentes partes del mundo.
13. Realizar un levantamiento por provincia y municipio donde se plantee la ubicación, potencia y almacenamiento de la energía producida por el parque, para abastecer el consumo nocturno.
14. Instalar un banco de baterías de menor envergadura para el almacenaje de energía que servirá para la iluminación nocturna del parque.
15. Realizar una obra de toma de agua de los cuerpos que se encuentran en las cercanas, para la realización del mantenimiento mensual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Informe por David Sanz el (6 de junio de 2011). Obtenido por <https://ecologismos.com/etiqueta/energia-solar/page/11/>
2. Juan E. Figueruelo y Martín Marino Dávila, Libro Química Física: Del medioambiente y de los procesos ambientales. Obtenido de <https://www.iberlibro.com/9788429179033/Qu%C3%ADmica-F%C3%ADsica-Ambiente-Procesos-Medioambientales-8429179038/plp>
3. Alfonso Miranda Ruiz, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones de Santander. Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/10535/391581.pdf?sequence=1>
4. Informe del Centro de Estudios Medio Ambiente y Energías Renovables (2017). Obtenido por <https://www.cemaer.org/>
5. Revista La Crónica ONU (2007), obtenido por <https://unchronicle.un.org/es/node/109>
6. Sistema de información geográfica (SIG)
7. Metodología de Evaluación de impacto ambiental por LA García Leyton. Obtenido por <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lag104de09.pdf>
8. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA).
9. Dirección General de Catastro Nacional (DGCN).
10. Consejo Estatal del Azúcar (CEA).

11. Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE).
12. **EL PERIÓDICO DE LA ENERGÍA.COM, POR JOSÉ A. ROCA (29/05/17): LAS 10 (Y SIETE) MAYORES PLANTAS FOTOVOLTAICAS DEL MUNDO (ACTUALIZACIÓN). OBTENIDO POR [HTTPS://ELPERIODICODELAENERGIA.COM/LAS-10-MAYORES-PLANTAS-FOTOVOLTAICAS-DEL-MUNDO/](https://elperiodicode-la-energia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/)**
13. **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA DEL CARBÓN MINERAL (JULIO 7, 2017) POR ADMINISTRADOR DE CARBONES JUAN S. L. OBTENIDO POR [HTTPS://WWW.CARBONJUAN.COM/CARBON/VENTAJAS-Y-DESVENTAJAS-DE-LA-ENERGIA-DEL-CARBON-MINERAL/](https://www.carbonjuan.com/carbon/ventajas-y-desventajas-de-la-energia-del-carbon-mineral/)**
14. **ESCENARIOS POSIBLES GENERACIÓN ELECTRICIDAD Y SU INCIDENCIA EN LAS EMISIONES DE CO2, ING. ANDRÉS MANZUETA CEPEDA AAMANZUETA@GMAIL.COM OBTENIDO DE [HTTP://COIL.IPL.EDU.DO/VISTA/PDF/10%20GENERACION%20ELECTRICIDAD%20Y%20SU%20INCIDENCIA%20EMISIONES%20DE%20CO2%20-%20ANDR%C3%A9S%20MANZUETA.PDF](http://coil.ipl.edu.do/vista/pdf/10%20GENERACION%20ELECTRICIDAD%20Y%20SU%20INCIDENCIA%20EMISIONES%20DE%20CO2%20-%20ANDR%C3%A9S%20MANZUETA.PDF)**
15. Paneles solares utilizados en el diseño. Obtenido por <https://us.sunpower.com/sites/sunpower/files/media-library/data-sheets/ds-sunpower-p17-355-commercial-solar-panels.pdf>
16. Capacidad instalada, disponibilidad real promedio y generación del Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado de la República Dominicana (2016), (OC SENI, por centrales de generación, según mes.

17. Los proyectos de generación de energía eléctrica de EGE Haina. Obtenido por <http://egehaina.com/nuestras-plantas/>

18. Concepto de protocolo de Kioto. Obtenido por https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto

19. <https://cambioclimatico.gob.do/>

20. Concepto de ecología. Obtenido por <https://es.wikipedia.org/wiki/Ecolog%C3%ADa>

21. Definición de, importancia de la ecología. Obtenido por <https://definicion.de/ecologia/>

ANEXOS

Anexo 1. Visitas al terreno

Primera visita a Barahona, para la selección del terreno:



Condiciones del terreno



Toma de primera muestra y prueba de grosor de capa vegetal.

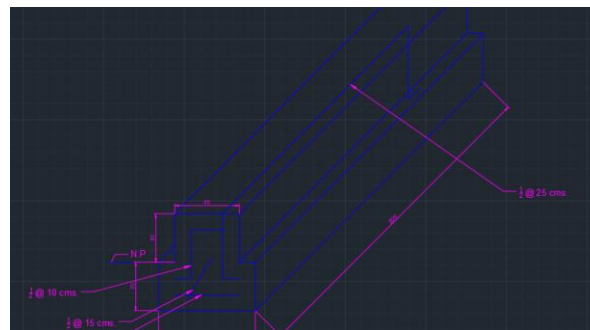
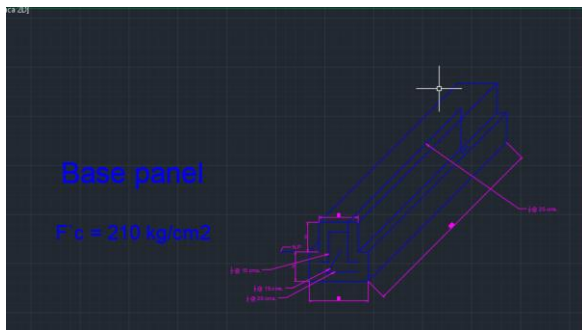
Segunda visita para selección del terreno:



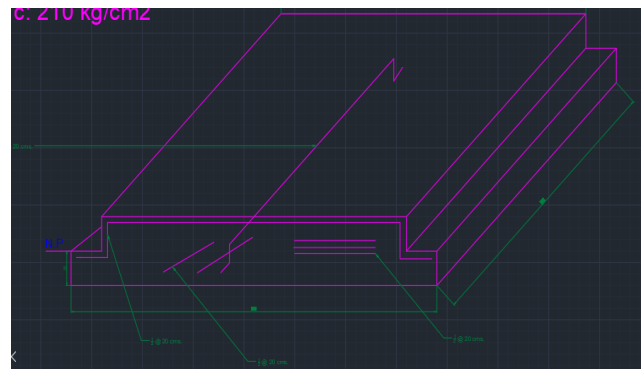
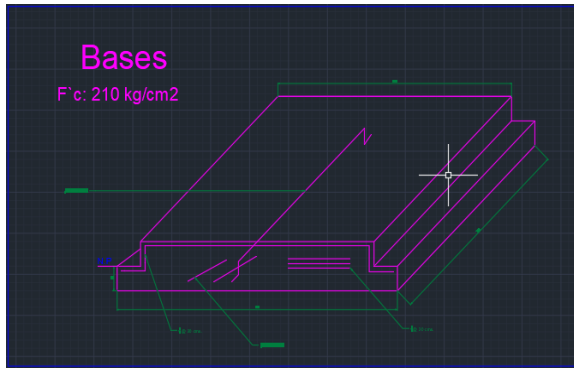
Toma de segunda muestra de suelo y prueba de grosor de capa vegetal.

Anexo 2.

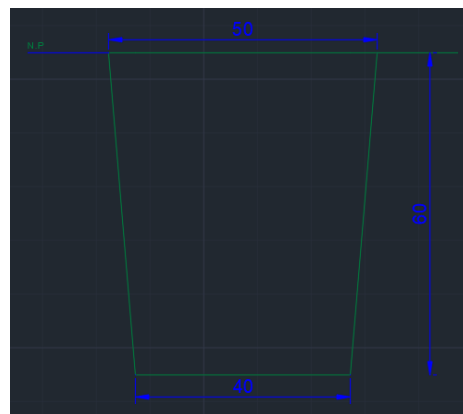
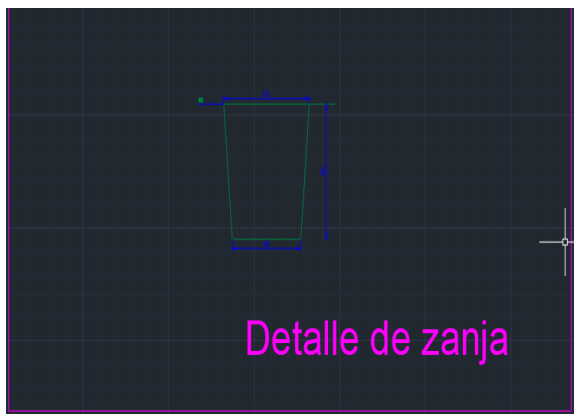
Detalle de soporte, módulo fotovoltaico y soporte base de transformador, detalle para zanja de alambrado eléctrico.



Soporte base de panel fotovoltaico.



Detalle base de transformador

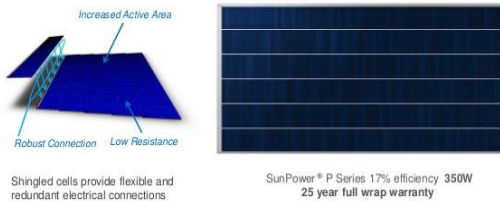


Detalle de zanja para cableado eléctrico.

Anexo 3.

Panel fotovoltaico del diseño, central de inversores, transformador.

SUNPOWER³ Performance Series Panels



Sun power performance P 17



Central de inversores Inverter SMA Sunny
Central 1000CP XT

Transformador

Anexo 4.

Detalle de presupuesto de propuesta de parque solar en la zona sur de República Dominicana.