

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MODELO DE EVALUACIÓN EN PROYECTOS DE
INVERSIÓN RIESGOSOS EN EL SECTOR DE ENERGÍAS
RENOVABLES**

PRESENTADO POR:

JOSÉ FRANCISCO AMAYA RODRÍGUEZ

MIRNA EVELYN BARAHONA ROMERO

CARLOS RENÉ CÁRCAMO APARICIO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

ING. GEORGETH RENÁN RODRÍGUEZ ARÉVALO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

Título:

**MODELO DE EVALUACIÓN EN PROYECTOS DE
INVERSIÓN RIESGOSOS EN EL SECTOR DE ENERGÍAS
RENOVABLES**

Presentado por:

**JOSÉ FRANCISCO AMAYA RODRÍGUEZ
MIRNA EVELYN BARAHONA ROMERO
CARLOS RENÉ CÁRCAMO APARICIO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JEREMÍAS CABRERA REGALADO

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE 2020

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JEREMÍAS CABRERA REGALADO

AGRADECIMIENTOS

A Dios gracias por permitirme llegar a este momento el cual soñé desde muy chico, por darme la fuerza y el aliento que necesité en los momentos de dificultad.

A mi madre Tomasa de Guzmán por apoyarme, comprenderme y ser mi principal apoyo en este logro, a mi padre Samuel Guzmán y mi hermana Debbie Guzmán por ser parte fundamental en esta meta cumplida.

A mi hermano, mi compa por darme ánimos, por sus oraciones, por sostenerme en momentos de debilidad y estar siempre que lo necesitaba, te quiero mono.

A mis compañeros de tesis Mirna y Carlos de quienes aprendí mucho en el transcurso de este proceso y que les deseo todo el éxito del mundo.

A mi asesor Ing. Jeremías Cabrera por su paciencia, sus consejos y el gran aporte con su vasta experiencia a nuestro trabajo de grado.

A mis maestros, a quienes debo toda mi formación académica, de quienes me llevo ejemplos y experiencias que no dudo me servirán en mi vida en todos los ámbitos.

A los miembros de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Industrial (ASEII), por permitirme ser su presidente, y representarlos con mucho orgullo, me deja amistades para toda la vida y experiencias que crearon criterio en mí.

A la Asociación General de Estudiantes de Ingeniería y Arquitectura "Sylvia Estela Ayala" por mostrarme que la universidad no solo se trata de una formación académica, sino de una formación social, que como jóvenes debemos ejercer nuestros derechos y ser partícipes de las decisiones de la sociedad salvadoreña.

A mis hermanos por elección de BHLT, Rodrigo, Darío, Oscar, Takashy, Bryan, Isu y Roberto, quienes me acompañaron en los primeros años de la carrera y con su amistad en el resto de la vida.

A mis amigos que siempre estuvieron en los mejores y peores momentos de la U, Luis, David, Flore, Melissa, Sylvia, Maggie, Alison, Eu, Javier, Alejandra, Celina, Julio, Julito, Mayra, Diego, Gaby, Vane, Heydí, Raul, David, a mis amigos de la ASEIAS, a mis compañeros expresidentes de Asociaciones, al clúster de sobrevivientes, y por ultimo a mi amiga Kelly, mi compañera de incontables aventuras nacionales y extranjeras, también te amo bebe.

A todos ellos ¡GRACIAS INFINITAS!

JOSÉ FRANN

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas esas personas que de alguna u otra forma estuvieron a lo largo de la culminación de mi carrera primeramente quiero darle las gracias...

***A Dios:** por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida fue un camino largo y muchas veces muy cansado, pero sé que sin su ayuda nada hubiera sido posible, sé que me escuchaba aquellos días y noches donde le pedía que me diera fuerzas para continuar y me permitiera realizar mi sueño de ser ingeniera, ¡¡este triunfo también es de Dios!!*

***A mi mamá:** Por haberme ayudado de una u otra forma para la realización de este sueño, por ser quien se ha sacrificado no solo durante este proceso, sino durante todos estos años para sacarme adelante y siempre hacerlo con su entrega incondicional, aunque ella quería una doctora, lo siento mamá, pero has ganado una ingeniera.*

***A mi papá:** Aunque él ya no esté conmigo sé que estaría muy pero muy orgulloso de mí, fuiste mi motivación, a seguir luchando, a ser alguien de bien en la vida y por darme todo lo que necesitaba, no me lo pudiste dar directamente, pero si indirectamente lo hiciste y gracias a ello logre terminar mi carrera.*

***A mi hermana:** Por preocuparse por mí y brindarme siempre apoyo, respaldo, cariño, comprensión y sobre todo creer en mí.*

***A mi amigo:** Bodoque por ser mi apoyo es todo este tiempo, fuiste parte importante en este proceso, ayudándome en lo que podías y en lo que no podías también, estuviste en mis momentos de suma tristeza, los días en que lloraba porque me iba mal en una materia, pero también en mis alegrías cuando tenía buena racha de pasar las materias, gracias por animarme a que nunca me rindiera y no darme la espalda en mis momentos difíciles. ¡¡nunca olvidare el día que me diste copia!! ¡Gracias totales!*

***A mis compañeros de tesis:** Francisco Amaya y Carlos Cárcamo para quienes guardo mi admiración y cariño, deseando que este sea solo un peldaño más en su vida profesional, les deseo lo mejor y agradezco su esfuerzo y dedicación. Este sueño hecho realidad, es un triunfo compartido. Doy gracias a Dios que me permitió conocerlos y unirnos como grupo, gracias amigos por su entrega para culminar este trabajo de grado.*

***A mi asesor:** Ing. Jeremías Cabrera gracias por su disposición en cada asesoría, por ser un excelente asesor, le agradezco por confiar en nosotros y porque desde un inicio se mostró interesado en nuestro proyecto, gracias por aportarnos todos sus conocimientos.*

MIRNA BARAHONA

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por permitirme culminar esta carrera, por dotarme de la sabiduría, fortaleza, motivación y discernimiento necesario para lograrlo.

A mi madre, Lic. Teresa de Jesús Aparicio Jaime, por su fortaleza para no rendirse aun ante las grandes adversidades, y apoyarme en todas mis decisiones que fueron importantes para poder culminar mi carrera.

A mi padre, Dr. Carlos René Cárcamo y Cárcamo, porque a pesar de su partida temprana a la eternidad, fomento mi carácter y mi disciplina para ahora poder estar culminando mi carrera.

A nuestro asesor, Ing. Jeremías Cabrera, por todo el conocimiento compartido a lo largo de este trabajo de grado; por toda la paciencia, orientación, apoyo y comprensión que demostró en cada etapa de este proceso, sin ninguna duda fue el mejor asesor que pudimos tener. A pesar que termina esta etapa, espero que la amistad que nos brindó se siga fortaleciendo a lo largo del tiempo.

A nuestro jurado, Ing. Mario Fernández e Ing. Jeannette de Pocasangre, por cada observación, orientación y apoyo brindado, sus aportes fueron fundamentales para el desarrollo del presente estudio

A la Universidad de El Salvador y sus unidades, que por fortuna fueron la cuna forjadora de mi conocimiento profesional; gracias por cada lección aprendida, por cada amigo, compañero, docente y persona que me permitiste conocer; gracias por todas las experiencias vividas.

A todas las empresas, instituciones y personas que colaboraron con el desarrollo de mi trabajo de grado, mis más sinceros agradecimientos a ustedes.

A mi padrastro, Ing. Marcos Cabrera, por apoyarme en mis decisiones y ayudarme en lo que hiciera falta para poder realizar mi sueño de ser ingeniero.

A mis familiares, pilar fundamental para el logro de este título, infinitas gracias por todo el apoyo incondicional, esfuerzo, motivación, orientación, consejos y sobre todo paciencia a lo largo de nuestra carrera.

A mis amigos, que, por su ayuda, he podido superar muchos obstáculos, y nos hemos ayudado mutuamente para poder salir adelante y no rendirnos tanto en la universidad como en la vida.

¡Infinitas Gracias a todos!

CARLOS CÁRCAMO

INDICE

INTRODUCCIÓN	I
OBJETIVOS	II
OBJETIVO GENERAL	II
OBJETIVOS ESPECIFICOS	II
JUSTIFICACIÓN	III
ALCANCES Y LIMITACIONES	IV
CAPITULO I: GENERALIDADES	23
A. MARCO HISTORICO.....	23
<i>HISTORIA DE LA ENERGÍA RENOVABLE</i>	23
<i>ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ACTUALIDAD</i>	27
1. <i>ENERGÍA HIDRÁULICA EN LA ACTUALIDAD</i>	27
2. <i>ENERGÍA EÓLICA EN LA ACTUALIDAD</i>	30
3. <i>ENERGÍA GEOTÉRMICA EN LA ACTUALIDAD</i>	32
4. <i>ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA ACTUALIDAD</i>	35
5. <i>ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN LA ACTUALIDAD</i>	37
6. <i>ENERGÍA DE LA BIOMASA EN LA ACTUALIDAD</i>	40
7. <i>MAREOMOTRIZ</i>	42
B. MARCO CONTEXTUAL.....	45
1. <i>MAPA ECOLÓGICO DE EL SALVADOR</i>	50
2. <i>IMPACTOS EN EL CAMBIO CLIMATICO</i>	51
C. MARCO TEORICO	53
D. MARCO CONCEPTUAL	55
E. MARCO LEGAL.....	57
F. MARCO INSTITUCIONAL.....	58
G. MARCO JURÍDICO.....	59
H. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL (ESIA) Y PERMISO AMBIENTAL.....	67
CAPITULO II: DIAGNOSTICO	68
A. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	68
1. <i>FUENTES DE INFORMACIÓN</i>	69
2. <i>TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA</i>	69
B. CALIDAD DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA	72
1. <i>CALIDAD DE LA INFORMACIÓN</i>	72
2. <i>MÉTODO DE EVALUACIÓN DE CRITERIOS</i>	73
3. <i>METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA</i>	76
4. <i>INFORMACIÓN PRIMARIA</i>	77
C. SISTEMA DE HIPÓTESIS	78
D. VARIABLES TECNICAS DE CADA TIPO DE ENERGIA RENOVABLE	81
1. <i>ENERGÍA SOLAR (solar fotovoltaica y solar térmica)</i>	84
2. <i>ENERGÍA EÓLICA</i>	89
3. <i>ENERGÍA GEOTERMICA</i>	91
4. <i>BIOMASA</i>	93
5. <i>GENERACIÓN ELÉCTRICA DE EL SALVADOR</i>	110
E. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	114

1.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	117
F.	ESCALA DE RIESGOS SUBJETIVOS PARA LAS ENERGIAS RENOVABLES.....	124
G.	CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO.....	124
1.	METODOLOGÍA DE CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO	124
2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	126
3.	FACTORES A TOMAR EN CUENTA SOBRE LOS RIESGOS Y SU TMAP:.....	128
H.	BUSQUEDA DE OPCIONES DE SOLUCIÓN	130
	ANÁLISIS CUALITATIVO	130
1.	ANÁLISIS PEST.....	130
2.	PLANEACIÓN ESTRATÉGICA SITUACIONAL (PES).....	131
	ANÁLISIS CUANTITATIVO.....	132
2.	SIMULACIÓN DE MONTE CARLO.....	138
3.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	141
I.	SELECCIÓN DE OPCIONES DEL MODELO	142
1.	CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	142
2.	ESCALA DE CALIFICACIÓN.....	143
3.	SELECCIÓN DE OPCIONES DE SOLUCIÓN	143
4.	ORIENTACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	144
CAPITULO III: DISEÑO.....		144
A.	CRITERIOS DE DISEÑO	144
1.	CRITERIOS CUALITATIVOS.....	144
2.	CRITERIO CUANTITATIVOS:.....	145
3.	TRATAMIENTO DE RIESGOS.....	145
4.	ANÁLISIS PEST (POLÍTICO, ECONÓMICO, SOCIAL Y TECNOLÓGICO).....	147
5.	PLANEACIÓN ESTRATEGICA SITUACIONAL (PES).....	151
6.	RIESGO CUANTITATIVO POR MEDIO DEL MÉTODO DE LAS OPCIONES REALES.	153
6.1	Métodos convencionales de análisis de inversiones VAN (Valor Actual Neto)	153
B.	ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO METODOS PEST, PES Y OPCIONES REALES.....	154
1.	PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS	154
1.1.	ANÁLISIS PEST DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS	154
1.2.	EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	156
1.3.	OPCIONES REALES ENERGIA DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICA	162
1.3.1.	Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional.....	164
1.3.2.	Cálculos Opciones Reales	165
2.	ENERGIA EOLICA.....	173
2.1.	ANÁLISIS PEST ENERGIA EOLICA.	173
2.2.	EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON ENERGÍA EÓLICA.	175
2.3.	OPCIONES REALES ENERGIA EOLICA.....	182
2.3.1.	Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional.....	187
2.3.2.	Cálculos Opciones Reales	188
3.	ENERGIA SOLAR.....	197
3.1.	ANÁLISIS PEST DE ENERGIA SOLAR	197
3.2.	EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON ENERGÍA SOLAR.	199
3.3.	OPCIONES REALES ENERGIA SOLAR.....	206
3.3.1.	Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional.....	215
3.3.2.	Cálculos Opciones Reales	216
4.	ENERGIA GEOTERMICA	229
4.1.	ANÁLISIS PEST ENERGIA GEOTERMICA.....	229
4.2.	EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	231
4.3.	OPCIONES REALES ENERGIA GEOTERMICA	237

4.3.1.	Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional.....	239
4.3.2.	Cálculos Opciones Reales.....	240
5.	ENERGIA BIOMASA	248
5.1.	ANALISIS PEST ENERGIA BIOMASA.....	248
5.2.	EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON ENERGÍA BIOMASA.....	251
5.3.	OPCIONES REALES ENERGIA BIOMASA.....	257
5.3.1.	Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional.....	260
5.3.2.	Cálculos Opciones Reales.....	260
C.	RELACIÓN ENTRE EL VALOR ACUAL NETO Y EL RIESGO	268
CAPITULO IV: EVALUACIÓN DEL ESTUDIO		269
A.	EVALUACIÓN ECONOMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL	269
1.	INVERSIÓN DEL PROYECTO	269
1.1.	Inversión fija.....	269
1.2.	Capital de trabajo.....	270
1.3.	INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO.....	276
2.	COSTOS DE OPERACIÓN	277
2.1.	Costos de riesgos abordados proactivamente.....	277
2.2.	Costos de riesgos abordados reactivamente.....	278
3.	BENEFICIOS DE APLICAR EL MODELO	279
3.1	Externalidades positivas y negativas.....	279
4.2.	Beneficios a las diferentes entidades.....	280
4.	EVALUACIÓN SOCIOECONOMICA	284
4.1.	Cálculos de Beneficio - Costo.....	284
4.2.	Costos globales del proyecto.....	284
4.3.	Resumen de beneficios.....	284
5.	EVALUACIÓN SOCIAL	285
5.1.	Consideraciones para una evaluación social.....	286
5.2.	El propósito de la evaluación.....	286
5.3.	Los impactos generados por los proyectos.....	287
6.	EVALUACION AMBIENTAL	287
7.	FUENTES DE FINANCIAMIENTO	295
7.1.	TIPOS DE FINANCIAMIENTO.....	295
7.1.1.	Fondo Salvadoreño para estudios de Pre-inversión (FOSEP).....	296
7.1.2.	BANDESAL.....	300
B.	PLAN DE IMPLANTACIÓN	304
1.	PAQUETES DE TRABAJO	305
2.	ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN	306
3.	DIAGRAMA PERT/CPM	309
4.	DIAGRAMA DE GANTT PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	310
C.	ORGANIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN	311
1.	ORGANIZACIÓN DEL COMITÉ DE IMPLANTACIÓN	311
2.	FUNCIONES DEL COMITÉ DE IMPLEMENTACIÓN	311
D.	BENCHMARKING	312
1.	ANÁLISIS DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE DE GUATEMALA	313
2.	ANÁLISIS DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE DE HONDURAS	317
3.	ANÁLISIS DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE DE NICARAGUA	319
4.	ANÁLISIS DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE DE COSTA RICA	320
CONCLUSIONES		V
RECOMENDACIONES		VII

BIBLIOGRAFIA.....	IX
--------------------------	-----------

ANEXOS	XII
---------------------	------------

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1:RUEDA HIDRÁULICA	23
ILUSTRACIÓN 2: MOLINO DE VIENTO	24
ILUSTRACIÓN 3: PRIMER SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR DEL MUNDO	25
ILUSTRACIÓN 4: CALEFACCIÓN DIRECTA	26
ILUSTRACIÓN 5: BIOMASA, TIERRA COMO FUENTE DE ENERGÉTICA.....	27
ILUSTRACIÓN 6: CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE LAS TRES GARGANTAS, CHINA.....	28
ILUSTRACIÓN 7: CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE ITAIPU.....	29
ILUSTRACIÓN 8: CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE GURI.....	30
ILUSTRACIÓN 9: PARQUE EÓLICO GANSU EN CHINA.....	30
ILUSTRACIÓN 10: MOLINOS EÓLICOS DE ALEMANIA	31
ILUSTRACIÓN 11: TOP 10 DE PAÍSES EN LA GEOTERMIA. CAPACIDAD INSTALAD.....	32
ILUSTRACIÓN 12: COMPLEJO GEOTÉRMICO GEYSERS – EE.UU.....	33
ILUSTRACIÓN 13: COMPLEJO GEOTÉRMICO LARDERELLO – ITALIA.....	34
ILUSTRACIÓN 14:COMPLEJO GEOTÉRMICO CERRO PRIETO – MÉXICO	34
ILUSTRACIÓN 15:BHADLA SOLAR PARK. 2.245 MW. INDIA	36
ILUSTRACIÓN 16:PAVAGADA SOLAR PARK. 2.050 MW. INDIA.....	36
ILUSTRACIÓN 17: PARQUE SOLAR DEL DESIERTO DE TENGGER. 1.500MW. CHINA.....	37
ILUSTRACIÓN 18: PLANTA TERMO SOLAR IVANPAH. 392 MW. ESTADOS UNIDOS.....	38
ILUSTRACIÓN 19: PLATAFORMA SOLAR DE EXTREMADURA SOLABEN. 200 MW. ESPAÑA.....	39
ILUSTRACIÓN 20: PLANTA TERMOSOLAR NOOR I-OUARZAZATE. 160 MW. MARRUECOS.....	39
ILUSTRACIÓN 21: GRAFICO DEMANDA MUNDIAL DE ENERGÍA.	41
ILUSTRACIÓN 22: TURBINAS PERPENDICULARES A LA CORRIENTE DEL MAR	43
ILUSTRACIÓN 23: SISTEMA DE EFECTO VENTURI	44
ILUSTRACIÓN 24: CONVERTIDOR DE ENERGÍA DEL OLEAJE	44
ILUSTRACIÓN 25: POTENCIA GLOBAL DE ENERGÍA.....	45
ILUSTRACIÓN 26:GRAFICO EVALUACIÓN ANUAL DE LA CAPACIDAD INSTALADA.....	46
ILUSTRACIÓN 27: GRAFICO DEMANDA ANUAL DE ENERGÍA.....	47
ILUSTRACIÓN 28: TENDENCIA DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PER CÁPITA.....	48
ILUSTRACIÓN 29:GRAFICO DE PRECIOS DE ENERGÍA EN (MRS)	48
ILUSTRACIÓN 30: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO.....	68

ILUSTRACIÓN 31: FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	69
ILUSTRACIÓN 32:EL MAPA DE IRRADIACIÓN SOLAR EN EL SALVADOR	86
ILUSTRACIÓN 33:RECURSOS SOLAR EN EL SALVADOR.	86
ILUSTRACIÓN 34: KV/H DE PROCESAMIENTO DE ENERGÍA.....	87
ILUSTRACIÓN 35:DIFERENCIAS DE TEMPERATURAS.....	89
ILUSTRACIÓN 36: CALOR CENTRADO PARA CALDERA	89
ILUSTRACIÓN 37:MAPA DEL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA.	90
ILUSTRACIÓN 38:CAPACIDAD INSTALADA DE PROYECTOS GEOTÉRMICOS.....	91
ILUSTRACIÓN 39:UBICACIÓN DE LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS EXISTENTES.....	92
ILUSTRACIÓN 40:TEMPERATURA PROMEDIO Y ENERGÍA ESTIMADA POR CAMPO GEOTÉRMICO	92
ILUSTRACIÓN 41:EFECTO DE LA HUMEDAD (REFERIDA AL PRODUCTO EN HÚMEDO) SOBRE EL VALOR TÉRMICO .	105
ILUSTRACIÓN 42: MAPA DE CALDERAS EN EL SALVADOR	107
ILUSTRACIÓN 43:CALDERAS POR ZONA GEOGRÁFICA	108
ILUSTRACIÓN 44:CALDERAS POR TIPO DE COMBUSTIBLE.....	108
ILUSTRACIÓN 45: ESTRUCTURA DE LA MATRIZ ELÉCTRICA POR TIPO DE RECURSO	110
ILUSTRACIÓN 46: CAPACIDAD INSTALADA POR CENTRAL AL 31 DE DICIEMBRE 2018 (MW).....	112
ILUSTRACIÓN 47: UBICACIÓN DE CENTRALES GENERADORAS.....	112
ILUSTRACIÓN 48: INYECCIÓN NETA NACIONAL POR RECURSO, 2018	114
ILUSTRACIÓN 49:ANÁLISIS FODA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.	117
ILUSTRACIÓN 50:ANÁLISIS FODA ENERGÍA EÓLICA.....	118
ILUSTRACIÓN 51:ANÁLISIS FODA ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	119
ILUSTRACIÓN 52:ANÁLISIS FODA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.	120
ILUSTRACIÓN 53:ANÁLISIS FODA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA.....	121
ILUSTRACIÓN 54:ANÁLISIS FODA ENERGÍA POR BIOMASA	122
ILUSTRACIÓN 55: PROCESO DE DISEÑO.....	125
ILUSTRACIÓN 56:PROCESO DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA PLANTEADO	129
ILUSTRACIÓN 58:FORMAS DE VALORAR OPCIONES REALES	135
ILUSTRACIÓN 59: MÉTODO DE SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN.	142
ILUSTRACIÓN 60: MAPA EÓLICO DE EL SALVADOR	183
ILUSTRACIÓN 61: EL MAPA DE IRRADIACIÓN SOLAR EN EL SALVADOR	207
ILUSTRACIÓN 62: MAPA INSOLACIÓN ANUAL EL SALVADOR.....	207
ILUSTRACIÓN 63: SOMBRA DEL PANEL FOTOVOLTAICO PROYECTADA SOBRE EL SUELO.....	209
ILUSTRACIÓN 64: VALORES DE K PARA CADA LATITUD (SIGET)	209
ILUSTRACIÓN 65: CÁLCULO DE DISTANCIAS ENTRE PANELES FOTOVOLTAICOS (IDEA, 2011)	209

ILUSTRACIÓN 66: DISEÑO DE LAS HILERAS DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS (ELABORACIÓN PROPIA)	211
ILUSTRACIÓN 67: TASA LIBRE AL RIESGO, BCR.GOB.SV	214
ILUSTRACIÓN 68:: AUMENTOS Y DESCENSOS DEL VALOR ACTUAL DE LOS FLUJOS DE CAJA.....	217
ILUSTRACIÓN 69: ENERGÍA GEOTÉRMICA GENERADA	237
ILUSTRACIÓN 70: PROPORCIONALIDAD DE RIESGO – VAN	269
ILUSTRACIÓN 71: BONOS AL CARBONO.	288

INDICE DE TABLAS

TABLA 3: PROYECTOS DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS (PCHS)	49
TABLA. 4: MARCO LEGAL POR PAÍS.	58
TABLA. 5: MARCO INSTITUCIONAL.	59
TABLA. 6: NORMATIVA Y LEGISLACIÓN RELACIONADA A LA GESTIÓN AMBIENTAL	67
TABLA. 7: PASOS A SEGUIR PARA OBTENER PERMISO AMBIENTAL	68
TABLA. 8: FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	69
TABLA. 9: CRITERIOS DE DECISIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA	76
TABLA. 10: PORCENTAJE DE VALORACIÓN	76
TABLA. 11: TABLA DE CRITERIOS.....	77
TABLA. 12: RANGO Y CONFIABILIDAD DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN	77
TABLA. 13: PARÁMETROS Y VARIABLES A CONSIDERAR.....	87
TABLA. 14: PARÁMETROS Y VARIABLES A CONSIDERAR	89
TABLA. 15: PARÁMETROS Y VARIABLES A CONSIDERAR.....	91
TABLA. 16: PARÁMETROS Y VARIABLES A CONSIDERAR.....	93
TABLA. 17: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL SALVADOR.....	94
TABLA. 18: ANÁLISIS QUÍMICO DEL COMBUSTIBLE SÓLIDO	95
TABLA. 19: PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR POR DEPARTAMENTO (2009-2010)	96
TABLA. 20: LISTA DE INGENIOS AZUCAREROS (FUENTE: MAG)	96
TABLA. 21: CAPACIDAD INSTALADA GENERADA POR LA BIOMASA PROVENIENTE DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL SALVADOR.....	97
TABLA. 22: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA, AUTOCONSUMO Y ENERGÍA VENDIDA POR LOS INGENIOS AZUCAREROS EN EL 2010	97
TABLA. 23: PARÁMETROS Y VARIABLES A CONSIDERAR.....	99
TABLA. 24: PRODUCCIÓN DE CAFÉ Y POTENCIAL DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN CADA DEPARTAMENTO (2010/2011)	103

TABLA. 25:PRODUCCIÓN DE ARROZ Y POTENCIAL DE GENERACIÓN ELÉCTRICA POR DEPARTAMENTO (2009/2010)	105
TABLA. 26:PODER CALORÍFICO DE MATERIAL DE BIOMASA.....	106
TABLA. 27:CALDERAS POR DEPARTAMENTO.....	107
TABLA. 28:CALDERAS POR SECTOR, ACTIVIDAD ECONÓMICA Y TIPO DE COMBUSTIBLE.....	109
TABLA. 29: CAPACIDAD INSTALADA Y CAPACIDAD DISPONIBLE DE GENERADORAS.....	110
TABLA. 30: CAPACIDAD INSTALADA Y DISPONIBLE DE LAS CENTRALES GENERADORAS DE ELECTRICIDAD AL 31 DE DICIEMBRE DE 2018.....	111
TABLA. 31: INYECCIONES NETAS POR RECURSO Y PLANTA GENERADORA 2018, (GWH).....	113
TABLA. 32: ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	116
TABLA. 33:COMPARACIÓN DE VARIABLES ENTRE UN PROYECTO Y LAS OPCIONES FINANCIERAS	134
TABLA. 34:ESCALA DE CALIFICACIÓN PARA SELECCIÓN DE LAS OPCIONES DE SOLUCIÓN.....	143
TABLA. 35:MATRIZ DE SELECCIÓN MULTICRITERIO.....	143
TABLA. 36: ANÁLISIS PEST.....	150
TABLA. 37: ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE ACTORES.....	152
TABLA. 38: ANÁLISIS PEST HIDROELÉCTRICA.....	156
TABLA. 39: MAPEO DE CADENAS CAUSALES ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	157
TABLA. 40: ORGANIZACIÓN DE LA EXPLORACIÓN.....	158
TABLA. 41: CONTROL DE LAS VARIABLES.....	159
TABLA. 42: DEFINICIÓN DE LOS FRENTES DE ATAQUES.....	160
TABLA. 43: FRENTE DE ATAQUE, ACTORES - RECURSO	160
TABLA. 44: INGRESOS POR VENTA DE ELECTRICIDAD GENERADA ANUALMENTE.	162
TABLA. 45: COSTOS DE INVERSIÓN INICIA.....	163
TABLA. 46: INVERSIÓN INICIAL PARQUE GEOTÉRMICO.....	163
TABLA. 47: INGRESOS	164
TABLA. 48: COSTOS DE O&M.....	164
TABLA. 49: CASH FLOW PRIMEROS 5 AÑOS DE LA INVERSIÓN	164
TABLA. 50: NOTACIÓN PARÁMETROS OPCIONES REALES	166
TABLA. 51: ÁRBOL EVOLUCIÓN INGRESOS.	166
TABLA. 52: COSTOS TOTALES.....	166
TABLA. 53: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DIFERIR	168
TABLA. 54: COSTOS DE O&M.....	169
TABLA. 55: ÁRBOL DE DECISIÓN UNA VEZ RESTADOS LOS COSTOS DE O&M	169
TABLA. 56: ÁRBOL CALCULO DEL VALOR DE LA OPCIÓN	170

TABLA. 57: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE CRECIMIENTO	170
TABLA. 58: VALOR RESIDUAL.....	171
TABLA. 59: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DESINVERTIR.....	173
TABLA. 60: MAPEO DE CADENAS CAUSALES ENERGÍA EÓLICA.....	177
TABLA. 61: ORGANIZACIÓN DE LA EXPLORACIÓN.....	178
TABLA. 62: CONTROL DE VARIABLES	179
TABLA. 63: DEFINICIÓN DE LOS FRENTE DE ATAQUE	180
TABLA. 64: FRENTE DE ATAQUE, ACTORES – RECURSOS.....	180
TABLA. 66: INGRESOS POR VENTA DE ELECTRICIDAD GENERADA ANUALMENTE.	186
TABLA. 67: INGRESOS	186
TABLA. 68: INVERSIÓN INICIAL PARQUE EÓLICO.....	187
TABLA. 69: COSTOS DE O&M.....	187
TABLA. 70: CASH FLOW PRIMEROS 5 AÑOS DE LA INVERSIÓN	187
TABLA. 71: NOTACIÓN PARÁMETROS OPCIONES REALES	189
TABLA. 72: ÁRBOL EVOLUCIÓN INGRESOS.	189
TABLA. 73: INVERSIÓN INICIAL PARQUE EÓLICO.....	189
TABLA. 74: COSTOS TOTALES.....	190
TABLA. 75: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DIFERIR	192
TABLA. 76: COSTOS DE O&M.....	192
TABLA. 77: ÁRBOL DE DECISIÓN UNA VEZ RESTADOS LOS COSTOS DE O&M	193
TABLA. 78: ÁRBOL SIN LA OPCIÓN DE AMPLIAR.....	194
TABLA. 79: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE INVERSIÓN.....	194
TABLA. 80: VALOR RESIDUAL.....	195
TABLA. 81: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DESINVERTIR.....	197
TABLA. 82: MAPEO DE CADENAS CAUSALES DE ENERGÍA SOLAR	201
TABLA. 83: ORGANIZACIÓN DE LA EXPLORACIÓN.....	202
TABLA. 84: CONTROL DE LAS VARIABLES.....	203
TABLA. 85: DEFINICIÓN DE LOS FRENTE DE ATAQUE	204
TABLA. 86: FRENTE DE ATAQUE, ACTORES - RECURSOS.....	204
TABLA. 87: DIMENSIONES PANELES FOTOVOLTAICOS.	209
TABLA. 88: INVERSIÓN EN TERRENO. (ELABORACIÓN PROPIA)	210
TABLA. 89: PRECIO MEDIO DEL MERCADO ELÉCTRICO DIARIO POR MESES EN 2019 EL SALVADOR.	212
TABLA. 90: CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN TÍPICA.	213
TABLA. 91: INGRESOS POR VENTA DE ELECTRICIDAD GENERADA ANUALMENTE.	213

TABLA. 92: INGRESOS	215
TABLA. 93: COSTOS DE O&M.....	215
TABLA. 94: CASH FLOW PRIMEROS 5 AÑOS DE LA INVERSIÓN	215
TABLA. 95: INVERSIÓN INICIAL.	215
TABLA. 96: NOTACIÓN PARÁMETROS OPCIONES REALES	217
TABLA. 97: VALOR DE LOS PARÁMETROS.....	218
TABLA. 98: ÁRBOL EVOLUCIÓN INGRESOS.	218
TABLA. 99: INVERSIÓN INICIAL.	219
TABLA. 100: COSTOS O&M TOTALES.	219
TABLA. 101: COSTOS TOTALES.....	219
TABLA. 102: ÁRBOL EVOLUCIÓN ACTIVO SUBYACENTE RESTADA LA INVERSIÓN INICIAL	220
TABLA. 103: ÁRBOL CÁLCULO DEL VALOR DE LA OPCIÓN	221
TABLA. 104: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DIFERIR	222
TABLA. 105: ÁRBOL EVOLUCIÓN ACTIVO SUBYACENTE	223
TABLA. 106: COSTOS DE O&M.....	223
TABLA. 107: ÁRBOL DE DECISIÓN UNA VEZ RESTADOS LOS COSTOS DE O&M	223
TABLA. 108: ÁRBOL CÁLCULO DEL VALOR DE LA OPCIÓN	224
TABLA. 109: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE CRECIMIENTO	225
TABLA. 110: VALOR RESIDUAL DEL PROYECTO.....	225
TABLA. 111: ÁRBOL EVOLUCIÓN DE LOS INGRESOS.....	226
TABLA. 112: COSTOS DE O&M.....	226
TABLA. 113: ÁRBOL EVOLUCIÓN DE LOS INGRESOS UNA VEZ RESTADOS LOS COSTOS DE O&M	226
TABLA. 114: ÁRBOL EVOLUCIÓN ACTIVO SUBYACENTE	227
TABLA. 115: ÁRBOL CÁLCULO DEL VALOR DE LA OPCIÓN	228
TABLA. 116: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE ABANDONO	228
TABLA. 117: MAPEO DE CADENAS CAUSALES DE ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	232
TABLA. 118: ORGANIZACIÓN DE LA EXPLORACIÓN	233
TABLA. 119: CONTROL DE VARIABLES	234
TABLA. 120: FRENTES DE ATAQUE.....	235
TABLA. 121: FRENTE DE ATAQUE, ACTOR - RECURSOS	235
TABLA. 122: INGRESOS POR VENTA DE ELECTRICIDAD GENERADA ANUALMENTE.	237
TABLA. 123: COSTOS DE INVERSIÓN INICIA.....	238
TABLA. 124: INVERSIÓN INICIAL PARQUE GEOTÉRMICO.....	238
TABLA. 125: INGRESOS	239

TABLA. 126: COSTOS DE O&M.....	239
TABLA. 127: CASH FLOW PRIMEROS 5 AÑOS DE LA INVERSIÓN	239
TABLA. 128: NOTACIÓN PARÁMETROS OPCIONES REALES	241
TABLA. 129: ÁRBOL EVOLUCIÓN INGRESOS.	241
TABLA. 130: COSTOS TOTALES.....	241
TABLA. 131: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DIFERIR	243
TABLA. 132: COSTOS DE O&M.....	243
TABLA. 133: ÁRBOL DE DECISIÓN UNA VEZ RESTADOS LOS COSTOS DE O&M	244
TABLA. 134: ÁRBOL CALCULO DEL VALOR DE LA OPCIÓN	245
TABLA. 135: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE CRECIMIENTO	245
TABLA. 136: VALOR RESIDUAL.....	246
TABLA. 137: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DESINVERTIR.....	248
TABLA. 138: MAPEO DE CADENAS CAUSALES ENERGÍA BIOMASA.....	252
TABLA. 139: ORGANIZACIÓN DE LA EXPLORACIÓN.....	253
TABLA. 140: CONTROL DE VARIABLES	254
TABLA. 141: FRENTES DE ATAQUE.....	255
TABLA. 142: FRENTE DE ATAQUE, ACTORES – RECURSOS.....	255
TABLA. 143: INGRESOS POR VENTA DE ELECTRICIDAD GENERADA ANUALMENTE.	258
TABLA. 144: COSTOS DE INVERSIÓN INICIA.....	258
TABLA. 145: INVERSIÓN INICIAL PARQUE GEOTÉRMICO.....	258
TABLA. 146: INGRESOS	259
TABLA. 147: COSTOS DE O&M.....	259
TABLA. 148: CASH FLOW PRIMEROS 5 AÑOS DE LA INVERSIÓN	259
TABLA. 149: NOTACIÓN PARÁMETROS OPCIONES REALES	261
TABLA. 150: ÁRBOL EVOLUCIÓN INGRESOS.	261
TABLA. 151: COSTOS TOTALES.....	262
TABLA. 152: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DIFERIR	264
TABLA. 153: COSTOS DE O&M.....	264
TABLA. 154: ÁRBOL DE DECISIÓN UNA VEZ RESTADOS LOS COSTOS DE O&M	264
TABLA. 155: CALCULO DEL VALOR DE LA OPCIÓN.....	265
TABLA. 156: TABLA RESUMEN DE OPCIÓN DE CRECIMIENTO	266
TABLA. 157: VALOR RESIDUAL.....	266
TABLA. 158: TABLA RESUMEN DE LA OPCIÓN DE DESINVERTIR.....	268
TABLA. 159: RELACIÓN DEL VAN Y EL RIESGO	269

TABLA. 160: COSTOS DE DISEÑO	270
TABLA. 161: INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS PREVIOS.....	271
TABLA. 163: COSTO DE DESARROLLO DE CAPACITACIONES.....	274
TABLA. 164: COSTO DE REFRIGERIO PARA CAPACITACIONES	274
TABLA. 165: COSTO TOTAL DE CAPACITACIONES.....	275
TABLA. 166: COSTOS DE LA EJECUCIÓN DEL MODELO EVALUADOR.....	275
TABLA. 167: COSTOS DE INSUMOS ADMINISTRATIVOS	275
TABLA. 168: MATERIALES E INSUMOS.....	276
TABLA. 169: INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO.	277
TABLA. 170: RIESGOS ABORDADOS PROACTIVAMENTE.....	278
TABLA. 171: RIESGO CON TRATAMIENTO REACTIVO.	278
TABLA. 172: BENEFICIOS DE APLICAR EL MODELO.	279
TABLA. 173: EXTERNALIDADES POSITIVAS.....	280
TABLA. 174: EXTERNALIDADES NEGATIVAS.....	280
TABLA. 175: BENEFICIOS A LA POBLACIÓN OBJETIVO	283
TABLA. 176: COSTOS GLOBALES DEL PROYECTO.....	284
TABLA. 177: RESUMEN DE BENEFICIOS.	284
TABLA. 178: TMAP SOCIAL.....	285
TABLA. 179: BENEFICIOS Y DIFICULTADES DEL MERCADO DE CARBONO.....	292
TABLA. 180: PORCENTAJE DE DESEMBOLSO DE FONDOS.	299
TABLA. 181: PLANO MÁXIMO DE FINANCIAMIENTO.....	302
TABLA. 182: ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN.....	306
TABLA. 183: DIAGRAMA DE GANTT	310
TABLA. 184: PLANTAS HIDROELÉCTRICAS INSTALADAS Y OPERANDO PARA EL SNI	314

INTRODUCCIÓN

Históricamente, desde la primera revolución industrial, los niveles de consumo de energía mundiales han crecido a niveles exorbitantes, especialmente en los países industrializados. Estos países con solamente el 21%-25% de la población mundial, consumen alrededor del 70% de las fuentes convencionales de energía y, alrededor del 75% de la electricidad en el mundo.

Los países centroamericanos alcanzaron un consumo final de energía en un 45%, por derivados del petróleo, 38% por biomasa, 12% por electricidad y 5% por otros. Para ese año, los dos sectores de mayor consumo energético en la región fueron el residencial con 43% (dentro del cual la leña representó 83%), y el transporte, con 30%, principalmente de derivados líquidos del petróleo. Ahora bien, únicamente con respecto al consumo total de derivados de petróleo, el sector transporte utilizó aproximadamente el 66%. Para Centroamérica en el año 2006 (CEPAL), la electricidad generada a partir de plantas termoeléctricas representó el 40% del total de energía eléctrica, mientras que el 49% correspondió a la generación hidroeléctrica, 7% a la geotérmica, 3% a la cogeneración y un poco menos de 1% a la eólica.

El presente documento MODELO DE EVALUACIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN RIESGOSOS EN EL SECTOR DE ENERGÍAS RENOVABLES, se realiza como una forma de aportar a los inversionistas un modelo estándar de implementación de un modelo evaluador de proyectos energéticos renovables, con el propósito de alcanzar competitividad y sostenibilidad, por medio de la aplicación de un modelo completo y de fácil adaptación a las características propias de cada proyecto renovable. La propuesta presentada en este documento, pretende brindar a todos los inversionistas una herramienta que les permita, logrando así: aprovechamiento de recursos, eficiencia, innovación, competitividad, gestión de recursos, ahorros, riesgos etc.

El documento está conformado por cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación:

CAPITULO I: presenta las generalidades del estudio divididas en marco conceptual, contextual y legal bajo los cuales se desarrolla el proyecto.

CAPITULO II: Contiene el desarrollo del diagnóstico y presenta los resultados obtenidos acerca de las diferentes tecnologías de energías renovables en El salvador, identificando así la problemática existente y realizando la propuesta de solución para la misma.

CAPITULO III: Contiene el desarrollo del modelo evaluador de inversión riesgosos, desarrollándolo en un ámbito cualitativo y cuantitativo.

CAPITULO IV: Por último, se presentan las evaluaciones necesarias para determinar la factibilidad del proyecto mediante la identificación de los diferentes costos y beneficios que se generan.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un modelo de gestión para la evaluación de riesgos en la inversión de proyectos de energía renovables en aquellos sitios potenciales en El Salvador.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Establecer un marco histórico, conceptual y legal relativos para este trabajo de graduación.
2. Presentar una metodología de investigación para elaborar un diagnóstico sobre la situación actual del sector de energía renovable en El Salvador.
3. Establecer criterios de diseño para la construcción del modelo incluyendo parámetros claves por tipo de tecnología en energía renovable.
4. Mostrar el funcionamiento del modelo construido.
5. Simular aspectos relevantes con el modelo construido.
6. Evaluar económica y financieramente el modelo presentado
7. Analizar los posibles beneficios económicos - financieros y ambientales a obtener como resultado de la implementación del modelo.
8. Desarrollar un plan de implementación del modelo diseñado.

JUSTIFICACIÓN

El salvador se ve en la necesidad de generar más energía eléctrica para poderla suministrar, pues el país ha aumentado la compra de electricidad desde otros países, hasta en el 2018 llegar a comprar el 27% de toda la energía suministrada al país, y esta compra de energía genera repercusiones negativas en el PIB de El Salvador. Dando a entender que no se produce la energía suficiente para poder alimentar toda la red eléctrica, siendo un problema muy grande a largo plazo.

El país está en la capacidad de poder producir más energía, pero proveniente de combustibles fósiles, lo cual; aparte de contaminar, generaría costos en la energía eléctrica mucho más altos de lo esperado. Pues este tipo de energía es cara, contaminante y no sustentable para los intereses de las compañías, además las leyes de El Salvador fomentan la inversión en proyectos de energía renovable mediante exenciones de pagos arancelarios por 10 años en importación de maquinaria, como también exenciones en los impuestos sobre la renta de hasta por 10 años para proyectos menores a 10MW y otros incentivos que se mencionan en la “Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad”.

Las energías renovables son fuente de conocimiento y de empleo para los profesionales del país, siendo de los mejores lugares para poder desempeñar las carreras de las personas y superarse, por esta razón los proyectos de energías deben de seguir aumentando año con año porque, cada proyecto se ve reflejado en las facturas de los salvadoreños bajando así el precio de la energía, favoreciendo a los salvadoreños en general y aunque nuestro país es pequeño, hay mucho por utilizar sobre los recursos naturales, que aún no han sido ni considerados gracias a los riesgos que no se sabe cómo medir o no se conoce con certeza cuales son.

Las energías renovables son el futuro y sus riesgos vienen dados por la volatilidad del medio ambiente y la contaminación que estos equipos generan al largo plazo, por ejemplo; un equipo fotovoltaico de una vida útil de 10 años genera la misma contaminación al desecharse que toda la que redujo utilizando esta energía durante ese periodo, además las tecnologías utilizadas son cambiantes y pueden haber riesgos en la aplicación en nuestro país, ya que solo somos importadores de la tecnología y debemos algunas veces de adaptarlas para que se puedan desempeñar en nuestro país.

Sin embargo, de los nuevos proyectos el 87.5% son fotovoltaicos (sin contar los de autoconsumo) y a nivel mundial se está apostando por las energías renovables para poder mitigar el cambio climático, así que es indispensable poder conocer los riesgos que estos pueden ocasionar para que así, los inversores estén dispuestos a poder sus inversiones en nuestro país, y aún más importante en energías renovables que ayuden tanto a los salvadoreños como al medio ambiente.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

La realización del trabajo de graduación comprende desde el diagnóstico de la situación actual a partir de la investigación documentada de diferentes sitios oficiales de energía renovable, hasta las evaluaciones económicas, financieras y de otro tipo que se mencionan en los objetivos formulados, para la aplicación del modelo evaluador de riesgos de inversión en energía renovable.

LIMITACIONES

- Este estudio se basará en información de tipo secundaria por problemas de pandemia que enfrenta El salvador.
- Cierre de centros de acceso a la información debido a la limitante anterior.
- La confiabilidad de datos recaudados dependerá de la información verídica que se encuentren en los portales de búsqueda de información.
- Poca información encontrada relacionada al tema.
- La confiabilidad de los datos y su representatividad dependerá de la apertura de los portales de investigación y gremiales para brindar información ya sean esta vía online.
- Se tienen restricciones de acceso a información por parte de personas naturales e instituciones, ya sean estas públicas o privadas, que analicen utilizar o hayan utilizado energía renovable como fuente de su ventaja competitiva, por ende, pueden ser muy celosas con su información.

CAPITULO I: GENERALIDADES

A. MARCO HISTORICO

HISTORIA DE LA ENERGÍA RENOVABLE

Es muy difícil establecer una línea de tiempo exacta para cuándo la humanidad comenzó a notar que podía aprovechar los recursos naturales e inagotables para un medio de locomoción, como una forma de calefacción para un hogar, o simplemente transformar la energía encontrada en el medio ambiente en un bien útil para el bienestar común.

Las aplicaciones más lejanas, como un antecedente histórico, se sitúan principalmente en el empleo de fuentes energéticas inagotables en el transporte, teniendo como principal ejemplo a la navegación a vela, que empleaba la energía eólica de una manera práctica y sencilla para impulsar los navíos.

El progreso de estas se vio principalmente dejada de lado por el fenómeno de la Revolución Industrial, la mayor utilización de combustibles fósiles y las mejoras aplicadas a los motores térmicos, que en sus primeros años contaban con una fuente inagotable de recursos.

En estos años se marcó un punto de inflexión en las energías que representaban un impacto negativo al ambiente, por las que se consideran energías limpias por su bajo impacto o condición contaminante al ambiente, inicialmente denominadas energías alternativas por encontrarse en una pequeña demanda y un bajo desarrollo.

Inicios de la energía renovable

Ruedas hidráulicas

La energía renovable, definida como la energía que se puede renovar, a diferencia de los combustibles como el gas, el petróleo o el carbón, comenzó en Europa hace más de 2.000 años. Por supuesto, esta era una forma bruta, pero creó la premisa para las hazañas tecnológicas de hoy.

La rueda hidráulica es una máquina que aprovecha la energía hidráulica producida por el peso del agua en los cajones de una rueda metálica, este peso hace que la rueda gire y mediante el uso de un punto excéntrico en un disco metálico, se produce el movimiento de dos pistones que en términos prácticos funcionan como jeringas succionando e impulsando el agua a través de las válvulas de retención las que permiten el paso a la cápsula de aire o caballete y de este a las tuberías de bombeo.



Ilustración 1: Rueda hidráulica

Molinos de viento



Ilustración 2: Molino de viento

La humanidad ha aprovechado la energía del viento desde que existen registros; de hecho, ya se utilizaba para propulsar barcos a lo largo del río Nilo en 5000 a. C. Hacia el 200 a. C, molinos de viento sencillos servían para bombear agua en China, mientras que en Persia y Medio Oriente ya había molinos de viento de eje vertical con velas tejidas de caña que se usaban para moler grano. En el siglo XI, nuevas formas de usar la energía del viento se extendieron por todo el mundo: los pobladores del Medio Oriente usaban molinos de viento extensivamente para moler el grano empleado en la producción de alimentos y los mercaderes y cruzados que regresaban de aquellas tierras llevaron esta idea a Europa, lo que permitió que los habitantes de los Países Bajos refinaran el molino de viento y lo adaptaran para drenar lagos y pantanos en el delta del río Rin.

El funcionamiento básico consiste en que la rotación del eje concéntrico de las aspas se aprovecha para hacer girar unas grandes piedras circulares y achatadas entre las cuales pasan los cereales y otros granos y la fricción entre ellas los muele o tritura formando harina.

primer sistema de energía solar del mundo

Francia, donde en 1860 el primer sistema de energía solar del mundo fue inventado por el inversor francés Augustin Mouchot. Después de sus predicciones de que algún día nuestro suministro de carbón se agotaría. Después de 6 años de trabajo, produjo el primer colector solar parabólico del mundo. El principio era simple. Los rayos del sol se concentraban mediante un conjunto de espejos parabólicos en un tubo de metal, o caldera que contenía agua. El agua hervía y el vapor resultante se utilizaba para accionar un motor a vapor.



Ilustración 3: Primer sistema de energía solar del mundo

Principios de la geotermia

Los primeros intentos de producción de electricidad con energía geotérmica comienzan con los experimentos en Italia, del Príncipe Gionori Conti entre 1904 y 1905. La primera planta (250 kW_e) se construye en 1913. En 1950 se alcanzan los 300 MWe en Italia, en el yacimiento de Landareello. En 1958 comienza la producción geotermoeléctrica en Nueva Zelanda, con el yacimiento de Wairakei, en 1959 en Méjico, yacimiento de Pathe y en 1960 en Estados Unidos con el yacimiento de The Geysers.

el uso industrial y a mayor escala de esta energía se produce también en el siglo XX, siendo en este caso Islandia el país pionero, donde ya en la década de los 20 se comienza a calefactar invernaderos con energía geotérmica. En 1930 se establece el primer sistema de district-heating en Reykjavik para suministrar calor a 70 casas. Es en la década de los 50 cuando comienza a desarrollarse a mayor escala el aprovechamiento de la energía geotérmica de baja temperatura en Islandia, Italia, Nueva Zelanda y Japón. A principio de los setenta ya se habían incorporado Hungría, Kenya, la URSS y Francia. En el 1975 tenían también producción de calor Filipinas, Turquía y EEUU. A partir de entonces, como ocurrió con la generación de electricidad se produce la gran expansión. Austria y Alemania (1980), Australia, Canadá, China, Polonia, Rumania, Suiza, Yugoslavia en 1985, etc., alcanzando en el año 2000, el número de 58 los países con aprovechamientos, declarados y de cierta entidad, del calor geotérmico.

A partir de 1973, año de la primera crisis del petróleo se produce la gran expansión en la generación de electricidad con energía geotérmica, incorporándose sucesivamente Japón, Islandia y El Salvador (1975), Indonesia, Kenia, Turquía y Filipinas (1980), Nicaragua (1985), Costa Rica (1995), Guatemala (2000), etc.

el potencial aprovechable de energía geotérmica es mucho mayor que la utilización actual, por lo que nos encontramos ante una energía renovable con mucho potencial de desarrollo en el futuro.

Se estima que hay unos 40 países que poseen suficiente potencial geotérmico para satisfacer su demanda de electricidad completa. Se han identificado recursos geotérmicos en casi 90 países y más de 70 países ya cuentan con alguna experiencia en el uso de energía geotérmica.

Actualmente, en 24 países se produce electricidad proveniente de energía geotérmica. Estados Unidos y Filipinas tienen la mayor capacidad de energía geotérmica instalada: 3.000 y 1.900 MW aproximadamente en el orden descrito.

Otros países dignos de mención son Islandia y El Salvador que generan hasta el 25% de su energía eléctrica mediante recursos geotérmicos.

La energía geotérmica tiene diferentes usos, como la calefacción directa, sin embargo, gran parte de su desarrollo se centra en la generación de electricidad.



Ilustración 4: Calefacción directa

Historia de la Biomasa

La biomasa ha sido el primer combustible empleado por el hombre y el principal hasta la revolución industrial. Se utilizaba para cocinar, para calentar el hogar, para hacer cerámica y, posteriormente, para producir metales y para alimentar las máquinas de vapor. Fueron precisamente estos nuevos usos, que progresivamente requerían mayor cantidad de energía en un espacio cada vez más reducido, los que promocionaron el uso del carbón como combustible sustitutivo, a mediados del siglo XVIII.

Desde ese momento se empezaron a utilizar otras fuentes energéticas más intensivas (con un mayor poder calorífico), y el uso de la biomasa fue bajando hasta mínimos históricos que coincidieron con el uso masivo de los derivados del petróleo y con unos precios bajos de estos productos.

La energía de la biomasa es considerada la energía renovable más vieja del mundo desde que los primeros humanos existieron y descubrieron el fuego. En un principio, el hombre utilizaba la biomasa, el viento y la fuerza muscular de animales y humanos para lograr tareas de otra manera imposibles.

Desde la prehistoria las personas han utilizado esta energía por medio de combustión directa: quemándola en hogueras a la intemperie, en hornos y cocinas artesanales e incluso en calderas. Esto se usaba para cocinar alimentos, para protegerse de fríos y desde la revolución industrial para la producción de vapor.

La biomasa aún continúa jugando un papel destacado como fuente energética en diferentes aplicaciones industriales y domésticas. Por otro lado, el carácter renovable y no contaminante que tiene y el papel que puede jugar en el momento de generar empleo y activar la economía de algunas zonas rurales, hacen que la biomasa sea considerada una clara opción de futuro.



Ilustración 5: Biomasa, tierra como fuente de energética.

ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ACTUALIDAD

1. ENERGÍA HIDRÁULICA EN LA ACTUALIDAD

El aprovechamiento del agua como fuente de energía es muy antiguo. Antes de la Era Cristiana, se utilizaron los cursos de agua para mover ruedas de molinos o elevar el agua para el riego. Sin embargo, recién a fines del siglo XIX, comenzó a usarse la energía del agua para generar electricidad. En la actualidad, alrededor del 20% de la electricidad del mundo se genera a partir de grandes centrales relacionadas a embalses de agua.

En general, las centrales hidroeléctricas aprovechan el movimiento del agua de los ríos de dos maneras. Es posible aprovechar la fuerza del paso del agua por el flujo natural del río o acumular el agua en un embalse o reservorio, para poder controlar su flujo. Como resulta ventajoso no depender enteramente del cauce natural del río, la segunda opción es la que más se ha utilizado.

La idea de generar electricidad a partir de una represa es relativamente simple: se construye una pared transversal al cauce del río, para que el agua se acumule detrás de esa pared. Así, se origina una gran masa de agua que es forzada a pasar a través de un tubo que desciende hasta

la base de la pared. Allí, está instalada una central que, mediante una o más turbinas acopladas a generadores, produce electricidad al aprovechar la fuerza de la caída y la masa de agua.

Una dificultad que presenta este tipo de energía es que los años secos afectan el caudal de los ríos y disminuye su capacidad de generación eléctrica. Otro de los elementos a tener en cuenta es el embalse: a medida que estos se hicieron cada vez más grandes también crecieron los inconvenientes: cubrieron grandes espacios, antes ocupados o por la naturaleza o por poblaciones humanas que fueron obligadas a desplazarse.

Las centrales hidroeléctricas requieren de un importante desarrollo de la infraestructura que producirá la electricidad. Es necesario tener en cuenta que el tiempo de instalación de las represas suele ser muy largo y la inversión inicial es muy alta (aunque el largo tiempo de vida útil disuelve en parte este problema).

La utilización de la energía hidráulica presenta como ventajas el hecho de que es un recurso renovable y tiene una vida útil muy larga, un bajo costo operativo y resulta bastante predecible su capacidad de generación. Además, puede tener propósitos múltiples (el agua del reservorio se puede usar para riego o para el consumo humano).

Centrales Hidraulicas mas grandes del mundo

1. Central hidroeléctrica de las Tres Gargantas. 22.500 MW. China

La central hidroeléctrica china de las Tres Gargantas tiene una potencia instalada de 22.500 MW. Está situada en Yichang, provincia de Hubei, y es la mayor del mundo. Se trata de una instalación hidroeléctrica de embalse convencional que aprovecha el agua proveniente del río Yangtsé, siendo propiedad de la china Three Gorges Corporation a través de su filial China Yangtze Power, que además opera la central.

La construcción del proyecto requirió una inversión de 18.000 millones de euros. Esta colosal obra de la ingeniería fue iniciada en 1993 y quedó terminada en 2012. La presa tiene 181 metros de altura y 2.335 metros de longitud, fue llevada a cabo como parte del proyecto de las Tres Gargantas, unida a la central hidroeléctrica compuesta de 32 turbinas de 700 MW cada una, y dos unidades generadoras de 50 MW. En la actualidad, la producción de energía anual de la planta acaba de establecer el record mundial en 2014 con 98,8 TWh, permitiendo suministrar electricidad a nueve provincias y dos ciudades, incluyendo Shanghai.



Ilustración 6: Central hidroeléctrica de las tres Gargantas, china

2. Central hidroeléctrica de Itaipú. 14.000 MW. Paraguay-Brasi

La central hidroeléctrica de Itaipú, con una potencia instalada de 14.000 MW se sitúa como la segunda mayor del mundo. La instalación, operada por la compañía Itaipú Binacional, se encuentra en el río Paraná, en la frontera entre Brasil y Paraguay. La inversión realizada en la construcción de la planta fue de 15.000 millones de euros. Las obras se iniciaron en 1975 y fueron finalizadas en 1982. Los ingenieros del consorcio de IECO con sede en Estados Unidos y ELC Electroconsult con sede en Italia, llevaron a cabo la construcción, dando inicio a la producción de energía de la central en mayo de 1984.

La planta hidroeléctrica de Itaipú suministra alrededor del 17,3% del consumo energético de Brasil y el 72,5% de la energía consumida en Paraguay. Específicamente consta de 20 unidades generadoras con una capacidad de 700 MW cada una, habiendo llegado a lograr una producción en 2014 prácticamente igual a la de Tres Gargantas, al alcanzar los 98,5 TWh, lo que la convierte prácticamente en colíder mundial por generación de energía, aunque no lo sea por potencia instalada.



Ilustración 7: Central hidroeléctrica de Itaipu.

3. Central hidroeléctrica de Guri. 10.235 MW. Venezuela.

La central Guri, también conocida como la central hidroeléctrica Simón Bolívar, se posiciona como la tercera más grande del mundo con una capacidad instalada de 10.235 MW. Las instalaciones se encuentran en el río Caroní, situado en el sudeste de Venezuela, siendo Electrificación del Caroní C.A. (EDELCA) la propietaria y operadora de la planta.

La construcción del proyecto fue iniciada en 1963 llevándose a cabo en dos fases, la primera quedó completada en 1978 y la segunda en 1986. La central consta de 20 unidades de generación de diferentes capacidades que oscilan entre los 130 MW y los 770 MW. La empresa Alstom fue seleccionada mediante dos contratos en 2007 y 2009 para la renovación de cuatro unidades de 400 MW y cinco de 630 MW, recibiendo Andritz también un contrato para suministrar cinco turbinas Francis de 770MW en 2007. Después de las renovaciones en el equipamiento de generación, la central de Guri alcanzó un suministro eléctrico superior a los 12.900 GW/h.



Ilustración 8: Central hidroeléctrica de Guri

2. ENERGÍA EÓLICA EN LA ACTUALIDAD

La energía eólica suministra actualmente más del 3% del consumo mundial de electricidad y se espera que para 2020 se supere el 5%. A más largo plazo (2040), la Agencia Internacional de la Energía prevé que la energía del viento pueda cubrir el 9% de la demanda eléctrica mundial y más del 20% en Europa, actualmente los mercados más importantes son:

En el caso de China, incorporó 23.445 MW de potencia eólica, de los cuales las 5 empresas que más vendieron en este mercado fueron todas empresa china. Si las detallamos en orden de importancia, Goldwind abasteció el 27% de la nueva incorporación, Envisión el 9%, Mingyang, United Power y CSIC Haizhuang 8% cada una.



Ilustración 9: Parque Eólico Gansu en China

El segundo mercado en importancia, corresponde a Estados Unidos, que incorporó 8.755 MW durante el 2016. Dicho incremento fue abastecido principalmente por la empresa norteamericana General Electric un 43%, luego por la danesa Vestas un 41%, un 10% por empresas alemandas y 6% por la empresa española. Estados Unidos produce actualmente alrededor del 7% de su

electricidad a partir de la energía eólica. De 2016 a 2017, la electricidad generada por la eólica en EEUU creció un 12% a 254 teravatios hora, luego aumentó otro 8,3% a 275 teravatios hora en 2018, dijeron los investigadores. En este contexto, EEUU actualmente consume aproximadamente de 310 a 320 teravatios hora de electricidad cada mes, generados a partir de carbón, gas natural, plantas de energía nuclear y de energía renovable; Las turbinas eólicas pagan las emisiones de carbono de por vida asociadas con su despliegue y fabricación con de tres a siete meses de operación y proporcionan casi 30 años de generación de electricidad prácticamente libre de carbono.



Ilustración 10: Molinos eólicos de Alemania

El tercer mercado en importancia corresponde a Alemania, que sumo 5.081 MW de molinos eólicos en el año 2016. El mercado alemán fue abastecido principalmente por empresas locales, sumando un 63%, en orden de importancia Enercon representó el 36%, Nordex Acciona 14% y Siemens 13%. Luego aparecen la danesa Vestas representando el 22% de las nuevas incorporaciones y la norteamericana GE Wind con un 9%.

Nombradas Gode Wind 1 y 2, las instalaciones se hallan a 45 kilómetros del litoral y poseen en conjunto 97 aerogeneradores, capaces de producir suficiente energía para abastecer a unos 600 mil hogares alemanes cada año, indicó la reseña.

Los equipos están generando energía limpia frente a la costa de Norddeich, y 'nuestro próximo parque eólico costa afuera alemán, Borkum Riffgrund 2, está en camino', anunció Samuel Leupold, de la firma inversionista Dong Energy.

Estos proyectos a gran escala demuestran que el viento en alta mar se ha convertido en una tecnología confiable, previsible y rentable que contribuirá significativamente a la transición energética de Alemania, señaló el GWEC su página electrónica.

Según la institución, a finales de 2016 casi el 88 por ciento de todas instalaciones eólicas marinas estaban en aguas de la costa de 10 países europeos, lo cual denota la rápida expansión del sector en el viejo continente.

Por su parte, la asociación de la industria eólica europea (WindEurope) pidió a los gobiernos del continente que aseguren un objetivo eólico offshore global conjunto de 60 gigavatios (GW), ‘o al menos cuatro gigas al año durante la década 2020-2030’.

Solo así, consideró WindEurope, la industria eólica europea estará en condiciones de competir con la generación convencional a partir de 2030.

3. ENERGÍA GEOTÉRMICA EN LA ACTUALIDAD

Con la incorporación en 2018 de nuevas plantas de energía geotérmica en Turquía y el inicio de la puesta en marcha de la nueva planta en Nueva Zelanda, es oportuno comentar que a nivel mundial se ha aumentado la capacidad instalada de generación de energía de este rubro.

La capacidad global total asciende ahora a 14.369 MW. Mientras que los Estados Unidos continúan siendo el país geotérmico con mayor capacidad instalada, las limitadas actividades de desarrollo ven a países como Indonesia y Turquía atrapando la mayor parte de la atención.

Sólo este año, las nuevas plantas en Indonesia empujaron al país por delante de Filipinas. Turquía continúa con su crecimiento estable después de haberse posicionado con una capacidad instalada de 1.200 MW.

Con la nueva planta en Nueva Zelanda, mientras todavía está oficialmente comenzando a operar, el país ahora se ha unido al selecto grupo de países con más de 1,000 MW (1 GW) de capacidad de generación de energía geotérmica instalada.

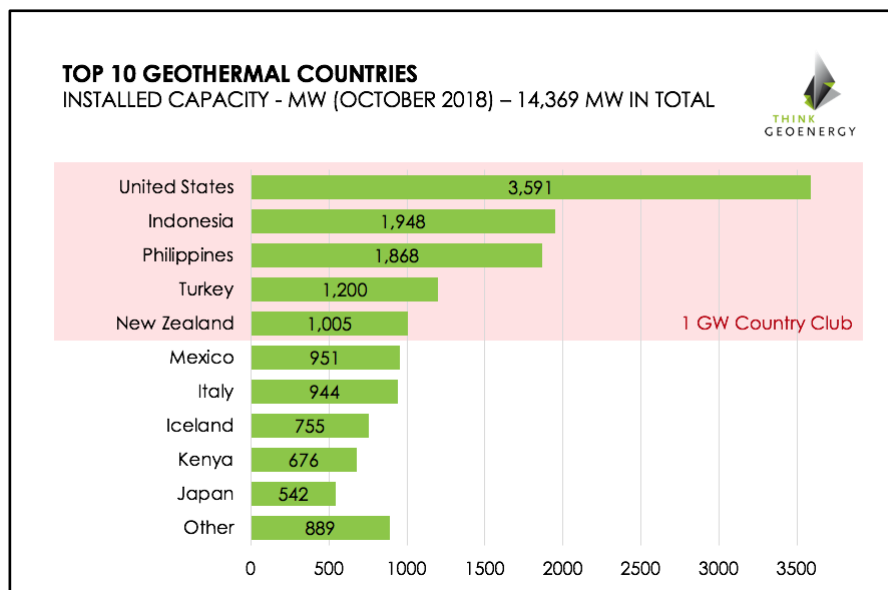


Ilustración 11: Top 10 de países en la geotermia. Capacidad instalada.

Plantas Geotérmicas más Grandes del mundo

1. Complejo Geotérmico Geysers – EE.UU.:

El Complejo Geotérmico Geysers situado a unos 121 kilómetros al norte de San Francisco, California, se compone de 18 plantas de energía que la convierten en la instalación geotérmica más grande en el mundo. El complejo cuenta con una capacidad instalada de 1.517 MW y una capacidad de producción activa de 900 MW.

Calpine es propietaria de un total de 15 plantas de energía en el complejo, proporcionando una capacidad de generación neta combinada de alrededor de 725 MW, mientras que las otras dos plantas de energía son propiedad conjunta de la Northern California Power Agency, Silicon Valley Power y US Renewables Group. Además, muy pronto Ram Power terminará una nueva planta de energía geotérmica de 26 MW en el complejo.

Las instalaciones en conjunto cubren un área de aproximadamente 78 km², cuya producción del campo geotérmico comenzó en 1960 y alcanzó su punto máximo en la década de 1980. Por otra parte, los proveedores de las turbinas para las plantas de energía en el complejo incluyen a Toshiba y Mitsubishi Steam.



Ilustración 12: Complejo Geotérmico Geysers – EE.UU

2. Complejo Geotérmico Larderello – Italia:

El Complejo Geotérmico Larderello, que consta de 34 plantas con una capacidad neta total de 769 MW, es la segunda mayor instalación de energía geotérmica del mundo. La energía producida en el campo geotérmico, situado en la Toscana, Italia Central, representa el diez por ciento de toda la energía geotérmica producida en el mundo y atiende al 26,5% de las necesidades energéticas regionales.

Enel Green Power es propietaria de las plantas de energía en el complejo que prestan servicio aproximadamente a dos millones de familias, 8.700 clientes comerciales y 25 hectáreas de invernaderos. La profundidad de las reservas en el rango del campo geotérmico es de 700 m a 4.000 m bajo la superficie. La primera planta en el campo geotérmico fue encargada hace ya más de un siglo, en 1913, siendo por tanto la primera de su tipo en el mundo.

La primera planta de energía de Larderello tenía una capacidad de generación de 250 kW, que comprendía de una turbina diseñada y construida por los ingenieros Tosi Electromechanical

Company. Las plantas geotérmicas en el campo fueron reconstruidas después de que quedasen destruidas durante la Segunda Guerra Mundial.



Ilustración 13: Complejo Geotérmico Larderello – Italia

3. Complejo Geotérmico Cerro Prieto – México:

Con 720 MW, la Central de Energía Geotérmica Cerro Prieto situada en el sur de Mexicali, en Baja California al norte de México, es la tercera mayor instalación geotérmica en el mundo. La planta de energía, al igual que todos los otros campos geotérmicos en México, se encuentra en propiedad y operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La central cuenta con cuatro plantas, que constan de 13 unidades. La primera planta fue puesta en servicio en 1973, mientras que la cuarta fue puesta en servicio en 2000.

Las turbinas del complejo incluyen cuatro de tipo condensación de 110 MW, cuatro de tipo doble flash de 110 MW, cuatro de tipo flash único de 37,5 MW más otras cuatro de 25 MW y una de 30 MW. Todas han sido suministradas por Toshiba y Mitsubishi Heavy Industries. Una quinta planta, que comprenderá dos turbinas de 50 MW, se encuentra actualmente en construcción.



Ilustración 14: Complejo Geotérmico Cerro Prieto – México

4. ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA ACTUALIDAD

Energía solar fotovoltaica

A nivel mundial, China es el mercado más grande para inversores solares fotovoltaicos. La búsqueda agresiva de energía solar por parte del país llevó a importantes adiciones de capacidad durante el período histórico (2014-2018), con 44,3 gigavatios (GW) instalados solo en 2018. Sin embargo, se espera que el mercado se desacelere significativamente por la reducción de subsidios los a los proyectos a grandes escalas y de las tarifas de alimentación.

Se estima que el tamaño del mercado en China disminuirá a un ritmo del 10,1% durante el período de pronóstico. De manera similar, la reducción en las tarifas de alimentación y el alcance limitado para la expansión de grandes proyectos harán que el mercado en Japón disminuya a 5,4GW en 2023 «.

Para 2023, los mercados de inversores solares fotovoltaicos en América y EMEA se expandirán hasta alcanzar una participación del 21,3% y 19,6%, respectivamente, de las instalaciones globales. El mercado estadounidense está muy influenciado por los movimientos en el su propio mercado. Es el segundo mercado más grande para inversores solares fotovoltaicos en el mundo y está respaldado por iniciativas federales y estatales como la iniciativa Sunshot (es un programa perteneciente a la Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables del Departamento de Energía de los Estados Unidos. Su trabajo se centra en cinco áreas: fotovoltaica, concentración de energía solar, balance de sistema de costes, integración de sistemas y tecnología para el mercado.), los créditos fiscales federales, la medición neta y los objetivos de energía renovable emitidos por el estado. Se estima que el mercado de EEUU crecerá a un ritmo del 2.8% para alcanzar los 12.8GW en 2023

1. Bhadla Solar Park. 2.245 MW. India

Hero Future Energies, una de las principales compañías privadas de energía renovable de la India, ultimó a finales de marzo de 2020 un proyecto de energía solar de 300 megavatios en el parque de energía solar de Bhadla en Rajasthan. Con este proyecto, el parque solar ahora está completo con una capacidad instalada de 2.245 megavatios y se convierte en el más grande del mundo.

El parque solar de Bhadla es significativo en muchos aspectos. El parque solar registró varios precios récord durante algunas subastas altamente competitivas. Los proyectos en el parque solar fueron desarrollados por múltiples compañías a través de una asociación público-privada. El propio gobierno estatal desarrolló 745 megavatios de capacidad, una empresa conjunta de IL&FS y el gobierno de Rajastán desarrolló 1 gigavatio de capacidad, mientras que otra empresa conjunta entre Adani Enterprises y el gobierno de Rajastán desarrolló 500 megavatios.

La lista de proyectos que componen el parque, los desarrolladores y la capacidad de cada uno de ellos se recogen en la siguiente lista publicada por Mercom Capital.



Ilustración 15: Bhadla Solar Park. 2.245 MW. India

2. Pavagada Solar Park. 2.050 MW. India

Pavagada Solar Park es un parque solar repartido en un área total de 53 km² en Pavagada Taluk, distrito de Tumkur, en Karnataka. Terminado en 2019, el parque tiene una capacidad de 2.,050 MW y es la segunda planta fotovoltaica más grande del mundo. La inversión total requerida para construir los 2 GW de capacidad presupuestados se estimó en unos 2.100 millones de dólares. Cuando la planta se complete, será la granja solar más grande del mundo.



Ilustración 16: Pavagada Solar Park. 2.050 MW. India

3. Parque Solar del Desierto de Tengger. 1.500MW. China

La planta solar del Desierto de Tengger es la mayor del mundo conectada hasta la fecha. Tiene una capacidad de 1.547 MW y se instaló en el desierto de Tengger, en Zhongwei, provincia de Ningxia. Se comenzó a construir en 2012 y se concluyó a finales de 2015, aunque no se conectó a la red hasta un año después. Se la conoce en China como la «Gran Muralla Solar». El desierto de Tengger es una región natural árida que cubre aproximadamente 36.700 km² y se encuentra principalmente en la región autónoma de Mongolia Interior en China. La planta solar cubre un área de 1.200 Km², equivalente al 3,2% de la superficie del desierto. La planta de Tengger Desert es operada por **National Grid Zhongwei Power Supply Co.**



Ilustración 17: Parque Solar del Desierto de Tengger. 1.500MW. China

5. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN LA ACTUALIDAD

La energía solar termoeléctrica podría suministrar el 6% de la demanda de electricidad global en 2030 y alcanzar el 12% en 2050, si se dan las condiciones adecuadas, según se recoge en el informe de Energía Solar Termoeléctrica, Perspectiva Mundial 2016 elaborado por Greenpeace Internacional, SolarPaces y Estela (Asociación Europea de la Industria Solar Termoeléctrica)

Para los autores del informe, y teniendo en cuenta el ritmo actual, será imposible limitar el aumento de la temperatura global a 2°C tal y como se definió en el Acuerdo de París, por lo que la UE necesita revisar con urgencia sus objetivos y fijar nuevas metas, limitando la temperatura global a 1,5° C con metas del 40% de reducción de emisiones de gases para el año 2030 con respecto a niveles de 1990. Esto sólo será posible con una firme descarbonización del sector energético y un mayor incremento del consumo de energía renovable.

La energía solar termoeléctrica permite un mayor equilibrio a menor costo, como la eólica. Es capaz de satisfacer tanto la demanda pico como la carga base. Es una fuente de electricidad que no emite gases efecto invernadero y se adapta perfectamente a diversas zonas del mundo con fuerte irradiación solar como el sur de Europa, norte de África y Oriente Medio, África del Sur, India, China, Sur de EE UU y Australia.

En los últimos diez años, la energía solar termoeléctrica se ha expandido rápidamente convirtiéndose una de las soluciones más fiables de generación de energía. El volumen anual del mercado de generación solar termoeléctrica fue de alrededor de 3.000 millones de dólares en 2015. Y mientras en 2006 la capacidad instalada era de solo 0,5 GW ahora es de casi 5 GW. El sector termoeléctrico apunta a capacidades instaladas de dos dígitos en los próximos cinco años.

A pesar de todo, España y Estados Unidos lideran este mercado que encabeza España con una capacidad acumulada de 2,3 GW, seguida de Estados Unidos, con 1,7 GW. La diferencia es que mientras el mercado español permanece inactivo, EEUU sigue avanzando poco a poco. El año pasado hay que anotar la planta de Crescent Dunes, de 110 MW, propiedad de SolarReserve y contruida por ACS Cobra.

Plantas termosolares más grandes del mundo

1. Ivanpah. 392 MW. Estados Unidos

Tres enormes huertos solares en medio del desierto de Mojave, que comparten los estados de Nevada y California, componen el complejo Ivanpah, la mayor planta solar térmica del mundo, que ocupa un área de 13 kilómetros cuadrados a solo 60 kilómetros al sur de Las Vegas.

Y es que, a plena capacidad, sus tres torres de 139 metros de altura y sus más de 300.000 espejos controlados por ordenador, pueden producir 392 MW, un suministro limpio equivalente a reducir 400.000 toneladas de dióxido de carbono al año o, lo que es lo mismo, similar a quitar 72.000 vehículos de la circulación. Una aportación que ayudará al estado de California a acercarse a su objetivo, que no es otro que obtener el 33% de su electricidad de fuentes renovables para el año 2020.

La propiedad de Ivanpah se la reparten las compañías NRG Energy, BrightSource Energy y Google, y es tan grande que por sí sola proporciona el 30% de toda la energía solar generada en Estados Unidos.

A diferencia de la energía fotovoltaica, que convierte la radiación solar directamente en electricidad, esta instalación genera calor. Los más de 300.000 espejos colocados en círculos concéntricos alrededor de las tres torres reflejan y concentran la radiación solar recibida en una caldera situada en la parte de arriba de cada una de las torres, elevando la temperatura del agua que contiene a más de 1.000 grados Fahrenheit. Este calor hace girar las turbinas, que generan electricidad



Ilustración 18: Planta termo solar Ivanpah. 392 MW. Estados Unidos

2. Plataforma Solar de Extremadura Solaben. 200 MW. España

La Plataforma Solar Extremadura de 200 MW es el mayor complejo termosolar en Europa y una de las mayores plantas de su tipo en el mundo, ubicada en el municipio de Logrosán, en la provincia de Cáceres, Extremadura, España. El complejo fue construido en dos fases y compuestas por cuatro plantas de energía solar concentrada (CSP), Solaben 1, 2, 3 y 6, con una capacidad instalada de 50 MW cada una. Solaben 2 y 3, las dos unidades pertenecientes a la primera fase, comenzaron a funcionar respectivamente en julio y diciembre de 2012, mientras que las dos unidades en la segunda fase, Solaben 1 y 6, iniciaron sus operaciones comerciales en septiembre de 2013.

Las dos plantas termosolares de la primera fase son propiedad conjunta de Abengoa Solar en un 70% e Itochu en un 30%, mientras que las otras dos son propiedad exclusiva de Abengoa Solar. El coste de la construcción de la primera fase superó los 500 millones de euros, siendo 340 financiados principalmente mediante un préstamo de SMBC, HSBC, Mizuho, BTMU y la agencia de crédito a la exportación japonesa NEXI, mientras que la segunda fase del proyecto se llevó a cabo con una inversión total de 200 millones de euros. La ejecución del proyecto ha supuesto la creación de 3.000 puestos de trabajo durante su construcción y 91 empleos fijos para su operación.



Ilustración 19: Plataforma Solar de Extremadura Solaben. 200 MW. España

3. Noor I-Ouarzazate. 160 MW. Marruecos

Noor I es la primera fase de 160 MW de la planta termosolar del mismo nombre, en Ouarzazate, al sur de Marruecos, que está llamada a ser la más grande en el mundo. Esta primera fase llamada consta de 500.000 espejos curvados alineados en 800 filas sobre una superficie de 450 hectáreas, que producen energía suficiente para alimentar 700.000 hogares marroquíes.

El megaproyecto solar de Ouarzazate tiene como objetivo final alcanzar una capacidad de 2.000 megavatios en 2020 con una inversión total de 9.000 millones de dólares (unos 8.100 millones de euros), a través de proyectos que estarán repartidos entre Ouarzazate, Midelt (centro) y también en el Sáhara Occidental (El Aaiún y Bujador).



Ilustración 20: Planta termosolar Noor I-Ouarzazate. 160 MW. Marruecos

6. ENERGÍA DE LA BIOMASA EN LA ACTUALIDAD

Entre los países que mayor uso hacen de la biomasa se encuentran países como Reino Unido y los países nórdicos de Europa, como Polonia y Finlandia, siendo esta última la que más veces aparece en el top 5 de plantas de biomasa. Finlandia tiene 3 de las 5 plantas de biomasa más grandes del mundo. ¿A qué puede deberse?

Desde 2008 el precio de los paneles solares en Finlandia ha caído en picado, se han abaratado en un 80% y su eficiencia ha ido en aumento. Los nuevos paneles solares funcionan en días lluviosos y oscuros, y la eficiencia de los paneles solares aumenta a baja temperatura y en entornos limpios y libres de polvo.

Otro de los motivos por los que Finlandia lidera el ranking de las 5 plantas de biomasa más grandes del mundo se debe a que el país era hasta hace unos años dependiente energéticamente de otros países. Desde 2010 se ha buscado el autoabastecimiento energético de Finlandia, apostando por las energías renovables. Para el año 2050 se prevé que la energía producida en el país sea 100% de origen renovable.

Plantas de Biomasa más grandes del mundo

1.- Ironbridge (Reino Unido)

Es la planta de biomasa pura más grande del mundo. Se encuentra en SevernGorge, Reino Unido, y tiene una capacidad de 740 MW. Las instalaciones de 1.000 MW de una antigua central eléctrica de carbón fueron reconvertidas en 2013 para la generación energética a partir de biomasa. El combustible empleado en esta planta de biomasa son pellets de madera.

2.- Alholmenskraft (Finlandia)

Esta planta de 265 MW se ubica en las instalaciones de la fábrica de papel UPM-Kymmene en Alholmen, Jakobstad, Finlandia. Está en funcionamiento desde principios de 2002. Suministra, además, 100 MW de calor a la empresa papelera y 60 MW de calefacción urbana para los ciudadanos de Jakobstad. La planta emplea una caldera de lecho fluidizado circulante.

3.- Toppila (Finlandia)

Esta central eléctrica de biomasa está ubicada en el distrito de Toppila, Oulu, Finlandia. Es una de las plantas mayores del mundo que utilizan turba como combustible y tiene una capacidad de 210 MW de energía eléctrica y 340 MW de potencia térmica. Cuenta con dos unidades de 75 MWe y 145 MWe.

Demanda mundial de energía

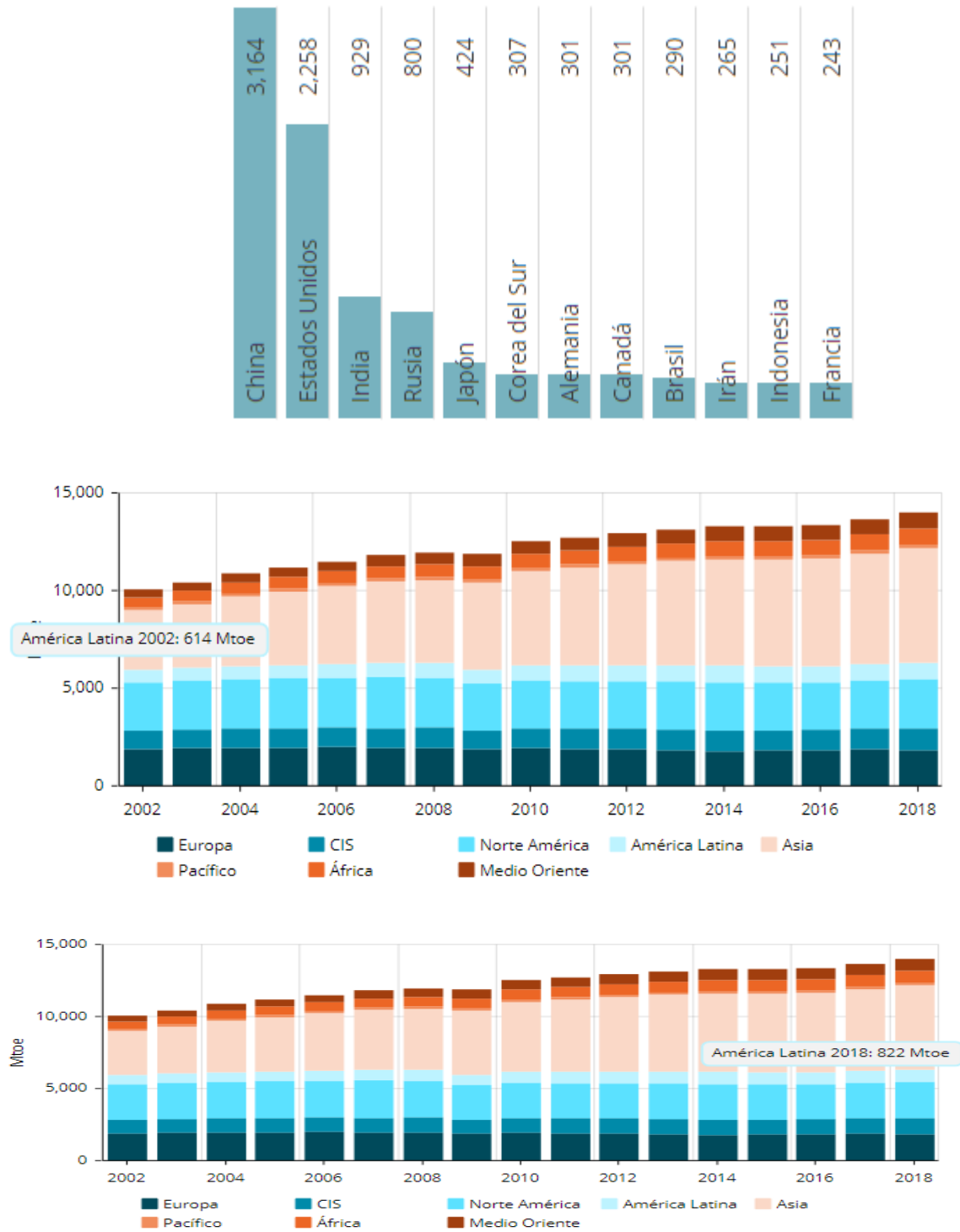


Ilustración 21: Grafico demanda mundial de energía.

Aceleración del consumo energético en 2018 (+2,3 %) impulsada por un elevado crecimiento de la demanda de electricidad y gas

El consumo energético global experimentó un crecimiento significativo en 2018, propiciado por el crecimiento económico sostenido y por el aumento de la demanda en China, el mayor consumidor de energía del mundo desde 2009. El consumo energético de China registró su mayor crecimiento desde 2012, propiciado principalmente por la generación de electricidad, por la fuerte demanda industrial y por el aumento del consumo de combustibles para el transporte, motivado por el crecimiento del parque móvil.

El consumo energético total de los Estados Unidos alcanzó un máximo histórico de 2,3 Gtep en 2018 (lo que supone un aumento del 3,5 % respecto de 2017), propiciado parcialmente por las condiciones climáticas (verano caluroso e invierno frío).

Por el contrario, el consumo energético disminuyó en la Unión Europea (-1 %), y en especial en Alemania (-3,5 %), en parte debido al descenso del consumo en el sector eléctrico, a un invierno más suave, a la reducción del consumo y a las mejoras en la eficiencia energética.

7. MAREOMOTRIZ

La energía mareomotriz, es una energía renovable, limpia e inagotable y se obtiene del aprovechamiento de las diferentes alturas provocadas por las mareas, debido a la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa de La Tierra y La Luna, por la atracción gravitatoria de La Luna y El Sol sobre las masas de agua de los mares y océanos

Las aguas de los océanos del mundo, están sometidas a amplios movimientos oscilatorios, durante los cuales grandes cantidades de esta agua se mueven en forma de corrientes marinas, de un lugar a otro; es decir, en el mar aparecen varias corrientes: unas de gran velocidad, otras muy lentas, unas periódicas, otras intermitentes. Cuando en la atmósfera se generan diferentes temperaturas por el calentamiento solar, se producen los vientos, y éstos causan el movimiento del agua superficial del océano, que se suma a los desplazamientos de las masas de agua producidos por cambios de densidad, dando origen a las corrientes. Sin embargo, éstas no son las únicas causas que producen la circulación del agua oceánica, existen otros factores como el campo gravitacional, la rotación de La Tierra, la fricción, la fuerza de las mareas y la presión atmosférica. Para obtener energía de las corrientes marinas, se necesitan turbinas sumergidas fuera de la costa, con sistemas robustos, cuyas tecnologías son muy recientes

La energía oceánica se obtiene mediante tecnologías que utilizan el mar como elemento impulsor, o que explotan el potencial químico o calorífico que posee, las fuentes de generación de energías renovables provienen de distintas fuentes aptas para tecnologías de conversión diferentes, dichas fuentes se mencionan a continuación:

- Oleaje, la energía a partir del oleaje se obtiene por transferencia de energía mecánica del viento a la superficie del océano.
- Amplitud de la marea (ascenso y descenso de las mareas), la energía se obtiene por efecto de las fuerzas gravitacionales del sistema Sol-Tierra-Luna, el potencial teórico mundial de la energía de las mareas representa entre 1 y 3 TW.

- Corrientes de marea, la obtención de energía mediante ese recurso depende del caudal de agua que ocasiona el llenado y vaciado de las regiones costeras que experimentan las mareas
- Corrientes oceánicas, la energía se obtiene a partir de la circulación oceánica de tipo eólico y termohalino (movimientos internos de agua en el océano profundo). El sistema que mejor caracteriza las corrientes oceánicas es la corriente del golfo de américa del norte.
- Energía térmica de los océanos, la conversión de este tipo de energía se deriva de las diferencias de temperatura que existen entre la energía solar almacenada como calor en las capas superiores del océano y en las más frías, generalmente a profundidades inferiores a 1.000 m. aunque la densidad de este tipo de energía es relativamente baja, el total de su potencial es muy superior al de otras modalidades de energía oceánica.
- Gradientes de salinidad (energía osmótica), este tipo de energía se da en los puntos donde afluentes de agua dulce chocan con el agua salada del mar, es en ese punto donde se genera presión osmótica, la tecnología aplicada que aún está en desarrollo son membranas con nanotecnología que dejan pasar únicamente el agua, pero no las sales, lo cual genera una diferencia de potencial eléctrico que puede aprovecharse en una turbina.

Tecnologías aplicadas

Turbinas axiales de corriente marina

Las turbinas axiales operan debajo del mar, actualmente existen diversos prototipos en operación estas operan en un solo eje axial paralelo a la dirección de las olas del mar en las que las corrientes al atravesar por ellas transforman la energía cinética en energía mecánica para luego la turbina transformarla en electricidad.

Turbinas de eje vertical

Estas turbinas funcionan de manera similar a las de eje axial, únicamente que el eje de giro o rotación esta de tal forma que el flujo de agua que incide sobre ellas es perpendicular al sentido de la corriente del mar.

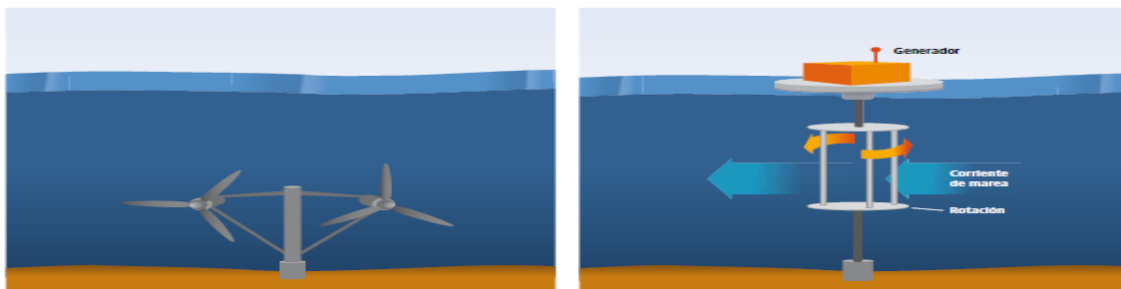


Ilustración 22: turbinas perpendiculares a la corriente del mar

Sistema efecto Venturi

Es una turbina de eje horizontal envuelta en una carcasa tubular que a medida va acercándose a la turbina, va estrechándose y que aguas abajo va ensanchándose nuevamente, esto permite aprovechar el aumento de velocidad (aceleración) debido al gradiente de presión aprovechando el rendimiento de la turbina.



Ilustración 23: sistema de efecto Venturi

Convertidores de energía del oleaje

En este tipo de mecanismos las olas aumentan la columna de agua confinadas por la estructura, la cual genera un aumento de presión en la cavidad de aire el cual es empujado a través del rotor para la generación de electricidad.

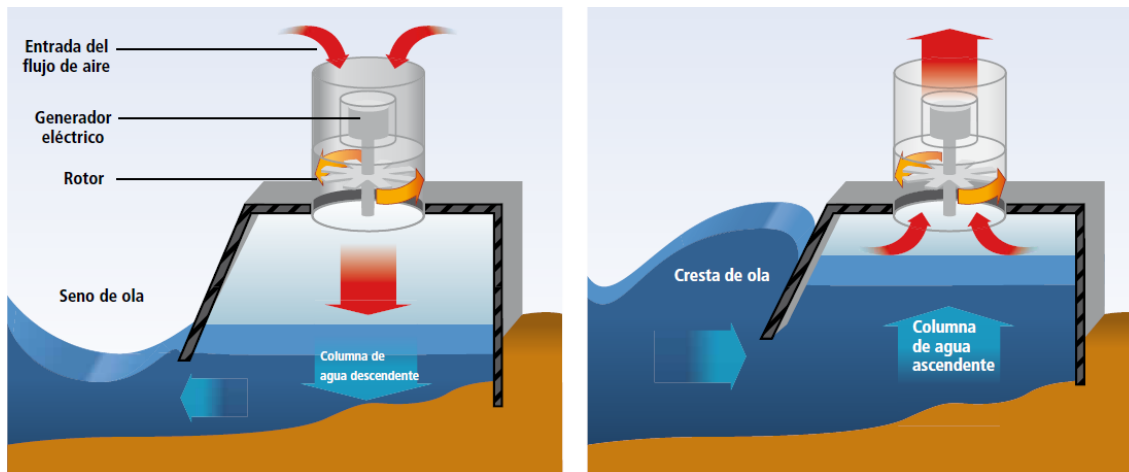


Ilustración 24: Convertidor de energía del oleaje

Para efectos prácticos, la tecnología mareomotriz es demasiado innovadora aun para los planes del actual gobierno, pues por ejemplo ellos en el **PLAN CUSCATLÁN** solo destacan proyectos de:

- Generación de energía eléctrica por medio de energía geotérmica en 70 MW, con la puesta en marcha de una nueva planta de 50 MW y el incremento en las plantas geotérmicas ya existentes en 10 MW cada una.
- Generación eléctrica por medio de energía solar-fotovoltaica en 100 MW.

- Generación de energía por medio de biodigestores de gas metano provenientes de desechos orgánicos, en 30 MW.

Como podemos observar, desde el punto de vista de los planes de El Salvador, como república no está al alcance un proyecto tan innovador.

Adicional a esto, este tipo de energía, aunque se ve muy prometedora, está en sus inicios y los estudios al océano de El Salvador, según los portales de transparencia, no especifican los suficientes datos para poderlos instalar, en otras palabras, es una inversión extra para los que quieran aventurarse en estos proyectos.

Por último, en la escala global tenemos:

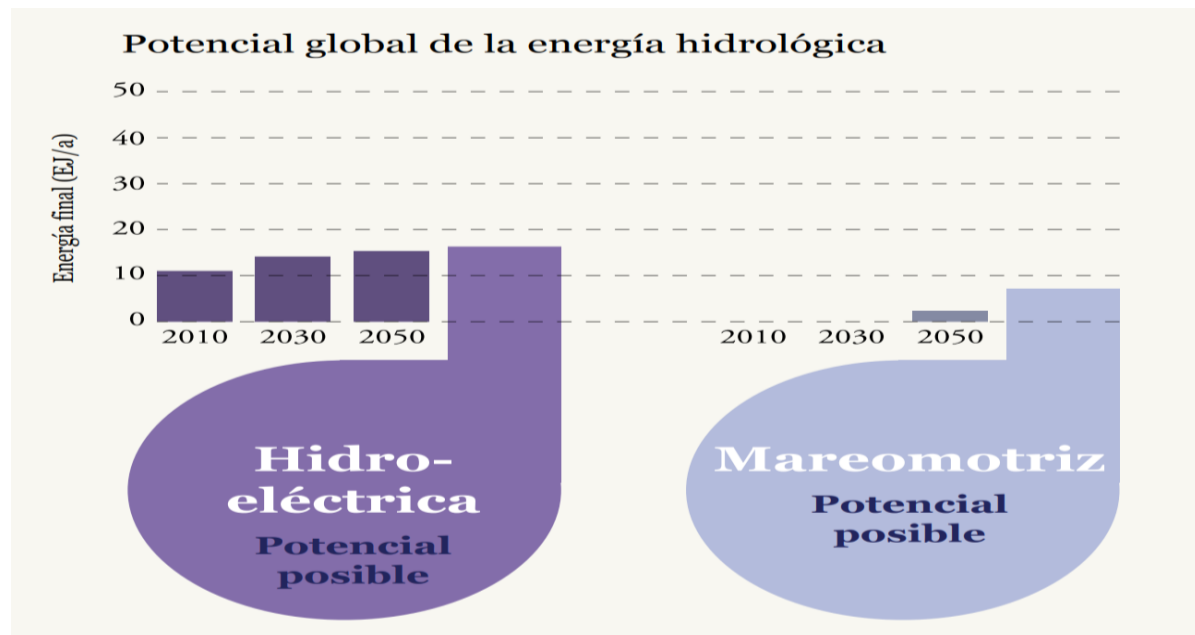


Ilustración 25: potencia global de energía

La energía mareomotriz, en escala global ni siquiera para los próximos 10 años llegara una décima parte de la hidroeléctrica, y según las proyecciones aun en el 2070 no tendremos tanto potencial mareomotriz en el mundo del que ahora ya tenemos con las hidroeléctricas.

B. MARCO CONTEXTUAL

Las fuentes renovables de energía, incluyendo energía hidráulica, geotérmica, biomasa, solar y eólica juegan un importante y creciente papel en la matriz energética del país. El CNE está comprometido con el desarrollo sostenible de las tecnologías energéticas renovables y el aumento en el uso de las energías limpias nacionales, siendo esta una parte importante de la lucha contra el cambio climático y el aumento de nuestra seguridad energética.

La Dirección de Energía Renovable es el órgano técnico que tiene a su cargo todos los aspectos de Política Energética Nacional referidos a energías renovables, comprendiendo tanto la

formulación de las propuestas de política, como el análisis y elaboración de instrumentos y las fases de promoción, consulta, coordinación y seguimiento.

Según el boletín energético 2018 de la SIGET, en El Salvador se genera energía eléctrica a partir de cuatro tipos: Hidráulica, Geotérmica, Fósil y Biomasa, en la gráfica siguiente se muestra la evaluación anual que ha tenido cada tipo de energía en el salvador dese el año 1954 hasta el 2010

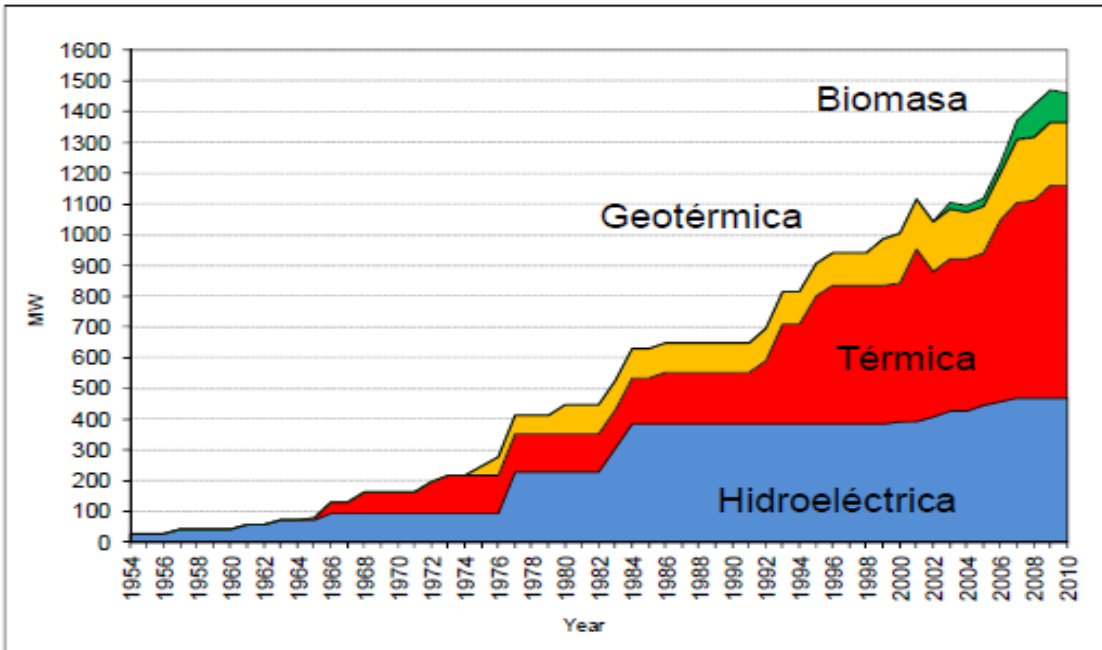


Ilustración 26: Gráfico evaluación anual de la capacidad instalada

Según el informe de rendición de cuentas de la SIGET del periodo 2014-2017 la participación en el mercado eléctrico de las energías renovables se desglosa de la siguiente manera:

tipo de energía	% de participación
Biomasa	4%
Geotérmica	23.6%
Solar Fotovoltaica	1.9%
Hidráulica	22.9%
total	52.4%

Tabla. 1: Participación en el mercado eléctrico

De allí la importancia que este tipo de energías sigan aumentando ya que al ser energías limpias producen beneficios al medio ambiente y son de recursos renovables. Además de ello el informe de rendición de cuentas de la SIGET también hace referencia al aumento de capacidad que se ha tenido en la matriz energética en los diferentes tipos de tecnología siendo este de 339.47 MW.

Tipo de energía	Capacidad
Biomasa	252.2 MW
Geotérmica	756.61 MW
Solar Fotovoltaica	93.48 MW
Hidráulica	216 MW

Tabla. 2: Capacidad instalada por tipo de tecnología.

La demanda de energía en el Mercado Eléctrico Mayorista de El Salvador ha crecido a tasas menores o iguales del 4.0% anual en los últimos nueve años. Según datos del Consejo Nacional de Energía, durante 2015 el consumo de energía alcanzó los 6,311 GWh versus 6,067 GWh en 2014, lo que equivale a un crecimiento del 4.0%.

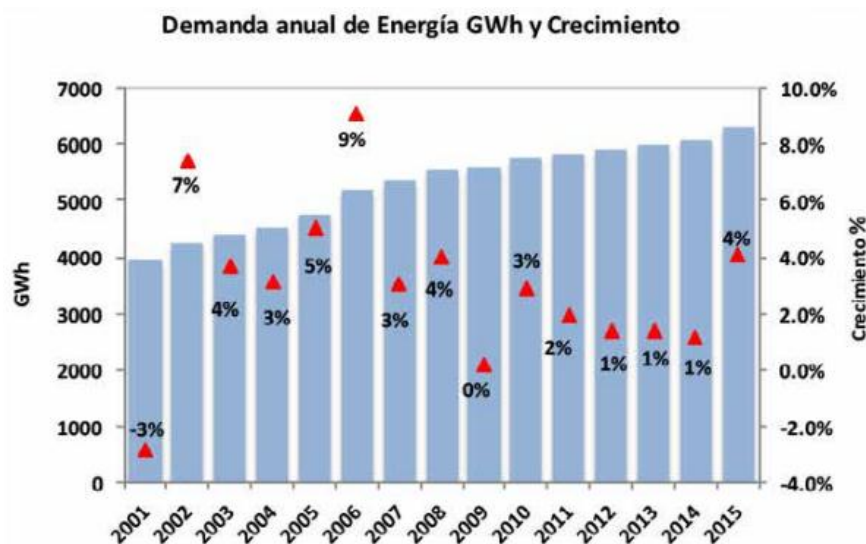


Ilustración 27: Gráfico demanda anual de energía.

Tendencia de consumo per cápita

El mayor consumo de electricidad se debe no solamente al crecimiento natural de la población, sino también al hecho de que cada habitante utiliza cada vez más energía. La tendencia creciente del consumo per cápita de energía en los últimos años se muestra a continuación:

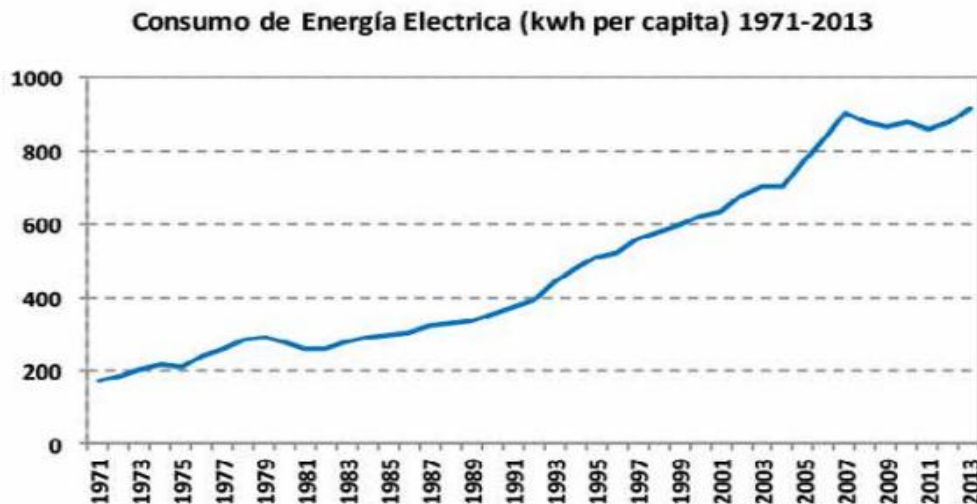


Ilustración 28: tendencia de Consumo de energía eléctrica per cápita.

Evolución del precio por MWh

El precio promedio ponderado anual de la energía demandada en el Mercado Regulador del Sistema (MRS) para el año 2015 según cifras publicadas por la Unidad de Transacciones, reflejó un valor de US\$105.03 MWh, observando una disminución del 36.2% de comparar con 2014 (US\$165.03 MWh). El precio máximo observado en 2015 fue de US\$131.7 MWh (189.8 MWh en 2014) y el precio mínimo fue de US\$70.2 MWh (US\$127.1 MWh en 2014).

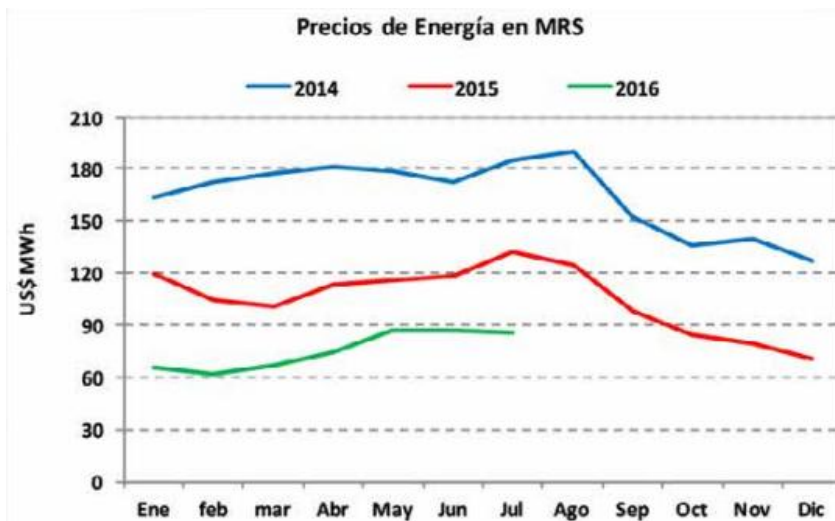


Ilustración 29: Grafico de precios de energía en (MRS)

Se puede observar que la demanda del sector eléctrico en El Salvador va en aumento, así como las diferentes tecnologías de generación de energías renovables las cuales permitirán en un futuro incrementar su capacidad instalada y efectiva con el fin de reducir costos y a la vez el impacto ambiental en nuestro País.

Pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHs)

En el año 2011 se pueden contabilizar un total de 20 centrales hidroeléctricas con una capacidad instalada total de 487 MW. Además, existen 17 pequeñas centrales hidroeléctricas menores de 20 MW con una capacidad instalada total de 35 MW.

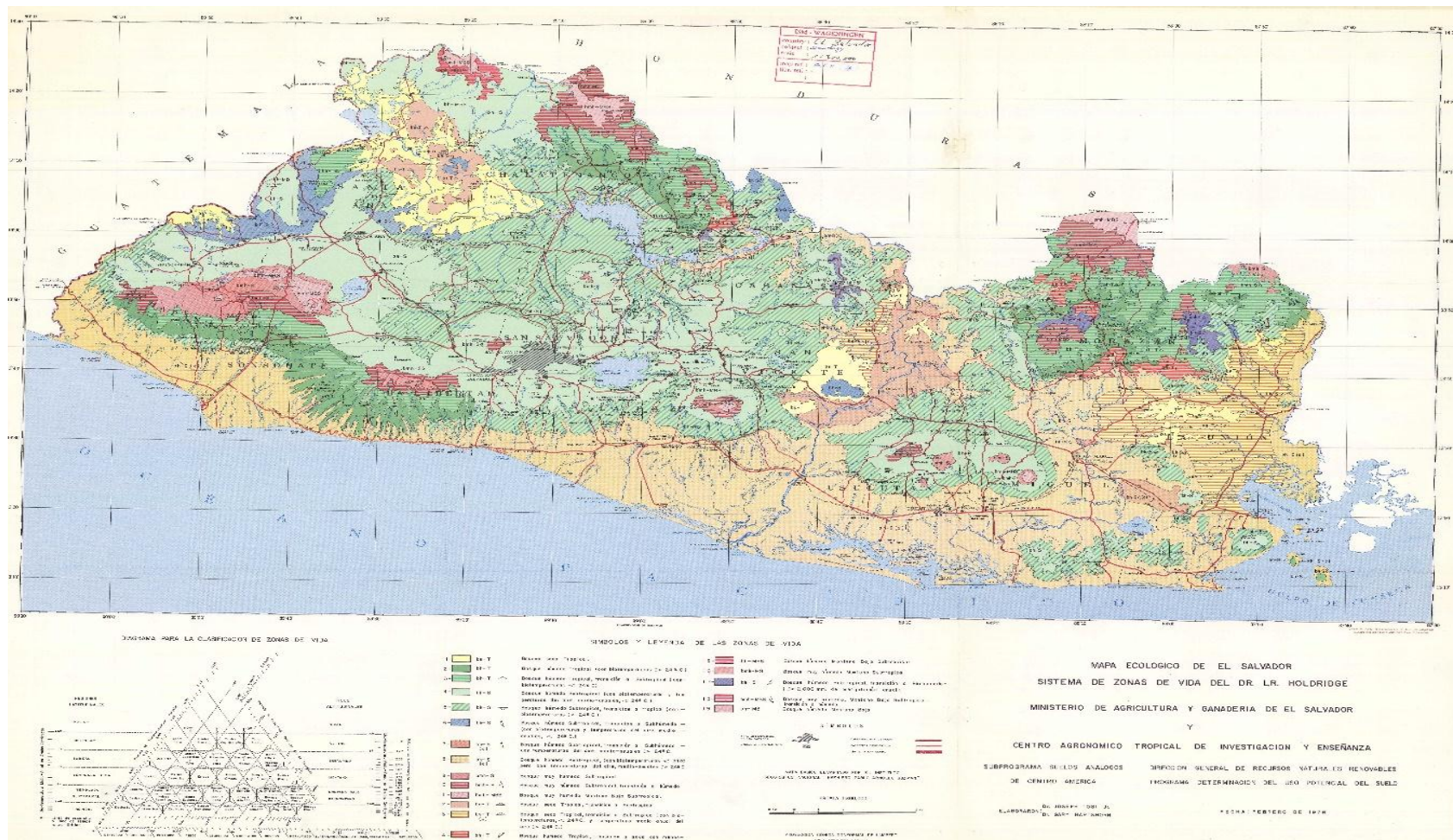
El potencial total de energía hidroeléctrica en El Salvador es de 2,235 MW y el potencial de las pequeñas centrales hidroeléctricas menores de 20 MW es de 158 MW. De acuerdo a los estudios previos, se estima una producción anual promedio de energía de los sitios potenciales de 7,624 GWh/año en total y 675 GWh/año para las pequeñas centrales hidroeléctricas con capacidades menores de 20 MW. Estas energías anuales estimadas incluyen valores calculados asumiendo un factor de planta del 50%, a continuación, se muestran las centrales hidroeléctricas existentes en el salvador

No.	Central de Generación	Localización por Departamento	Capacidad (MW)	Unidades	Inyección (MWh)	Estat/Privada	Agente Receptor
1	Guajoyo	Metapán, Santa Ana	19.80	(1x19.8)	51,200	Estat - CEL	ETESAL
2	Cerrón Grande	Chalat./Cuscatlán/Caba	172.80	(2x86.4)	401,000	Estat - CEL	ETESAL
3	5 de Noviembre	Cabañas/Cuscatlán	99.40	(3x20)+(1x18)+(1x21.4)	474,100	Estat - CEL	ETESAL
4	15 de Septiembre	San Vicente/Usulután	180.00	(2x90)	574,100	Estat - CEL	ETESAL
5	Cucumacayán	Sonsonate	2.30	(1x1.4)+(1x0.9)	11,687	Estat - CECSA	DELSUR
6	Río Sucio	Santa Ana	2.50	(1x2.5)	8,230	Estat - CECSA	CAESS
7	Milingo	San Salvador	0.80	(2x0.4)	2,639	Estat - CECSA	“ “
8	Bululú	Sonsonate	0.70	(1x0.7)	3,283	Estat - CECSA	AES-CLESA
9	Atehuasías	Ahuachapán	0.60	(1x0.6)	0	Estat - CECSA	“ “
10	Cutumay Camones	Santa Ana	0.40	(1x0.4)	672	Estat - CECSA	“ “
11	Sonsonate	Sonsonate	0.20	(1x0.2)	899	Estat - CECSA	“ “
12	San Luis I	Santa Ana	0.60	(1x0.6)	3,178	Estat - CECSA	“ “
13	San Luis II	Santa Ana	0.74	(1x0.74)	0	Estat - CECSA	“ “
14	Sensunapán Nahizalco)	Sonsonate	2.80	(3x1.0)	17,246	Private - Sensunapán	AES-CLESA
15	La Calera	La Union	1.50	(1x1.50)	5,310	Private - De Matheu	AES-CLESA
16	Papaloate	Sonsonate	2.00	(1x2.0)	7,306	Private - Papaloate	AES-CLESA
17	La Chacra	Morazán	0.017	(1x0.017)	N.D.	Private - SABES	Autoconsumo
18	Carolina	San Miguel	0.05	(1x0.050)	N.D.	Private - SABES	“ “
19	El Junquillo	Morazán	0.014	(1x0.014)	N.D.	Private - SABES	“ “
20	Miracapa	San Miguel	0.034	(1x0.034)	N.D.	Private - SABES	“ “
		Total	487.255		1,560,849		

Tabla 3: Proyectos de Pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHs)

1. MAPA ECOLÓGICO DE EL SALVADOR

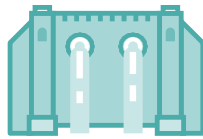
Sistema de vida del Dr. L.R. Holdridge



Como podemos observar el mapa nos da las áreas y temperaturas del territorio salvadoreño, dándonos así, mucha información acerca del territorio en materia de medio ambiente y las condiciones del lugar. Sin embargo, este mapa no nos proporciona medidas como: Luminosidad, Velocidad del viento, Puntos de posibles fuentes geotérmica u otros indicadores muy importantes para el estudio; por lo tanto, se presenta el mapa para consultas de temperaturas, potencial de precipitaciones en la zona, relación de evaporación potencial y humedades que puedan afectar al trabajador, maquinaria y otros factores.

2. IMPACTOS EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

RECURSO



HIDROENERGÍA

RIESGOS SOBRE RECURSO

Menos lluvia, el retiro de glaciares, mayor temperatura y evapotranspiración significan menos agua. Además de extensos periodos de sequía o irregularidad en la captación del agua.

Cambios en la temporalidad de las lluvias afecta la capacidad para amortiguar sequías.

PROPUESTAS

Clave mantener el flujo y continuidad del recurso a través de **un manejo integrado de cuencas hídricas para conservar bosques.**

Protección efectiva de áreas protegidas.

Profundizar los estudios que permitan establecer el impacto de la disponibilidad de agua en la vida de la planta.

Desarrollar reglas adaptativas de manejo y ejecutar modificaciones como: seleccionar turbinas de flujos bajos, modificar canales o túneles para flujos bajos, construir presas pequeñas o más altas río arriba, aumentar el número de reservorios.



TÉRMICA

Aumento de temperatura reduce eficiencia general y disminución de lluvias que reducen disponibilidad de agua para procesos de enfriamiento y producción.

Transporte irregular: tormentas en alta mar reducen la posibilidad de navegar y así pueden producir

dificultades en la transportación de petróleo, carbón y gas para la producción de energía.

Reducir el consumo de agua usando tecnologías más eficientes, reciclar el agua de intercambiadores de calor, condensadores y otros procesos, enfriamiento seco, reducir pérdidas por evaporación.

Delimitar zonas de alto riesgo.



SOLAR

Aumento de temperaturas y alta nubosidad disminuyen la eficiencia.

Aumento de lluvia y vientos pueden remover restos de los paneles.

Menor disponibilidad de agua puede afectar los procesos de enfriamiento para CSP.

Reconsiderar los lugares y materiales utilizados en función del aumento esperado de temperatura.

Considerar estructuras del diseño para enfriamiento de módulos por flujo de aire, diseños resistentes a fuertes vientos e inundaciones.

Sistemas descentralizados pueden aumentar la estabilidad del sistema.

Evitar instalaciones en lugares con polvo y arena.

C. MARCO TEORICO

La probabilidad: es la posibilidad que existe entre varias posibilidades, que un hecho o condición se produzcan. La probabilidad, entonces, mide la frecuencia con la cual se obtiene un resultado en oportunidad de la realización de un experimento sobre el cual se conocen todos los resultados posibles gracias a las condiciones de estabilidad que el contexto supone de antemano.

Distribución binomial: es una distribución de probabilidad discreta que describe el número de éxitos al realizar n experimentos independientes entre sí, acerca de una variable aleatoria.

Formula de la distribución binomial

$$P(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

Donde:

- n = número de ensayos/experimentos
- x = número de éxitos
- p = probabilidad de éxito
- q = probabilidad de fracaso (1-p)

Volatilidad: La volatilidad no es otra cosa que la incertidumbre acerca de cómo evolucionará una determinada variable, tanto en cuanto a dirección (si aumentará o disminuirá) como a velocidad (que porcentaje de cambio tendrá). (Rodríguez, 2001). Caso concreto de las opciones reales, es el posible rango de precios que puede llegar a tener el precio del activo subyacente durante la vida de contrato de la opción, y la variabilidad de los mismos precios en términos porcentuales de su velocidad. (Delgado, 1999). Para calcular la volatilidad de un proyecto se utiliza la siguiente ecuación.

$$z = \ln \left(\frac{PV_1 + FCF_1}{PV_0} \right)$$

según el método binomial, el valor del activo puede evolucionar con movimiento de subida μ . Siendo el movimiento de subida μ :

$$\mu = e^{(\sigma\sqrt{\Delta t})}$$

Donde σ es la desviación típica anual de los rendimientos del activo y Δt la variación de tiempo que ocurre de un periodo al siguiente que nos sirve para ajustar la volatilidad anual al periodo que estamos utilizando.

$$d = \frac{1}{\mu}$$

La probabilidad de que exista una subida μ en el valor, viene representada por p:

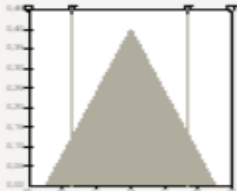
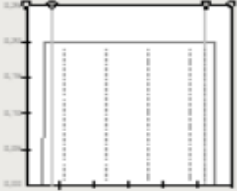
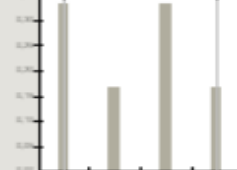
$$p = \frac{(1 + r_f) - d}{\mu - d}$$

Y la probabilidad de una bajada q:

$$q = 1 - p$$

Los datos necesarios para la valoración, son:

- El valor actual de los flujos de caja esperados del proyecto (PV)
- La volatilidad esperada del rendimiento del proyecto (σ)
- El tipo de interés libre de riesgo (r_f)
- Coste de la inversión para el lanzamiento del proyecto (I)
- Probabilidades estimadas de éxito en cada fase de decisión (s)
- Coste de las inversiones intermedias (C)

Funciones de Distribución	Características	Aplicaciones	Ejemplos
<p>Triangular</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mínimo predeterminado ▪ Máximo predeterminado ▪ Se determina el valor más probable, junto con el cual la distribución se dibuja con forma triangular 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se conocen los valores mínimos, máximos y más probable que pueden ser considerados por la variable 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Volumen de ventas estimadas ▪ Costes de mercado
<p>Uniforme</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mínimo predeterminado ▪ Máximo predeterminado ▪ Todos los valores entre el mínimo y el máximo de la distribución son igualmente probables 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El total del rango de la variable es igualmente probable 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valoración de activos inmobiliarios
<p>Discreta</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posibles valores a considerar ▪ Posibilidad asociada a cada uno de los valores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocemos los diferentes posibles valores ▪ Somos capaces de asignar probabilidades al cumplimiento de dichos valores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de personal contratadas en la empresa

D. MARCO CONCEPTUAL

MATEMATICA FINANCIERA

➤ TD (Tasa de Descuento)

La tasa de descuento es el coste de capital que se aplica para determinar el valor presente de un pago futuro.

La tasa de descuento es muy utilizada a la hora de evaluar proyectos de inversión. Nos indica cuánto vale ahora el dinero que recibiremos en una fecha posterior.

➤ VAN (Valor Actual Neto)

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable.

Una manera de establecer el VAN es mediante la siguiente fórmula:

$$\text{VAN} = \text{Beneficio neto actualizado (BNA)} - \text{Inversión}$$

El BNA es el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, que ha sido actualizado mediante una tasa de descuento (TD). Esta última es la tasa de rendimiento o rentabilidad mínima que se espera obtener.

VAN < 0 el proyecto no es rentable. Cuando la inversión es mayor que el BNA (VAN negativo o menor que 0) significa que no se satisface la TD.

VAN = 0 el proyecto es rentable, porque ya está incorporado ganancia de la TD. Cuando el BNA es igual a la inversión (VAN igual a 0) se ha cumplido con la TD.

VAN > 0 el proyecto es rentable. Cuando el BNA es mayor que la inversión (VAN mayor a 0) se ha cumplido con dicha tasa y, además, se ha generado una ganancia o beneficio adicional.

➤ TIR (Tasa Interna de Retorno)

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el BNA sea igual a la inversión (VAN igual a 0).

La TIR es la máxima TD que puede tener un proyecto para que sea rentable ya que una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión (VAN menor que 0).

Entonces para hallar la TIR necesitamos:

- Tamaño de la inversión.
- Flujo de caja neto proyectado.

La TIR o Tasa Interna de Retorno, es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión. Esto quiere decir, el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá esta, para los montos que no hayan sido retirados del proyecto.

¿Cómo calcularla?

El cálculo de la TIR sería igualar la tasa de descuento al momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, lo que haría que el VAN sea igual a 0. Con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Ft Flujos de dinero en cada periodo t

I0 Inversión que se realiza en el momento inicial (t = 0)

n Número de periodos de tiempo

Criterios de selección de proyectos

Siendo “k” la tasa de descuento de flujos para el cálculo del VAN, los criterios de selección serán los siguientes:

- Si la $TIR > k$, se acepta el proyecto de inversión. Porque la tasa de rendimiento interno que obtendremos será superior a la tasa mínima de rentabilidad que exige la inversión.
- Si la $TIR = k$, se presentaría una situación similar a la que se produce cuando el VAN es igual a cero. Aquí se podría llevar a cabo la inversión en caso de que se mejore la posición competitiva de la empresa y que no existan alternativas más favorables.
- Si la $TIR < k$, se debe rechazar el proyecto, ya que no se está alcanzando la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

E. MARCO LEGAL

El trabajo de investigación está enmarcado dentro de los reglamentos que tiene la SIGET, La ley general de Electricidad, La Ley General de Electricidad, de acuerdo con el artículo 27, establece que el Transmisor y las Distribuidoras permitirán la interconexión de agentes del mercado a sus instalaciones, permitiendo el transporte de energía eléctrica, excepto cuando esto represente un peligro para la operación o seguridad del sistema, de instalaciones o de personas.

Para viabilizar lo anterior SIGET elaboró *la Norma Técnica de Interconexión Eléctrica y Acceso de Usuarios Finales a la Red de Transmisión*, (Acuerdo SIGET 30-E-2011), en donde se determinan los procedimientos, requisitos y responsabilidades aplicables a las interconexiones eléctricas entre operadores con el fin de garantizar el principio de libre acceso a las instalaciones de transmisión y distribución, así como la calidad y seguridad del sistema. Esta norma es de aplicación obligatoria para todos los operadores que requieran una interconexión entre sus instalaciones.

Las interconexiones y condiciones acordadas entre las partes involucradas, deberán cumplir con lo establecido en las normas y metodologías que especifican el diseño, acceso, seguridad, operación de las instalaciones eléctricas y las características técnicas de los materiales y equipos, de conformidad al marco legal correspondiente.

Reglamento de la ley general de electricidad y el reglamento aplicable a las actividades de comercialización de la energía. Sin dejar a un lado, los tratados internacionales que El salvador tiene en materia de Energía, ya que estos (según la pirámide legislativa), tienen mayor peso que las anteriores mencionadas; por lo tanto, se hace una lista para conocer todos los tratados internacionales en materia de energía que El Salvador tiene (teniendo en cuenta que estos tratados se cumplen en los reglamentos del país.).

ALEMANIA	Convenio sobre cooperación financiera 2011 (promoción de la energía solar en El Salvador). Suscrito el 29 de octubre de 2012, D.o. No.40, tomo No. 398 del 27 de febrero de 2013
CANADÁ	Memorándum de entendimiento relativo al proyecto regional de energía eléctrica con Canadá. D.o. No.74, tomo No.339, de fecha 24 de abril de 1998. Protocolo de entendimiento al proyecto regional de Energía Eléctrica. D.o. No.240, tomo No.341 del 23 de diciembre de 1998.
CENTROAMÉRICA	Tratado marco del mercado eléctrico de América Central suscrito en: Guatemala el 30 de diciembre de 1996. Acuerdo ejecutivo No. 1292 de 4 de diciembre de 1997. Decreto legislativo No. 207. San salvador 15 de enero de 1998. D.o. No.28 tomo no. 338 de miércoles 11 de febrero de 1998 Protocolo al tratado marco del mercado eléctrico de América Central. Suscrito 11 de julio de 1997 en Panamá, república de Panamá. D.o. No.70 tomo 339 de 20 de abril de 1998

	Segundo protocolo al tratado marco del mercado Electrico de América Central. D.o. No 164 tomo No. 376 de 6 de septiembre de 2007
JAPÓN	Convenio de donación denominado “proyecto de Modernización en el sector energético”. D.o. no.134 tomo no.328 de fecha 20 de julio de 1995. Canje de notas denominado “proyecto de asistencia técnica para el sector de energía”. D.o. No.182 tomo No.329 de fecha 3 de octubre de 1995.
VENEZUELA	Acuerdo de cooperación energética de caracas, Venezuela. D.o. No.89. Tomo No.351, de fecha 15 de mayo de 2001.
ORGANISMOS INTERNACIONALES	Organización latinoamericana y caribeña de energía (OLACDE) Convenio que establece la organización latinoamericana de energía (OLADE).D.o. No.119, tomo No.263, de fecha 28 de junio de 1979.

Tabla. 4: Marco Legal por país.

F. MARCO INSTITUCIONAL.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es la institución responsable del Gobierno Central, en lo referente a la gestión ambiental. En el siguiente cuadro se listan algunas instituciones relacionadas a esta cartera de estado para el desarrollo de las energías renovables en El Salvador.

Departamento de Control de Bienes del Estado de la Fiscalía General de la República	Participación en los procesos voluntarios para la aprobación de anteproyectos de escrituración Inscripción a favor del Estado los inmuebles adquiridos en el Registro de Propiedad respectivo
Unidad Civil de la Fiscalía General de la República	Participación en los trámites de titulación de inmuebles que no poseen escrituras de propiedades debidamente inscritas Participación en los juicios de expropiación cuando sea necesario
Juzgados con jurisdicción territorial	Participación para resolver los casos de litigio o conflicto, cuando los propietarios o poseedores no llegan a acuerdos sobre los términos de indemnización del inmueble a ser ocupado Participación en los procesos de solución de problemas legales de los inmuebles
Centro Nacional de Registros	Institución responsable del registro catastral, provee documentación acerca de: Estado actualizado del inmueble, aprobación de planos de segregación simple, inscripción y desgravación de gravámenes, inscripción de traspaso de inmuebles a favor del Estado.
VMVDU	Permisos de construcción y recepción de obra
Consejo Nacional de Energía	Es el encargado de establecer e impulsar una política y estrategia energética, que contribuya al desarrollo sostenible de El Salvador

Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)	<p>La SIGET es la entidad competente para aplicar las normas sobre electricidad y telecomunicaciones contenidas en tratados internacionales vigentes en El Salvador, en las leyes y sus reglamentos, así como para conocer del incumplimiento de las mismas. Realizar todos los actos, contratos y operaciones que sean necesarios para cumplir con los objetivos que le impongan las leyes, reglamentos y demás disposiciones que rigen los sectores de Electricidad y de Telecomunicaciones. Otorga permisos de concesión.</p>
Gobiernos Municipales	<p>Es la Unidad Política Administrativa primaria dentro de la organización estatal y realiza gestiones en cuanto a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La regulación y el desarrollo de planes y programas destinados a la preservación, restauración, aprovechamiento racional y mejoramiento de los recursos naturales, de acuerdo a la ley. • El decreto de ordenanzas y reglamentos locales. • La elaboración de sus tarifas de impuestos y reformas a las mismas para proponerlas como ley a la Asamblea Legislativa. • Otorga permisos de construcción.
Unidad de Transacciones	<p>"La Unidad de Transacciones es una sociedad dedicada a operar el sistema de transmisión y administrar el mercado mayorista de electricidad, comprometida con la satisfacción de nuestras partes interesadas, garantizando el cumplimiento del Reglamento de Operación y la norma ISO 9001, mediante profesionales competentes y comprometidos, tecnología de vanguardia y la mejora continua de nuestros procesos".</p> <p>El alcance del SGC son los procesos relacionados a la Administración del Mercado Mayorista de Electricidad y la Operación del Sistema de Transmisión, es decir, la red de procesos de la UT, excepto los procesos de gestión financiera, y gestión de seguridad y salud ocupacional.</p>

Tabla. 5: Marco Institucional.

G. MARCO JURÍDICO

Para el desarrollo de proyectos de energías renovables en El Salvador se deben tomar en cuenta las leyes y los reglamentos relacionados a la protección del medio ambiente. Bajo norma constitucional, la Ley de Medio Ambiente establece el marco legal, como: políticas, procedimientos e instituciones encargadas de su regulación. A continuación, se presentan la normativa y legislación relacionadas a la gestión ambiental. Normativa y legislación relacionada a la Gestión Ambiental

Medio Ambiente en General	
Constitución de la República de El Salvador	Regula todo lo relacionado al medio ambiente de manera general (Art. 36, 60, 65, 69, 101, 102, 113, 117) - Reconoce la propiedad como un derecho inviolable y establece los casos en que una persona puede ser privada de sus bienes por asunto de interés público legalmente comprobado y con indemnización justa.
Ley del Medio Ambiente	Establece: Proteger, conservar y recuperar el medio ambiente. Los Art. 16-27 y 29 se refieren a todo lo relacionado con el Estudio de Impacto Ambiental, el Art. 62-65 sobre aprovechamiento de recursos naturales, el Art. 86 contempla todas aquellas acciones consideradas como infracciones ambientales, etc.
Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente	Establece que el MARN es el responsable de elaborar los términos de referencias (TDR); de acuerdo a la envergadura de las actividades obras o proyectos, el titular deberá elaborar o no el estudio de impacto ambiental (EsIA). Art. 20. Arts. 12 y 32 sobre Consulta pública, Art. 22 Categorización ambiental Art. 19 proceso de evaluación ambiental, Art. 21 contenido del Formulario ambiental, Art. 23-28 Contenido del EsIA y sus componentes. Art. 34-39 permiso ambiental, fianza y auditorias.
Categorización de actividades, obras o proyectos conforme a la Ley del Medio Ambiente	Presenta los criterios para clasificar ambientalmente proyectos nuevos. Art. 21, 22, etc. Las pequeñas centrales hidroeléctricas (Las PCHs) no están categorizadas por el MARN (está en fase de aprobación)
Ley de Riego y Avenamiento	Regula el uso de aguas, suelos, flora y fauna, recursos minerales y energéticos, saneamiento ambiental y recursos naturales.
Código Municipal	Regula el ordenamiento territorial del municipio, cubriendo los bosques, aguas, suelos, flora y fauna, recursos minerales y energéticos y el saneamiento ambiental. Todas las ordenanzas municipales que emita el municipio donde se desarrolle el proyecto, las cuales pueden involucrar: ordenanzas para la gestión ambiental, ordenanzas sobre impuestos específicos hacia la actividad a desarrollar, etc.
Código Penal	Establece las sanciones correspondientes por violar la legislación ambiental
Contaminación y Residuos	
Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental	Establece los estándares de calidad ambiental, control de ruido, control de olores contaminantes, calidad del agua, calidad del suelo y disposiciones finales. Art. 6 límite de vertido y emisiones, Art. 19 calidad del agua del medio receptor. Art. 20 y 21 aguas
Reglamento especial de aguas residuales	Tiene por objeto velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamientos sostenibles del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación.
Reglamento sobre la calidad del agua el control de vertidos	Art. 19 Establece que las descargas de residuos sólidos, líquidos o gaseosos a los diferentes medios acuáticos, alcantarillado sanitario y obras de tratamiento no podrán ser efectuados sin la previa autorización de la Autoridad Competente.

y las zonas de protección	
NSO 13.11.01:01 Norma Salvadoreña Obligatoria para Calidad del aire ambiental. Inmisiones atmosféricas	Oficializada en el Diario Oficial 156 Tomo 360 el 26/08/2003. Esta norma tiene como objetivo establecer los límites de inmisión de los principales contaminantes del aire, que garantizan una calidad del aire ambiental aceptable para la salud y la vida humana en particular y para la vida silvestre en general.
NSO 13.49.01:09 Norma Salvadoreña Obligatoria para agua. Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor	Oficializada en el Diario Oficial 48 Tomo 382 el 11/03/2009. Esta norma tiene como objetivo establecer las características y valores fisicoquímicos, microbiológicos y radioactivos permisibles que debe presentar el agua residual para proteger y rescatar los cuerpos receptores.
Ley de ANDA	Art. 70. ANDA. gozará de preferencia, para el uso o aprovechamiento de cualquier cuerpo de aguas u otros bienes de propiedad nacional o privada, que sean considerados necesarios para abastecimiento de aguas de descarga de alcantarillados sanitarios, sobre cualquier derecho que con las mismas finalidades tuvieren o alegaren personas naturales o jurídicas, organismos oficiales o semioficiales.
Código Civil	Regula la descarga de aguas.
Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos	Tienen por objeto reglamentar la Ley del Ambiente, en lo que se refiere actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.
Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos	Tiene por objeto regular el manejo de los desechos sólidos. El alcance del mismo será el manejo de desechos sólidos de origen domiciliario, comercial, de servicios o institucional; sean procedentes de la limpieza de áreas públicas, o industriales similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos.
Manual de Operaciones del Banco Mundial. Políticas operacionales del Banco Mundial	OP 4.01, Evaluación Ambiental, de enero de 1999, que contiene el texto autorizado de esta directriz según fue aprobada por el Banco Mundial.
Áreas Naturales Protegidas y forestal	
Ley de Áreas Naturales Protegidas	Regula el establecimiento, administración, manejo e incremento de las Áreas Naturales Protegidas con el fin de conservar la biodiversidad.
Ley Forestal y su Reglamento	Establece las disposiciones que permiten el incremento, manejo y aprovechamiento en forma sostenible de los recursos forestales. Art. 23 áreas de uso restringido. Art. 21 del Reglamento: transporte almacenamiento de productos forestales: extracción de vegetación
Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción y Lista Roja	Protege el estatus de las especies, en peligro de extinción, amenazadas, etc. Listado oficial del MARN 2009. Diario Oficial No. 103, Tomo 383, del 5 de junio de 2009.

Especies Amenazadas y en Peligro UICN 2010	
Ley de Conservación de la Vida Silvestre	Establece la protección de toda especie que sea parte de la diversidad biológica del país.
Desarrollo urbano y uso de la tierra	
Ley de Urbanismo y Construcción y su Reglamento	Regula y controla el desarrollo urbano, solicitando los permisos ambientales o el cumplimiento del trámite ambiental. Establece la necesidad de implementación de reasentamientos humanos colectivos.
Ley de Expropiación y de Ocupación de Bienes por el Estado	Dispone la expropiación y ocupación de bienes a fin de utilidad pública.
Ley Especial de Protección al Patrimonio Cultural de El Salvador y su Reglamento	Establece la necesidad de conservación del patrimonio cultura salvadoreño, así como el procedimiento para la obtención de una licencia del proyecto, en caso de hallazgos arqueológicos en el área del proyecto. Este procedimiento se tiene que canalizar a través de la Secretaria de Cultura.
Ley de Ordenamiento y Desarrollo territorial. Decreto No. 644, Tomo No. 392, publicado en el Diario Oficial No. 143, en fecha 29 de Julio de 2011.	El Objeto es desarrollar los principios Constitucionales relacionados con el ordenamiento y desarrollo territorial; establecer las disposiciones que regirán los procesos de ordenamiento y desarrollo territorial; enumerar los principios rectores de la administración pública y municipal; organizar la institucionalidad que implementara la ley y sus funciones; regular los instrumentos de planificación, programación, evaluación y gestión territorial; así como, el régimen sancionatorio aplicable a la violación de sus disposiciones.
Ley de Ordenamiento y Desarrollo territorial del Área Metropolitana de San Salvador y Municipios aledaños, AMSS. Decreto Legislativo 855, publicado en el Diario Oficial No. 88, Tomo No. 383, de fecha 15 de mayo de 2009.	La presente Ley tiene por objeto regular el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano y rural del Área Metropolitana de San Salvador y Municipios Aledaños, mediante el mejor aprovechamiento de los recursos de las distintas zonas y la plena utilización de los instrumentos de planeación.
Reglamento a la Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del AMSS y municipios aledaños. Decreto No. 4 del 4 de diciembre de 2008, Tomo 382 del 21 de enero de 2009.	El presente Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones que regularán el funcionamiento de las Instituciones creadas por la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y Municipios aledaños; establecer los procedimientos para la formulación de los diferentes Instrumentos de Planificación del Desarrollo Urbano del AMSS.
Ley de la Reforma Agraria	Describe la ley de reforma agraria como la transformación de la estructura agraria en el país, mediante la incorporación de la población rural al desarrollo económico, social y político de la nación

	<p>y con la equitativa distribución de la tierra con el sistema de propiedad, tenencia y explotación que permita una adecuada organización para créditos y asistencia a los productores. La reforma agraria es de aplicación nacional y afecta todos los inmuebles por naturaleza, adherencia y destinación de uso agrícola, ganadero y forestal. El ISTA (Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria) es el encargado de administrar esta ley.</p>
Salud y Saneamiento	
Código de Salud	<p>Regula lo relativo al saneamiento ambiental, rige lo referente a la disposición adecuada de excretas y aguas servidas, la eliminación de basuras y otros desechos, la eliminación y control de insectos vectores, roedores, y otros animales dañinos, así como la higiene de los alimentos, el saneamiento y buena calidad de las construcciones en general, la higiene y seguridad en el trabajo, la eliminación y control de contaminantes del agua de consumo, del suelo y del aire, y la eliminación y control de riesgos ambientales.</p>
Energía y electricidad	
Ley General de Electricidad. SIGET	<p>La Ley General de Electricidad es la ley fundamental en materia de electricidad. La Ley norma las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Sus disposiciones son aplicables a todas las entidades que desarrollen las actividades mencionadas, sean estas de naturaleza pública o privada, independientemente de su grado de autonomía y régimen de constitución. Art. 13, para obtener las concesiones se requiere el estudio de impacto ambiental, previamente aprobado por las autoridades competentes en la materia. Art. 106. Las infracciones graves serán sancionadas por la SIGET con multa de hasta cincuenta mil colones y las muy graves con multa de hasta quinientos mil colones. Para la determinación de las sanciones, se tendrán en cuenta lo siguiente: a) El peligro resultante de la infracción para la vida y salud de las personas, la seguridad de las cosas y el medio ambiente.</p>
Ley de Creación del Consejo Nacional de Energía. CNE	<p>Decreto Legislativo No. 404, de enero de 2007. Consejo Nacional de Energía, que tiene por objeto proponer, gestionar y coadyuvar con los organismos correspondientes, la aprobación de estrategias energéticas que contribuyan al desarrollo socio económico del país, en armonía con el medio ambiente. Con base en el art. 5 de La Ley de Creación del CNE y por su carácter estratégico es conducido por una Junta Directiva de carácter ministerial presidida por el Ministerio de Economía e integrada por los ministros de Hacienda; Medio Ambiente; Obras Publicas; Secretaria Técnica de la Presidencia y la Defensoría del Consumidor.</p>
Norma para Usuarios Finales productores de Energía Eléctrica Con Recursos Renovables	<p>Decreto Legislativo No. 189, tomo 417, octubre del 2017. Art. 6. En el caso que el usuario final desee instalar una unidad de generación dentro de sus instalaciones con la intención de comercializar parte o la totalidad de la energía eléctrica producida, dicha situación no será regulada por esta normativa, y el usuario final deberá realizar los trámites respectivos para inscribirse como operador generador y separar las instalaciones eléctricas dedicadas a la generación de energía eléctrica de las instalaciones mediante las que recibe el</p>

	<p>suministro de energía desde la red de distribución. En caso de ser necesario deberá tramitar su inscripción como operador comercializador también. En este caso adicionalmente deberá tramitar la interconexión a la red de distribución de conformidad a lo dispuesto a la Norma Técnica Para Interconexión Eléctrica y Acceso a los Usuarios Finales a la Red de Transmisión emitida por la SIGET.(sin mínimo de producción de voltaje)</p>
<p>Norma Sobre El Proceso De Libre Concurrencia Para Contratos De Largo Plazo Respaldos Con Generación Distribuida Renovable</p>	<p>Decreto Legislativo No.33 tomo 398, febrero del 2013. Art. 1. Contratos de largo plazo para el suministro de energía eléctrica respaldados por Generación Distribuida Renovable Las presentes normas regulan el desarrollo de los procesos de libre concurrencia para la contratación de energía eléctrica cuya generación cumpla con las características establecidas en el artículo 86-B inciso segundo del Reglamento de la Ley General de Electricidad, tales como: a) Conectada en la red de distribución eléctrica; b) Basada en fuentes renovables; y, c) Con una capacidad instalada de hasta un máximo de 20 MW. Dichos procesos tienen como finalidad implementar el porcentaje objetivo de participación de energías renovables en el suministro de las distribuidoras de electricidad, de acuerdo con los lineamientos proporcionados por el Consejo Nacional de Energía. (Con un mínimo de transmisión de 23 kilovatios de voltaje para la venta)</p>
<p>Incentivos Fiscales</p>	
<p>Ley de Incentivos Fiscales</p>	<p>En el decreto No. 462 del 20 de diciembre del 2007 la Asamblea Legislativa decreto: LEY DE INCENTIVOS FISCALES PARA EL FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD.</p> <p>Esta ley fue establecida como una disposición preferente que ha sido sugerido tanto por el Ministerio de Economía como por CNE para realizar apoyos hacia; la utilización racional de recursos; aligeramiento de dependencia a los combustibles fósiles; reducción de la contaminación ambiental y mejoramiento de balanza de pagos; reducción del gas de efecto invernadero; alentar el uso de recursos de energías renovables en la generación eléctrica; promover inversiones que posibilita seguir el proyecto de desarrollo de generación eléctrica como de hidráulica, geotérmica, eólica, solar PV, o de biomasa alentando la investigación, exploración y el desarrollo de proyectos en el país de manera sostenible.</p> <p>La ley cubre las actividades referentes a las nuevas inversiones o construcciones de plantas de generación eléctrica. Los incentivos fiscales se aplican en forma de exención de impuestos de importación y de renta cuyos detalles se presentan abajo: (Exención del impuesto de importación)</p> <p>(1) Durante los primeros 10 años, los desarrolladores gozarán de la exención del impuesto de importación de las maquinarias, equipos, materiales y almacenamientos que se usan exclusivamente en las inversiones previas o construcción de plantas de generación eléctrica incluyendo la instalación de cables de transmisión y distribución.</p> <p>(2) La exención del pago del impuesto de importación se aplica a los proyectos de hasta 20 megavatios (MW) y deberá solicitarse al</p>

	<p>Ministerio de Hacienda 15 días de antemano previa a la importación de maquinarias, equipos, materiales y almacenamientos necesarios de usos exclusivamente para el objetivo del proyecto en cuestión. Para este fin será obligatorio preparar documentos del proyecto del formato designado por el SIGET.</p> <p>(Exención del impuesto sobre la renta)</p> <p>(1) Se permite tener exención del impuesto sobre la renta durante 5 años en el caso de proyectos en el margen de 10 MW a 20 MW de potencia y durante 10 años en el caso de proyectos menores que no supera a 10 MW. La ley se aplica desde el primer año fiscal en el que empieza la operación y se obtenga el ingreso.</p> <p>La exención total del pago del impuesto sobre la renta se aplica al ingreso a partir de la venta de “reducción de emisión certificada” (CERs) bajo el Clean Development Mechanism(CDM) o mercado similar de carbón, obtenido por los proyectos calificados y por los beneficiario.</p>
Asocio Publico privado	
<p>Ley Especial de Asocio privado publico</p>	<p>Decreto Legislativo No. 379, Tomo 399 publicado el 5 de Junio del 2013: Ley Especial de Asocio Publico Privado.</p> <p>Art. 1.- La presente Ley tiene como objeto establecer el marco normativo para el desarrollo de proyectos de Asocio Público Privado para la provisión de infraestructura y de servicios públicos y de interés general, de forma eficaz y eficiente. En un marco de seguridad jurídica, el sector privado aportará recursos económicos, habilidades y conocimientos necesarios para que, en conjunto con el Estado, desarrolle dichos proyectos en beneficio de la población.</p> <p>Art. 3.- LA PRESENTE LEY ES APLICABLE A TODOS AQUELLOS CONTRATOS EN LOS CUALES LAS ENTIDADES ESTATALES ENCARGUEN A UN INVERSIONISTA PRIVADO EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN, MEJORAMIENTO, EQUIPAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA INFRAESTRUCTURA. LOS CONTRATOS TAMBIÉN PODRÁN INCLUIR LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS O LA EXPLOTACIÓN O EJECUCIÓN DE UNA ACTIVIDAD DE INTERÉS GENERAL, EXCEPTO LO EXPRESAMENTE EXCLUIDO EN EL PRESENTE ARTÍCULO.</p> <p>EL MONTO DE INVERSIÓN Y GASTO ACTUALIZADO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DICHS PROYECTOS, DEBERÁ SUPERAR EL EQUIVALENTE A CUARENTA Y CINCO MIL VECES EL SALARIO MÍNIMO MENSUAL VIGENTE DEL SECTOR COMERCIO Y SERVICIOS. SE EXCLUYE DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN DE ESTA LEY: a) LA PRESTACIÓN PÚBLICA DE LOS SERVICIOS DE SALUD, INCLUSO LOS PRESTADOS POR EL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL; b) LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE EDUCACIÓN PÚBLICA, TAL COMO SE DEFINEN EN LA LEY GENERAL DE EDUCACIÓN; c) LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; d) LOS RECURSOS HÍDRICOS; EXCEPTO EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN, MEJORAMIENTO, EQUIPAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ÁREA</p>

	<p>METROPOLITANA DE SAN SALVADOR, SAN MIGUEL Y SANTA ANA; y, e) LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD PÚBLICA Y JUSTICIA. (2)</p> <p>Modalidades de Contratos de Asocio Público Privados</p> <p>Art. 4.- Los contratos de Asocio Público Privados podrán adoptar alguna de las siguientes modalidades o combinaciones de las mismas; y además, incluir estipulaciones accesorias a la modalidad principal que en cada caso se describe: a) Los socios en los que la institución contratante del Estado entrega al participante privado bienes u obras materiales de dominio público para que, según corresponda, construya, amplíe, equipe, repare o mantenga una obra a ser explotada y destinada a brindar un servicio público, mediante concesión de obra pública. Estos socios se dividen en: i) Los que impliquen la entrega de bienes u obras materiales que tengan naturaleza de bienes nacionales de uso público. ii) Los que impliquen la entrega de bienes u obras materiales que tengan naturaleza de bienes fiscales. b) Los socios en los que el participante privado destina bienes propios para brindar un servicio público, mediante concesión de servicio público. Estos socios se dividen en: i) Los que no afecten los bienes privados al contrato y que, por tanto, dichos bienes no serán transferidos al Estado al término del mismo. ii) Los que afecten los bienes utilizados por el privado y que, por tanto, dichos bienes al término del contrato pasarán al Estado por ministerio de ley. c) Los socios que impliquen la explotación o ejecución de una actividad de interés general. Estos se dividen en: i) Los que impliquen la entrega al privado para la explotación de los bienes fiscales, incluyendo aquellos pertenecientes a las instituciones autónomas y municipalidades. ii) Los que impliquen que el privado destine bienes propios. El Fiscal General de la República representará al Estado en los contratos sobre adquisición de bienes inmuebles en general y de los bienes muebles sujetos a licitación; asimismo, velará porque en las concesiones de cualquier clase otorgadas por el Estado, se cumpla con los requisitos, condiciones y finalidades establecidas en las mismas y ejercer al respecto las acciones correspondientes, de acuerdo a lo previsto en el artículo 193, ordinales 5º y 10º de la Constitución de la República.</p>
<p>Reglamento de la ley Especial de Asocio Publico privado</p>	<p>Decreto No. 64, publicado en el diario oficial No. 102, tomo No. 407 el 10 de junio del 2015: Reglamento de la Ley Especial de Asocio Publico Privado.</p> <p>Art. 2.- El contrato de Asocio Público Privado podrá adoptar alguna de las siguientes modalidades: concesión de obra pública, concesión de servicio público o aquéllos que impliquen la explotación o ejecución de una actividad de interés general. __, Podrá también, adoptar una combinación de las modalidades antes señaladas, pudiendo incluir estipulaciones accesorias a la modalidad principal. Los contratos de Asocios Público Privados comprenderán, entre otros aspectos, según sea la modalidad que adopten, los siguientes: a) La prestación en el área del proyecto de los servicios para los que fue construida la obra. b) La prestación del servicio público, de confinidad al proyecto de Asocio Público</p>

	Privado. c) La ejecución y explotación de una actividad de interés general, de conformidad al proyecto de Asocio Público Privado. d) La forma de provisión del equipamiento necesario para la operación de la obra pública, servicio público o actividad de interés general. e) La conservación de la obra, instalaciones y equipamiento en óptimas condiciones de uso. f) El cobro de tarifas y precios que pagarán los usuarios de la obra, servicio público o actividad de interés general. g) La ejecución de las inversiones o reinversiones que constituyen el plan de desarrollo del proyecto de Asocio Público Privado.
--	---

Tabla. 6: Normativa y legislación relacionada a la Gestión Ambiental

H. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL (ESIA) Y PERMISO AMBIENTAL

En El Salvador, el EsIA se realiza con base a la Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos. Cuando el proyecto requiere de la elaboración de un EsIA, en el cuadro siguiente se presentan los pasos a seguir para obtener Permiso Ambiental y los tiempos estimados requeridos para cada paso. Además, en las columnas a la derecha se presenta el caso real de los tiempos experimentados por La Geo y CEL.

	Pasos para Obtener Permiso Ambiental	Responsable	Tiempos Promedios Caso real LAGEO (días)	Tiempos Promedios Caso real CEL (días)
1	Presentación al MARN de formulario ambiental	Titular del proyecto	30	30
2	Tiempo de espera para la inspección en sitio (MARN)	MARN	50	45
3	Emisión de términos de referencia para EsIA	MARN	50	45
4	Elaboración del EsIA	Titular del proyecto	60	60
5	Entrega del EsIA al MARN	Titular del proyecto	2	2
6	Revisión del EsIA y notificación de observaciones	MARN	55	50
7	Superación de observaciones y remisión al MARN de observaciones superadas	Titular del proyecto	60	45
8	Notificación de formato de publicación de consulta pública	MARN	15	15
9	Solicitud de publicación de formato de consulta pública	Titular del proyecto	10	10
10	Preparación y realización de la consulta pública	Titular del proyecto/ MARN	12	12
11	Comentarios a los resultados de la consulta pública	MARN	51	51
12	Respuesta del Ministerio relacionado a observaciones de	Titular del proyecto	20	20

	consulta pública y finalización del informe de EsIA			
13	Notificación de fianza de cumplimiento ambiental	MARN	10	10
14	Proceso de licitación para compra de fianza de cumplimiento ambiental	Titular del proyecto	30	30
15	Presentación de fianza al MARN	Titular del proyecto	2	2
16	Emisión de permiso ambiental	MARN	14	15
TIEMPO PROMEDIO DEL PROCESO			471	442

Tabla. 7: pasos a seguir para obtener Permiso Ambiental

CAPITULO II: DIAGNOSTICO

A. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

El método se define como una serie de pasos sistematizados que conducen a una meta, para el desarrollo del diagnóstico se plantean los siguientes pasos a seguir:

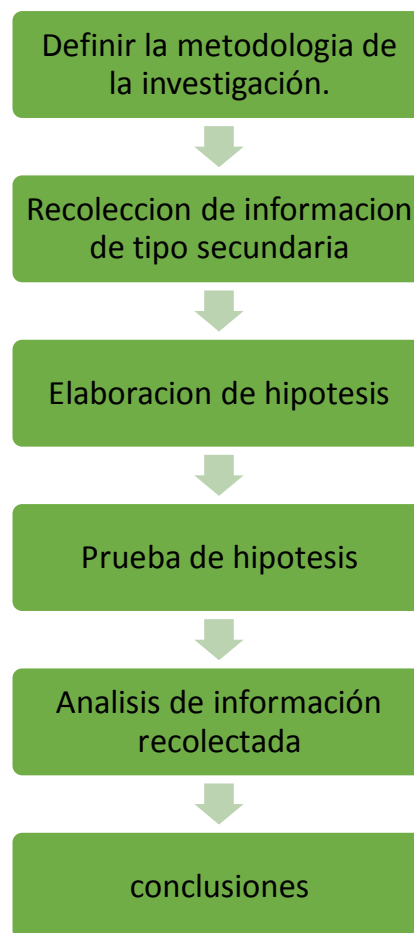


Ilustración 30: Método de investigación del diagnóstico

1. FUENTES DE INFORMACIÓN

La investigación requerirá es la recolección de información secundaria debido a restricciones de movilidad por pandemia Covid-19. La información secundaria es aquella información documentada acerca del tema que puede ser consultada sin relacionarse directamente con la situación en estudio. Algunas de las fuentes secundarias a utilizar:

Fuente	Información	Técnicas
CNE Consejo Nacional de Energía	Búsqueda en los portales de información datos generales relacionados a energía renovable	Webinar, Búsqueda
SIGET Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones.	Información relacionada a electricidad y energía renovable	Búsqueda.
Internet	Información referente al tema	Búsqueda
BCR	Estadísticas generales	Búsqueda

Tabla. 8:Fuentes de información secundaria

2. TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.

Existe en el mundo económico y social, y en general en el Mundo Científico mucha información producto de diversas Investigaciones realizadas por diversas Instituciones a escala local, regional, nacional e internacional, y con el avance del Internet cada día podemos acceder a un mayor número de datos e información de valiosa utilidad para el análisis metodológico y científico; gracias también a la estadística descriptiva e inferencial podemos utilizar esta información para encontrar sus relaciones causales entre dos a más variables con información que en un principio estuvo orientada a otro aspecto. Existen para ello diversas formas de recolección de información.



Ilustración 31: Fuentes de información secundaria

A. FUENTES INTERNAS

Toda Institución genera información periódicamente, que va almacenando en sus bancos de datos, esta información con el tiempo se convierte en valiosa para el trabajo metodológico ya que se constituye en insumos interesantes sobre los cuales comenzaremos a depurar la información que nos hace falta.

Por ejemplo, los proyectos de microcréditos se nutren de sus propias fuentes cuando alguien desea realizar un análisis del índice de morosidad o los impactos del crédito.

B. PUBLICACIONES DEL GOBIERNO

El estado a través de sus diversas Instituciones realiza análisis de sus sectores en forma periódica que permiten al investigador científica, utilizar estos datos en beneficio de futuras investigaciones, además que por ser el estado la fuente adquiere carácter de oficial y de seriedad. La ventaja de los estudios del estado es el tamaño de la población que es objeto de su Investigación que muchas veces se convierte en universal es decir analiza el total de la población como es el caso de los censos poblacionales, fuente más rica de información sobre la cual giran diversas investigaciones.

Un ejemplo claro de la utilización de estas fuentes para diversos estudios es aquellos referidos a la pobreza en nuestro país y que relación tienen con la tasa de analfabetismo, el investigador no tendrá que levantar información de primera mano para analizar la relación de estas variables sino aprovechar la información existente y darles un tratamiento estadístico.

C. OTRAS INVESTIGACIONES

Los temas sociales y económicos no son exclusividad de ningún investigador por lo que ya se han trabajado y publicado estudios miles acerca de igual cantidad de temas sociales y económicos, lo importante es aprovechar estos mismos trabajos en beneficio de nuestra investigación y completar lo que no se dijo o ir más allá de ellos sintetizando todo lo que se dijo en un modelo.

Mencionaríamos como ejemplo el resultado del premio Nobel en economía Amartya Sen (1998- Libertad y Desarrollo) que comprueba su Hipótesis correlacionando información oficial pero también basándose en estudios complementarios que ya contaban con

Información importante para su investigación como por ejemplo la de Kerala acerca de sus políticas de Educación y el número de beneficiarias de sus programas de Integración.

D. PERIODICOS Y REVISTAS

Especializados o no pero que cuenten con una imagen de seriedad, y en la información que publique figure la fuente.

E. DATOS COMERCIALES

Resultado de las actividades del sector y exigidas por demandas legales o necesidades del mercado.

F. DATOS INTERNACIONALES

Acontecimientos o hechos que tienen carácter de histórico y que cuenten con fuente y en muchos casos de oficial.

G. INFORMACIÓN EN INTERNET

Que es el resultado de querer compartir información con los demás con diversos propósitos entre ellos el comercial, en general lo importante es que es la recopilación o animación en páginas web de artículos, monografías, estudios, etc. De diversas fuentes oficiales o no. Se debe de considerar antes de coger información de la red varios aspectos como son:

- La Oficialidad de la página.
- Tipo de Información publicada
- Validez de la Información
- Etc.

Debido a que los estudios más ambiciosos tratan de convertirse en generalidades, es decir que los eventos que se investigan no sean eventos aislados sino que se repetirían y se repiten en distintas condiciones y espacios, la necesidad científica es que los espacios de análisis sean mayores, la imposibilidad natural e intelectual de un investigador de generar toda la información que necesita, genera la utilización cada vez mayor de este tipo de recolección que exige del investigador un manejo más exquisito de la Estadística, Econometría y las Matemáticas, para interpretar con precisión y ver con claridad la explicación de fenómenos sociales y económicos explicados por el comportamiento de otras muchas variables.

B. CALIDAD DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA

1. CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

¿Por qué debemos evaluar la información?

La aparición de Internet ha provocado que ésta haya pasado a ser una de las fuentes de información más utilizadas, donde debemos tener en cuenta que fue diseñada para promover el intercambio ilimitado de información, sin que existieran necesariamente reglas o procedimientos para asegurar la calidad de la información expuesta. No olvidemos que cualquier persona puede crear su página web en Internet.

Esta falta de control, inmediatez y publicidad de la Web pueden afectar a la calidad de la información, por ello deber realizarse una evaluación de la información.

En el contexto actual de la gran cantidad de información disponible, en continuo y rápido crecimiento, y de las posibilidades que facilitan las nuevas tecnologías de la información, la evaluación de la información que hemos recuperado tras llevar a cabo un proceso de búsqueda es una necesidad esencial. Hemos de seleccionar la información recuperada, para garantizar, por un lado, su calidad y su fiabilidad, por otro lado, su utilidad, es decir, su adecuación a nuestras necesidades de información.

La red se ha convertido en un medio de difusión fundamental de la información científica y técnica, tanto para la información que ha pasado por ciertos controles de calidad y procesos de selección, como la que localizamos a través de los catálogos, las bases de datos y los portales de revistas electrónicas que nos ofrece la biblioteca, como la publicada por cualquier persona u organización libremente en la web en páginas personales, redes sociales, blogs, sedes web de empresas, organismos o asociaciones.

Debemos tener claro qué información necesitamos y para qué, para poder discriminar aquella información que, aunque de calidad, no nos sea útil. Por tanto, hay que evaluar los resultados de nuestras búsquedas partiendo de nuestras necesidades de información, tanto si los hemos localizado en una base de datos o un catálogo, como si proceden de internet.

La evaluación de la información que localicemos, tanto en la web (preferiblemente a través de directorios y buscadores académicos), como a través de los recursos de información que facilita la biblioteca (bases de datos, portales de revistas electrónicas, catálogo), nos ayudará a seleccionar los documentos de mayor calidad y utilidad para nuestro trabajo.

Debemos evaluar tanto la información que hemos recuperado de fuentes de información impresas, como la que hemos conseguido a través de las fuentes y recursos de información digitales.

En el caso de la documentación localizada a través de la web, la evaluación se hace más necesaria, por una serie de razones:

- El crecimiento exponencial de la información científica y técnica disponible.
- La libertad e inmediatez de publicación para cualquier persona o entidad y la facilidad de acceso a la misma.
- La inexistencia de sistemas de revisión o evaluación, asociada a esa libertad de publicación, que garantice su calidad y fiabilidad.
- La ausencia en muchos casos de garantías de identidad y reputación
- La falta de estructuración de la información.
- La gran variedad de información que contiene en cuanto a tipología de documentos, características o finalidad de la información, calidad y rigor científico
- La inestabilidad del medio digital: páginas y sitios web, a veces efímeros.

La evaluación de la información es una cuestión muy compleja, ya que depende fundamentalmente de las características de la persona que la va a utilizar: su nivel de conocimientos previos sobre el tema, su capacidad de comprensión y aprendizaje, sus actitudes o el contexto en el que se encuadra la necesidad de información. Por eso, es necesario establecer una serie de criterios como los que se presentan a continuación que nos ayuden a evaluar la documentación que vamos a manejar y seleccionar la más útil y fiable.

2. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE CRITERIOS

La evaluación de la información es una cuestión muy compleja, ya que depende fundamentalmente de las características de la persona que la va a utilizar: su nivel de conocimientos previos sobre el tema, su capacidad de comprensión y aprendizaje, sus actitudes o el contexto en el que se encuadra la necesidad de información. Por eso, es necesario establecer una serie de criterios como los que se presentan a continuación que nos ayuden a evaluar la documentación que vamos a manejar y seleccionar la más útil y fiable.

Los criterios a emplear son:

- Exactitud
- Autoridad
- Objetividad
- Organización
- Navegabilidad
- Actualidad
- Cobertura
- Diseño
- Acceso

N	criterio	Descripción
1	exactitud	<p>¿La información presentada se cita correctamente?</p> <p>Se debe de asegurar que el autor suministre su dirección electrónica, su dirección o número telefónico donde pueda ser contactado.</p> <p>¿El Sitio Web pertenece a alguna entidad gubernamental, una organización comercial, institución educativa, una entidad sin ánimo de lucro, o a un autor particular? si así es, ¿cuál es su información general?</p> <p>¿Está bien estructurada y organizada la información?</p> <p>¿A qué tipo de audiencia se dirige el Sitio Web?</p> <p>¿Cuál es el propósito del documento y por qué se produjo?</p> <p>Verificar el dominio del documento. Se relaciona con: .edu ; .gov ; .org . Tipo de organización, empresa, etc...lugar de publicación.</p> <p>¿La información está libre de errores gramaticales, ortografía, tipografía? Si hay gráficos, ¿están claramente titulados y son fáciles de leer?</p>
2	autoridad	<p>¿Quién publicó el documento o la página, es posible establecer contacto con él / ella?</p> <p>¿Está claro y explícito quién o quiénes son los responsables del sitio?</p> <p>¿Tiene el autor la autoridad para presentar la información?</p> <p>¿Es conocido en el campo?</p> <p>¿La información en este sitio es veraz?</p> <p>¿Esta persona es independiente del Webmaster?</p> <p>¿Verifique el dominio del documento, qué institución publica el documento?</p> <p>¿El autor o responsable aparece como perteneciente a alguna organización o empresa?</p> <p>Si es así: ¿La página contiene un link hacia una página que describe los objetivos de la organización?</p>
3	objetividad	<p>¿Qué metas / objetivos, cumple esta página?</p> <p>¿Qué tan detallada es la información?</p> <p>¿Qué opiniones (sí las hay) expresa el autor?</p> <p>¿Cuál es el propósito?</p> <p>¿La información es objetiva o responde a algún tipo de interés?</p> <p>Comprobar el grado de dependencia o la ausencia de cualquier sesgo ideológico, político o comercial de la información.</p> <p>Determine si la página es una máscara para hacer publicidad; si es así, la información podría estar sesgada.</p> <p>¿La información está libre de publicidad? En caso de que haya publicidad está claramente diferenciada del contenido información</p>

4	Organización	<p>Se espera que el sitio se encuentre ordenado lógicamente y que cada segmento de información se relacione con los demás. Se tendrá en cuenta la presencia de herramientas de ordenación, como índices, esquemas, títulos, etcétera.</p> <p>¿Tiene títulos, encabezamientos o capítulos? ¿Son pertinentes o, por el contrario, excesivos, confusos, engañosos? ¿La información sobre el tema indicado es completa? ¿La información está ordenada lógicamente? ¿Existen herramientas de ordenamiento (índices, esquemas, etc.)?</p>
5	Navegabilidad	<p>Se considera la facilidad que se le ofrece al usuario de ubicarse y moverse dentro del sitio.</p> <p>¿Se incluye un mapa del sitio? ¿Se puede identificar con rapidez la página que se quiere visitar? ¿Se puede llegar fácil y directamente a ella? ¿Está claramente indicado el nombre de la página que se está navegando en cada caso? ¿Hay un enlace a la página inicial desde cualquier otra página? ¿Se puede volver fácilmente a una página ya visitada? ¿Los enlaces son fáciles de identificar? ¿Los enlaces se agrupan con algún criterio reconocible? ¿Los íconos representan claramente su propósito?</p>
6	Actualidad	<p>La actualización puede referirse a: La incorporación periódica de nuevos recursos. La modificación de los recursos y los datos existentes en respuesta a la aparición de nuevos aportes al tema.</p> <p>¿Cuándo fue producido? ¿Cuándo fue actualizado? ¿Se indica si el contenido se actualiza con regularidad? ¿Qué tan actualizados están los enlaces (sí los hay)? ¿Cuántos enlaces rotos se encuentran en la página? ¿Los enlaces están vigentes o son actualizados regularmente? ¿La información en la página está desactualizada?</p>
7	Cobertura	<p>La actualización puede referirse a: La incorporación periódica de nuevos recursos. La modificación de los recursos y los datos existentes en respuesta a la aparición de nuevos aportes al tema.</p> <p>¿Cuándo fue producido? ¿Cuándo fue actualizado? ¿Se indica si el contenido se actualiza con regularidad? ¿Qué tan actualizados están los enlaces (sí los hay)? ¿Cuántos enlaces rotos se encuentran en la página?</p>

		¿Los enlaces están vigentes o son actualizados regularmente? ¿La información en la página está desactualizada?
8	Diseño	¿Es elegante, funcional y atractivo? ¿Combina adecuadamente los colores, las formas las imágenes? ¿Tiene tipografía textual adecuada? ¿El estilo y el formato es homogéneo?
9	Acceso	Requerimientos Rapidez de la conexión Carga de imágenes Estabilidad de la conexión Acceso restringido a la información Costo Condiciones de uso

Tabla. 9: Criterios de decisión de la información secundaria

3. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Para la realización de la evaluación primero se selecciona el recurso de información secundaria del cual se pretende hacer uso, una vez seleccionado se procede a evaluar cada uno de los criterios descritos anteriormente con el fin de darle una valoración según la siguiente tabla:

Valoración	Dato
Excelente	10
Muy Bueno	8
Bueno	6
Regular	4
Malo	2

Tabla. 10: porcentaje de valoración

Esta valoración debe ser anotada con su respectivo dato numérico en la tabla de criterios que se muestra a continuación:

Criterio	Recurso 1		Recurso 2		Recurso 3	
	Dato	Valoración	Dato	Valoración	Dato	Valoración
Exactitud						
Autoridad						
Objetividad						
Organización						
Navegabilidad						
Actualidad						
Cobertura						
Diseño						

Acceso						
Total, Final						

Tabla. 11: Tabla de criterios

Una vez evaluados todos los criterios se realiza la sumatoria del dato de cada recurso de tipo secundario y se compara con la siguiente tabla:

Rango	Confiabilidad De La Fuente
Menor A 30	Fuente No Confiable
Entre 31 Y 60	Fuente De Confianza Media
Mayor De 61	Fuente Confiable

Tabla. 12: Rango y confiabilidad de las fuentes de información.

Donde:

Menor A 30: se rechaza la fuente de información.

Entre 31 Y 60: se sugiere ser cuidadoso y selectivo con la información o respaldar su fiabilidad con otras fuentes.

Mayor De 61: se considera una fuente de información aceptable.

4. INFORMACIÓN PRIMARIA

Debido a pandemia covid-19 esta es de las pocas informaciones de tipo primaria que se lograron contactar

Participación en Webinar: Energía Renovable en El Salvador

Fecha: 19 de mayo de 2020

Impartida por: Ing. Víctor Sagastume

Breve Resumen: El día 19 de mayo se impartió el Webinar: Energía Renovable en El Salvador, en el que se participó como grupo de trabajo con el fin de ampliar nuestros conocimientos respecto a la temática de energías renovables, dicho Webinar se realizó por la plataforma digital Cisco Webex, y tuvo una duración de dos horas incluido un tiempo de preguntas y respuestas, las temáticas abordadas fueron:

- Sistema Eléctrico Regional.
- Sistema eléctrico Nacional.
- Centrales en mercado mayorista.
- Sistema de distribución.
- Funcionamiento del mercado mayorista.
- Componentes del precio de la energía.
- Determinación de las tarifas eléctricas.
- Pliego tarifario.
- Incentivos a la inversión del sector eléctrico.

C. SISTEMA DE HIPÓTESIS

Una hipótesis es una proposición que establece una relación entre dos variables propias de una situación o realidad. Un Sistema de hipótesis es un conjunto de hipótesis formuladas con el fin de explicar y establecer una aproximación con la realidad a investigar para luego ser comprobadas con la información recolectada.

Las siguientes hipótesis están fundamentadas en una investigación preliminar referente a energía renovable.

HIPOTESIS 1

Más del 60% de la energía en El Salvador, sin contar las importaciones, se obtiene a través de fuentes renovables.

- Variable dependiente: Porcentaje de energía
- Variable independiente: Energía a través de fuentes renovables

Las energías limpias y renovables son ahora la principal fuente de generación eléctrica en El Salvador. Han pasado de ocupar el 52,3 % de la capacidad energética instalada en el país en 2014 al 63,7 % actual. Aunque en el comunicado no se menciona específicamente cuándo se han registrado esos datos, sí se recoge que la capacidad instalada total del sector eléctrico ha aumentado de 1.586,8 MW en 2014 a 2.084,5 MW en 2018, lo cual representa un incremento del 31,4 %.

En 2017 inició operaciones una planta fotovoltaica ubicada en el municipio de El Rosario (La Paz), con una potencia de 101 MW, y se encuentran en construcción nuevas plantas que sumarán 624,2 MW a la capacidad instalada en el período de 2019-2021: dos proyectos fotovoltaicos en Cuscatlán y Cabañas con capacidad de 8,5 MW que funcionará a partir de 2019; el proyecto fotovoltaico de Bósforo (Guazapa) con capacidad de 10 MW; el proyecto Capella Solar (Usulután), que sumará 100 MW; y el proyecto eólico Ventus (Metapán), de 50 MW.

En la investigación realizada se identificó según el boletín energético de la SIGET para el año 2014, en El Salvador la matriz energética representaba un 52.3% hasta año 2014, sin embargo, actualmente con la suma de la potencia de 101 MW de la planta fotovoltaica en La Paz, la planta de Bósforo en Guazapa, Capella Solar en Usulután y el proyecto de Ventus en Metapán se aumenta al 63.7% actualmente.

Por tanto, **SE ACEPTA LA HIPOTESIS PLANTEADA.**

HIPOTESIS 2

“La velocidad promedio del viento en el Salvador es mayor o igual al valor mínimo requerido para la implementación de los generadores. Las direcciones que se encuentran del norte al oeste son las más favorables para la producción de energía ya que tienen mayor velocidad”.

- Variable dependiente: Velocidad promedio del viento en el Salvador
- Variable independiente: vientos favorables para producción de energía

El sitio en cuestión es de un pobre poder eólico, dado que en promedio la velocidad en el sitio es solo es 1,11(m/s)

La Expresión que describe el comportamiento del viento según la distribución

Weibull es:

$$h(V) = \frac{2V}{(1,11)^2} e^{-\left(\frac{V}{1,11}\right)^2}, \text{ para una altura de } 6[m]$$

Un dato de mayor relevancia que conocer las direcciones dominantes de origen y de mayores velocidades del viento, es cuantificar la energía eólica potencial y las direcciones de los vientos más representativos asociados. se tiene que aproximadamente el 55% de la energía proviene de las direcciones norte y noreste, mientras un casi 30% proviene del sur y sursureste esto a pesar de tener solo un 5% en representatividad por frecuencia. La energía eólica anual es de 34,9(kWh/m²). Si existiese un aerogenerador que tuviese una velocidad de arranque de 0,1(m/s), y considerando un coeficiente de rendimiento de 0,3, la energía eléctrica a generarse sería tan solo 10,47(kWh) equivalentes a un ahorro de \$3600.

La investigación realizada se encontró que desde el año 2004 se inició un estudio de pre factibilidad para la identificación de sitios potenciales, gracias a la Cooperación del proyecto regional “Evaluación del Potencial de Energía Eólica y Solar” (SWERA por sus siglas en inglés) y de la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA). Se analizaron cuatro puntos, Metapan, La Hachadura, San Isidro.

Se concluyó que, de los 4 sitios estudiados, los de mayor potencial eran los identificados como Metapán y San Isidro. Resultando ganador el punto identificado en Metapán bajo los siguientes criterios:

- Búsqueda del equilibrio entre la localización del mayor potencial eólico y la accesibilidad a la zona, priorizando lo primero.
- Sitio de medición lo más representativo posible de la zona donde se piensa ubicar el parque eólico.
- Alineación buscando zona de cumbre y yendo al máximo de ocupación posible.

Por tanto: **SE ACEPTA LA HIPOTESIS PLANTEADA**

HIPOTESIS 3

“El 63% de energía hidroeléctrica tiene un peso mayor respecto a la suma de todas las demás energías renovables”.

- Variable dependiente: Energía con más participación con respecto a otras energías
- Variable independiente: porcentaje de participación

Según datos de 2017 de la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés), la potencia total de las plantas hidroeléctricas en el mundo ha alcanzado los 1.153,911 GW, casi el 53% del total de las fuentes renovables. En otras palabras: la energía hidroeléctrica tiene un peso mayor respecto a la suma de todas las demás energías renovables.

En El Salvador la generación neta de electricidad en 2017 fue de 5.195 GWh, de la cual el 40% provenía de fuentes térmicas tradicionales, el 38% de fuentes hidroeléctricas, el 20% de fuentes geotérmicas y el 2% de la biomasa. Las estadísticas sobre generación de electricidad son mucho más elocuentes: el informe de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), revela que la producción eléctrica en 2017 ha alcanzado los 4.109,44 TWh, cerca del 65% de la electricidad renovable en el mundo y un 16% del total.

La energía hidroeléctrica a gran escala en El Salvador si representa mayor participación en la matriz energética respecto a las demás energías renovables, sin embargo, en el presente trabajo de grado solo se abordará la energía hidroeléctrica proveniente de las pequeñas centrales hidroeléctricas, de las cuales la Universidad José Simeón Cañas UCA en el 2011 realizo u inventario de las mismas arrojando como dato la existencia de 20 PCH. Sin embargo, solo representa un 2.22 % de la matriz energética nacional.

Por tanto: **SE RECHAZA LA HIPOTESIS PLANTEADA.**

HIPOTESIS 4

“La energía geotérmica es una alternativa económica, sostenible y complementaria a corto plazo, que permite solucionar el déficit de generación eléctrica en diferentes zonas de El Salvador”.

- Variable dependiente: Energía geotérmica es altamente económica sostenible y complementaria.
- Variable independiente: permite solucionar déficit de generación eléctrica en diferentes zonas

Actualmente, se observa que hay déficit de generación en zonas de el salvador, con la desventaja que las centrales térmicas existentes como reservas, son en base a combustibles fósiles no renovables y altamente contaminantes como el carbón y petróleo Diesel. El gran reto que hay para la instalación de centrales geotérmicas es superar la barrera de los riesgos asociados a los altos costos de inversión inicial (la explotación y perforación de pozos). Pues luego, el costo de operación es prácticamente cero.

La energía geotérmica en El Salvador se ha convertido en la segunda más importante de la matriz energética debido a que la generación se mantiene constante a lo largo de los Años, existe nuevos estudios y perforaciones en zonas de potencial geotérmico con alta entalpia, lo que permitiría seguir aprovechado este recurso renovable para generar sostenibilidad en la generación de energía eléctrica a largo plazo.

Por tanto: **SE ACEPTA LA HIPOTESIS PLANTEADA**

D. VARIABLES TECNICAS DE CADA TIPO DE ENERGIA RENOVABLE

Antes de hablar de las variables técnicas, se debe de considerar el precio de la energía en El Salvador, para poder contextualizar la sostenibilidad de los proyectos, y así poder ver mejor como se pagan los w/h en el país.

PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE ENERO HASTA EL 14 DE ABRIL DE 2020

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	126.815239	121.720520	129.670290	130.292730	135.332188	128.355208	120.814864	108.802695	126.343774
Resto	117.805940	112.099589	112.953214	111.904872	109.856635	121.695512	112.392271	95.655298	114.432106
Valle	124.724089	119.805563	127.548236	128.524110	133.554578	124.703880	116.775239	106.876264	124.452198
Total	121.094034	115.903944	120.239511	120.684068	122.487409	123.620463	115.301864	100.204370	119.266587

PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFA
VIGENTES DESDE EL 15 DE OCTUBRE 2019 HASTA EL 14 DE ENERO 2020

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	141.608975	140.227601	147.911434	149.331575	153.585304	142.296588	140.575140	126.474946	143.511821
Resto	132.959998	128.043052	125.653750	123.390619	120.340197	131.132043	131.118360	119.089874	129.117045
Valle	138.796533	138.332196	146.913848	148.003818	153.103234	138.302804	135.284142	129.587955	141.729575
Total	135.859597	132.916558	135.648851	136.084511	137.055297	134.903317	134.190454	122.121349	134.950592

PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE JULIO HASTA EL 14 DE OCTUBRE DE 2019

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	151.664756	146.599694	155.983008	157.354026	159.673956	149.800525	149.544766	177.777361	152.049678
Resto	143.644173	134.861663	134.725852	129.435045	128.621329	138.372146	138.991946	176.401801	137.919973
Valle	149.723285	145.162678	155.898914	157.390256	160.561421	144.547787	145.333076	179.701677	151.003467
Total	146.477350	139.644259	144.435070	143.529408	144.567356	141.979145	142.850246	176.911234	143.818072

PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE ABRIL HASTA EL 14 DE JULIO DE 2019

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	145.930527	144.176490	145.638934	156.554342	151.844968	146.292819	146.318671	136.681476	146.870319
Resto	138.220427	133.765016	132.920590	123.972755	129.465600	136.099448	138.393215	135.385807	134.582132
Valle	144.820289	143.675549	146.177625	156.853729	152.509405	144.802872	142.829779	147.413069	146.471058
Total	141.097304	138.140418	138.536656	140.743628	140.312149	140.019036	141.160065	136.732700	139.768063

**PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE ENERO HASTA EL 14 DE ABRIL DE 2019**

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	152.316083	150.917283	149.016281	159.543660	148.091245	151.007833	152.660316	142.091328	152.108397
Resto	148.173657	143.485921	142.686928	137.748712	144.188364	143.425813	146.162373	131.045690	144.695521
Valle	150.602446	150.446407	149.289722	159.393123	148.566407	148.175054	149.165612	147.956775	151.478804
Total	149.513835	146.569817	145.406254	148.289931	145.983315	145.972268	148.279175	136.516491	147.695375

**PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE OCTUBRE DE 2018 HASTA EL 14 DE ENERO DE 2019**

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	153.335233	153.834819	152.647358	159.506802	149.841197	154.789633	153.123505	141.624072	153.863749
Resto	148.573022	144.430466	144.157148	139.049320	144.588638	146.040243	147.791420	132.758446	145.367906
Valle	148.870893	149.243753	148.873517	155.666738	146.143438	149.418813	147.231254	132.192228	149.892014
Total	149.646945	147.506715	147.015145	147.907044	146.114456	148.479450	148.803392	134.425905	148.144449

**PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE JULIO HASTA EL 14 DE OCTUBRE DE 2018**

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	139.828671	139.250590	138.606697	140.855327	136.401546	127.186230	140.538027	129.596277	139.444825
Resto	135.646844	130.719922	132.036478	131.790241	132.862880	118.613990	135.677447	122.801832	133.065297
Valle	136.594413	135.785367	134.940912	138.009949	134.304580	123.671607	134.965146	129.517601	136.180361
Total	136.712562	133.659916	134.107801	135.280816	133.976952	121.385280	136.560732	125.330007	135.086789

**PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE ABRIL HASTA EL 14 DE JULIO DE 2018**

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	134.360770	133.557876	133.070634	131.319642	130.596773	146.201042	135.779338	117.087800	133.564350
Resto	129.544183	124.564546	126.700960	125.952325	125.833134	137.673414	131.450298	135.083525	127.311363
Valle	134.350792	133.754120	133.747999	132.340488	132.039980	145.281520	134.529996	134.960784	133.773869
Total	131.464832	128.491105	129.523381	128.537399	128.210354	141.012570	133.096640	132.273785	129.970949

**PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE ENERO HASTA EL 14 DE ABRIL DE 2018**

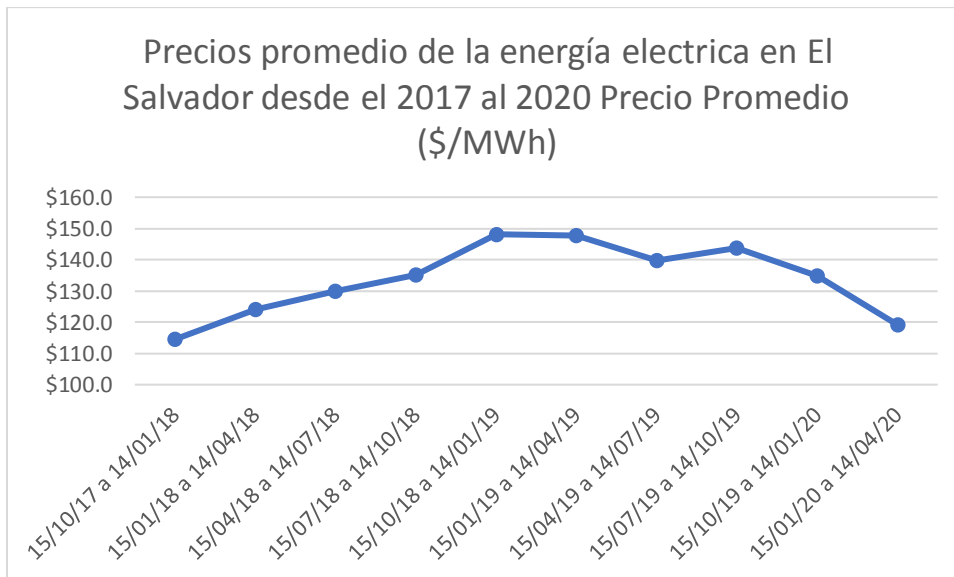
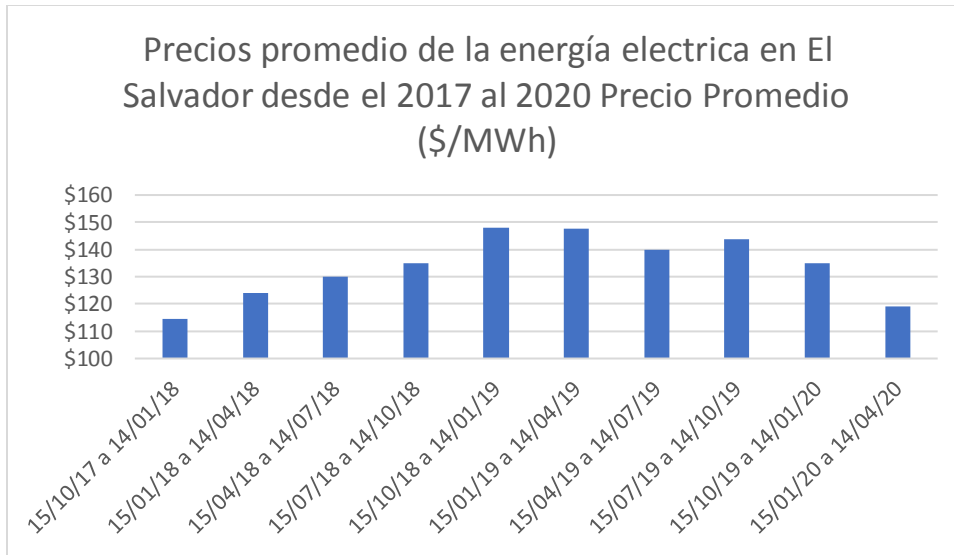
Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	128.194477	129.215620	129.573132	127.126752	126.141799	142.382543	129.256856	113.708848	128.467543
Resto	123.001307	120.846906	122.826985	121.829759	121.302628	135.537948	124.290740	107.049984	122.338896
Valle	123.546597	126.680467	126.100440	123.908134	123.600654	139.218634	124.460185	90.867372	124.740408
Total	124.246123	123.929812	125.044251	123.491596	122.916964	137.670790	125.397502	106.189357	124.191026

**PRECIOS DE LA ENERGÍA A TRASLADAR A TARIFAS
VIGENTES DESDE EL 15 DE OCTUBRE DE 2017 HASTA EL 14 DE ENERO DE 2018**

Banda	CAESS	DELSUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	B&D	EDESAL	ABRUZZO	PROMEDIO
	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh	US\$/MWh
Punta	118.816110	120.380802	119.257909	118.343626	116.248146	134.623665	121.710668	102.844484	119.120911
Resto	113.964340	112.421195	114.839224	113.301163	112.240364	129.541649	117.259463	99.277141	113.739352
Valle	111.031717	112.942643	111.962845	111.207777	108.908422	131.691412	113.366356	77.361259	111.542281
Total	114.482900	114.321051	115.350933	114.041145	112.505832	130.967450	117.306994	96.262877	114.523166

Se toma en cuenta desde los precios del 15 de octubre del 2017 hasta el 14 de abril del 2020 para hacer los análisis de las últimas variaciones de los precios de la energía eléctrica. A continuación, se muestra una tabla de los valores promedios de cada trimestre en ese periodo de tiempo, también se denota el precio mínimo en que se ha tenido y el promedio.

Precios promedio de la energía eléctrica en El Salvador desde el 2017 al 2020	
Fecha de Vigencia	Precio Promedio (\$/MWh)
15/10/17 a 14/01/18	\$114.523166
15/01/18 a 14/04/18	\$124.191026
15/04/18 a 14/07/18	\$129.970949
15/07/18 a 14/10/18	\$135.086789
15/10/18 a 14/01/19	\$148.144449
15/01/19 a 14/04/19	\$147.695375
15/04/19 a 14/07/19	\$139.768063
15/07/19 a 14/10/19	\$143.818072
15/10/19 a 14/01/20	\$134.950592
15/01/20 a 14/04/20	\$119.266587
Promedio Total	\$133.741507
Precio minimo	\$114.523166
Precio Maximo	\$148.144449

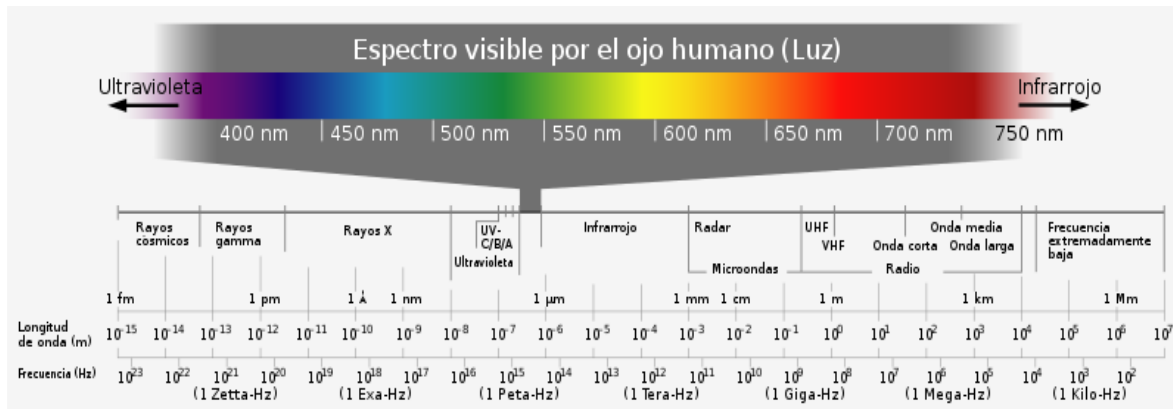


Como podemos observar el precio de la energía varía, pero no baja demasiado gracias a la estrategia de precio marginal que se utiliza para calcular el valor de la energía eléctrica en El Salvador, por lo tanto; el precio de la energía se determina que es estable.

1. ENERGÍA SOLAR (solar fotovoltaica y solar térmica)

Las celdas reaccionan dependiendo del espectro electromagnético.

El silicio (que es el material base para las celdas fotovoltaicas) reacciona de 200 a 1100 nanómetros de la frecuencia del espectro.



Como podemos observar, se cubre desde el infrarrojo hasta un poco de los rayos ultravioletas, y la mayoría de la energía producida está en el espectro visible, por lo tanto; se utilizará la medida de irradiancia como la variable técnica de este tipo de energía, por ser más practica a la hora de medir.

Variable Técnica: Irradiancia

Irradiancia: es la unidad de medición utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. La irradiancia no tiene un mínimo operativo en los paneles solares y el máximo depende del panel solar y sus características técnicas.

Su símbolo es G.

Unidad: Watt/m².

Disponibilidad: Variable durante todo el día, con picos de las 12 a las 2 pm; Nula durante las noches.

A mayor irradiación hay mayor disponibilidad de energía. En San Salvador, la Comisión Ejecutiva del Río Lempa (CEL) ha medido la irradiancia diaria por casi tres años desde 2009; Además El Salvador se encuentra en el trópico de cáncer con una latitud de 13° lo cual nos deja entre 11 y 12 horas de sol durante el día.

En la región central del área metropolitana de El Salvador la irradiación solar es alta (5.3 kWh/m²/día), en comparación con la de otros países como Alemania o Tokio (3.3 kWh/m²/día). El mapa de irradiación solar en El Salvador fue creado bajo el proyecto SWERA, el cual muestra el potencial de irradiación solar en promedio diario de un año.

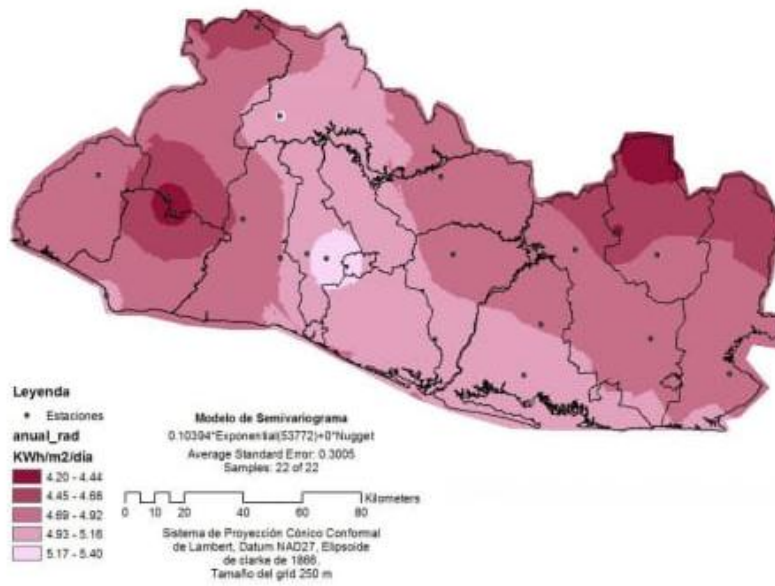


Ilustración 32: El mapa de irradiación solar en El Salvador

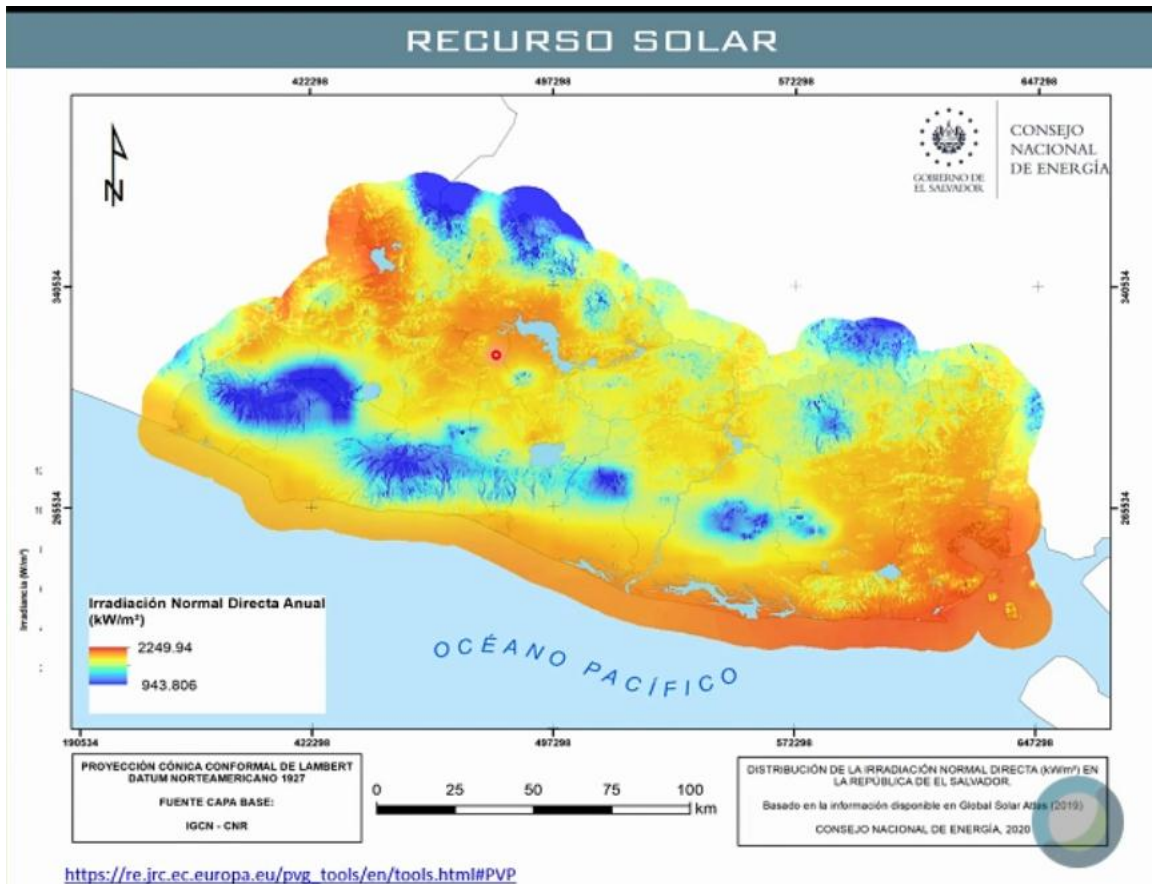


Ilustración 33: Recursos solar en El Salvador.

Parámetros y variables a considerar
Irradiancia
Eficiencia del panel
Potencia de salida
sensibilidad a la temperatura
Angulo de inclinación del panel
Grado de sombreado que experimenta

Tabla. 13: Parámetros y variables a considerar

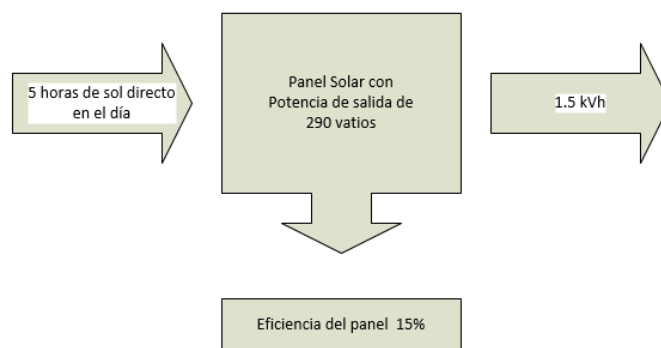
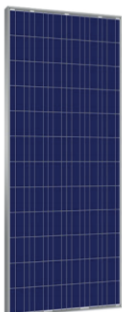


Ilustración 34: Kv/h de procesamiento de energía

La irradiancia que necesita un panel solar para poder funcionar es tan mínima, que no se especifica en las fichas técnicas de los paneles solares de fotovoltaicos, dependiendo del tipo de material utilizado en la fabricación de los paneles es así la potencia máxima posible entregada. A continuación, se muestran 2 ejemplos de fichas técnicas donde se denota que no existe un mínimo de irradiancia, pero que sin importar la cantidad de irradiancia a la que este expuesta el panel, en las condiciones más óptimas tendrá un máximo de potencia entregada:

- 1 Instalaciones aisladas con consumo diario
- 2 Bombeos con poco terreno disponible
- 3 Edificios con alta cantidad de viviendas
- 4 Otras aplicaciones de alto consumo

Visualización



Características técnicas

Medida	SCL-320PI
Potencia máxima (P _{max}) [w]	320
Voltaje a potencia máxima (V _{mp}) [V]	45.7
Intensidad a potencia máxima (I _{mp}) [A]	9.00
Voltaje en circuito abierto (V _{oc}) [V]	37.1
Intensidad de cortocircuito (I _{sc}) [A]	8.63
Tolerancia de potencia [W]	0/3%

Características mecánicas

Medida	SCL-320PI
Células	72x6x12 policristalinas
Conectores	MC4 Compatible
Caja conexión	TUV Certificado
Cableado	Longitud 900mm
Dimensión	1956 x 992 x 50 mm
Peso	27 kg
Carga máxima	Carga de viento: 2400 Pa /Carga peso: 5400 Pa

Características de temperatura

Medida	SCL-320PI
NOCT**	47 +/- 2°C
Coefficiente de temperatura P _{max}	-0.43% / °C
Coefficiente de temperatura V _{oc}	-0.33% / °C
Coefficiente de temperatura I _{sc}	+0.056% / °C
Temperatura de trabajo	-40/+85°C

Embalaje

Tipo	SCL-320PI
Palet	21 uds.
Contenedor 20/40 pies	210/462 uds.



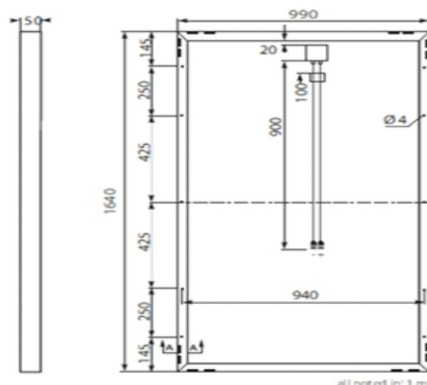
Características Eléctricas

Características	ERDM 225P6	ERDM 230P6	ERDM 235P6	ERDM 240P6	ERDM 245P6	ERDM 250P6	ERDM 255P6
Voltaje en Circuito Abierto (Voc)	37.02 V	37.14 V	37.27 V	37.64 V	37.7V	37.8 V	38.2 V
Voltaje de Operación Óptimo (Vmp)	30 V	30.1 V	30.2 V	30.5 V	30.78V	31.0V	30.8 V
Corriente de Cortocircuito (Isc)	8.25 A	8.45 A	8.56 A	8.66 A	8.7 A	8.8 A	8.55 A
Corriente de Operación Óptima (Imp)	7.5 A	7.67 A	7.78 A	7.87 A	7.98 A	8.08 A	8.30 A
Potencia Máxima en STC (Pmax)	225 W	230 W	235 W	240 W	245 W	250 W	255 W
Temperatura de Operación (°C)	-40 a 90	-40 a 90	-40 a 90	-40 a 90	-40 a 90	-40 a 90	-40 a 90
Máximo Voltaje del Sistema	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Máximo Valor del Fusible	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	20 A
Tolerancia de Potencia	+/-3 %	+/-3 %	+/-3 %	+/-3 %	+/-3 %	+/-3 %	+/-3 %
Eficiencia	13.85%	14.17%	14.47%	14.78%	15.08%	15.39%	15.70%

STC: Irradiancia 1000 W/m², Temperatura del Módulo 25°C, AM=1.5

Características Mecánicas

Celda solar	Policristalina
No. de celdas	60 (6 x 10)
Dimensiones	1640mm x 990mm x 50mm
Peso aprox.	20 Kg
Cristal frontal	Cristal Templado Estructurado de 3.2mm
Caja de conexión	MC4 Junction Box for PV Module IP65



Coeficientes de Temperatura

Coeficiente de temperatura de potencia (Pmax)	-0.5 %/°C
Coeficiente de temperatura de voltaje (Voc)	-0.35 %/°C
Coeficiente de temperatura de corriente (Isc)	0.04 %/°C
Coeficiente de temperatura de corriente (Imp)	0.04%/°C
Coeficiente de temperatura de voltaje(Vmp)	-0.38%/°C

Nota: No confundirse con STC, que significan los parámetros fundamentales al momento de la medición para la creación de la ficha técnica del propio panel, estos parámetros son los aceptados por las normativas internacionales para la unificación de las medidas de este tipo de tecnología.

Energía útil en la Generación de energía eléctrica a través de la Paneles Termosolares

La Irradiancia total que incide sobre una superficie en la Tierra se denomina Irradiancia global y se compone tanto de Irradiancia difusa (la recibida tras haber sido reflejada y difundida por la atmósfera) como de Irradiancia directa (que no es modificada en su dirección por la atmósfera).

La energía solar que incide anualmente sobre toda la superficie terrestre ofrece un potencial inmenso, pues supone unas diez mil veces la demanda de energía anual de la población mundial.

HORAS SOL PICO (HSP)

Para facilitar el proceso de cálculo en las instalaciones solares térmicas, se emplea un concepto relacionado con la radiación solar, que simplifica el cálculo de las prestaciones energéticas de este tipo de instalaciones, son las “horas sol pico” (HSP).

Se denomina HSP al número de horas diarias que, con una irradiancia solar ideal de 1000 W/m² proporciona la misma irradiación solar total que la real de ese día.

En la siguiente grafica se muestra como varia la eficiencia de un colector solar respecto al delta de temperatura entre el ambiente y el colector.

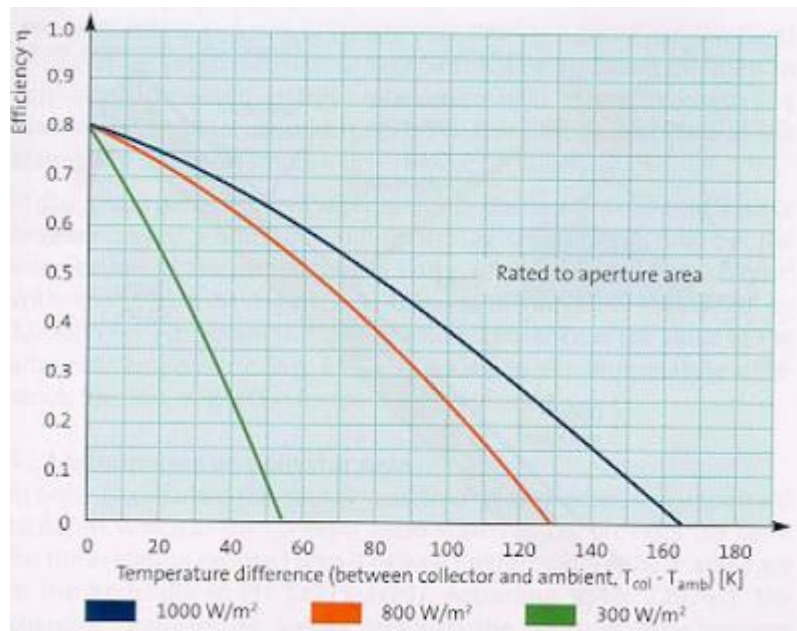


Ilustración 35: diferencias de temperaturas

Parámetros y variables a considerar
Irradiancia
temperatura del ambiente
eficiencia del colector
horas pico sol

Tabla. 14: Parámetros y variables a considerar

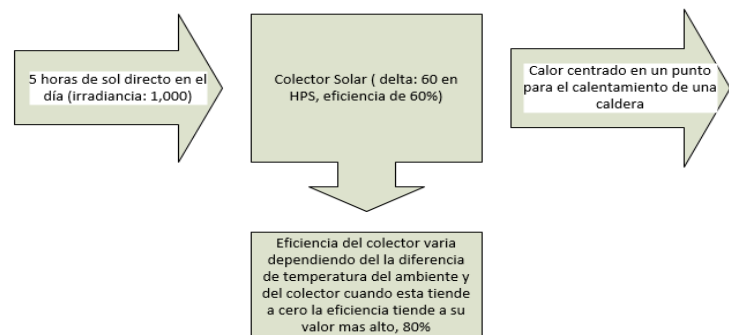


Ilustración 36: Calor centrado para caldera

2. ENERGÍA EÓLICA

Variable Técnica: Velocidad Promedio Anual del Viento

Velocidades de operación: Aunque depende del Aerogenerador, suelen empezar desde los 3m/s, hasta los 25 m/s (la velocidad máxima es por seguridad y por lo tanto una vez llegado a esa velocidad se debe de apagar el sistema.)

La capacidad máxima teórica está regida por la Ley de Betz: Cualquier recurso eólico no se puede aprovechar a más del 59%

El Mapa con el Potencial Eólico en todo el territorio de El Salvador se preparará con la finalidad de actualizar la información obtenida en el proyecto SWERA, identificando áreas potenciales de este recurso en el marco del Plan Maestro para el desarrollo de las energías renovables. Dicho mapa indica la distribución del potencial eólico en grandes regiones y a diferentes alturas sobre el nivel del suelo (30 m, 50 m y 80 m). El potencial se simuló a partir de los datos del GIS (Geographic Information System, por sus siglas en inglés) y del modelo meteorológico global, este modelo corrige con los datos del viento superficial de las áreas evaluadas.

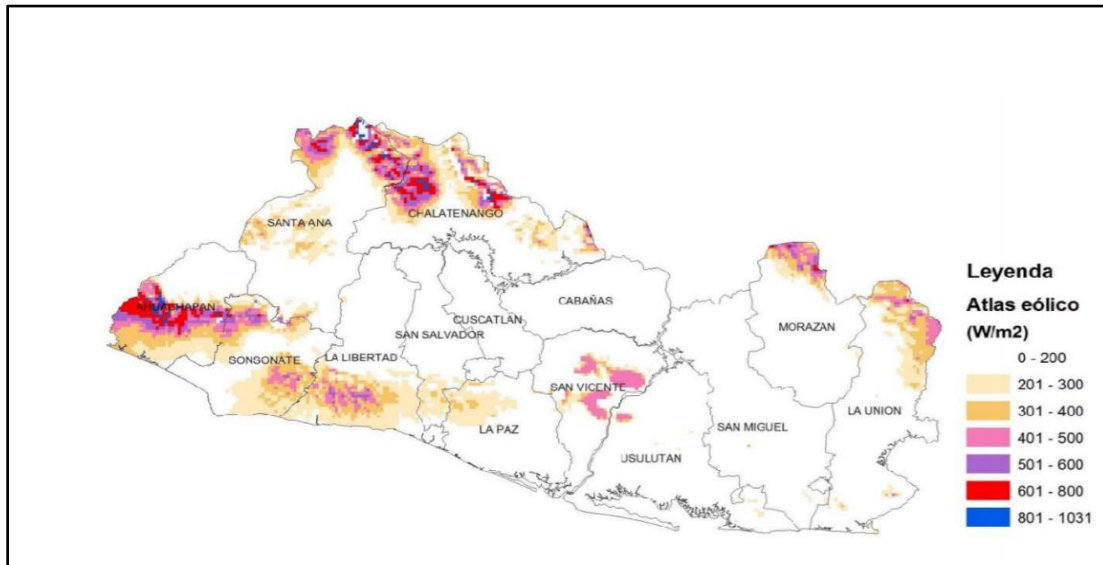


Ilustración 37: Mapa del potencial de energía eólica.

Energía útil en la Generación de energía eléctrica a través de Aerogeneradores.

Ley de Betz: Solo puede convertirse menos del 59% de la energía cinética en energía mecánica usando un aerogenerador.

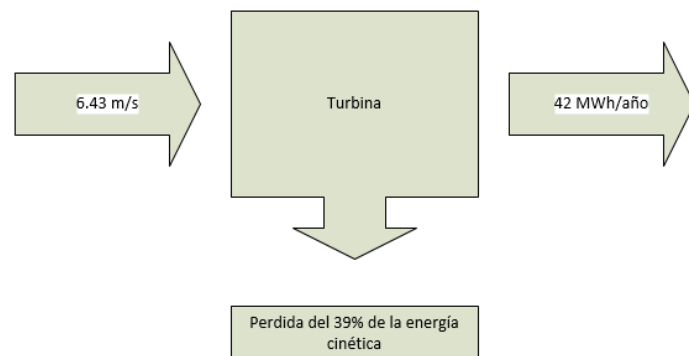
El frenado ideal del viento

Cuanto mayor sea la energía cinética que un aerogenerador extraiga del viento, mayor será la ralentización que sufrirá el viento que deja el aerogenerador. Si intentamos extraer toda la energía del viento, el aire saldría con una velocidad nula, es decir, el aire no podría abandonar la turbina. En ese caso no se extraería ninguna energía en absoluto, ya que obviamente también se impediría la entrada de aire al rotor del aerogenerador. En el otro caso extremo, el viento

podría pasar a través de nuestro tubo (arriba) sin ser para nada estorbado. En este caso tampoco habríamos extraído ninguna energía del viento.

Parámetros y variables a considerar
Velocidad Promedio del Viento
Temperatura del aire
Altitud
Densidad del aire
Presión atmosférica
Tipo de aerogenerador
Diámetro del rotor
Altura de buje

Tabla. 15: Parámetros y variables a considerar



3. ENERGÍA GEOTERMICA

Variable Técnica: Entalpia

Entalpia: Es una magnitud termodinámica, simbolizada con la letra H mayúscula, cuya variación expresa una medida de la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema termodinámico, es decir, la cantidad de energía que un sistema intercambia con su entorno.

Su símbolo es H.

Unidad: Joule.

Disponibilidad: en los lugares donde hay alta entalpia siempre está disponible.

La generación eléctrica aprovechando la energía geotérmica en El Salvador se inició en 1975 y ha aumentado de manera constante desde entonces. Este tipo de generación, participante del mercado mayorista, cuenta con una capacidad instalada actual (2012) de 204.4 MW. LaGeo es la única empresa encargada del desarrollo de la geotermia en el país.

Capacidad Instalada de Proyectos Geotérmicos

No.	Nombre de la Central	Numero de Unidades	Capacidad Instalada (MW)
1	Ahuachapán	$(2 \times 30) + (1 \times 35)$	95
2	Berlín	$(2 \times 28.12) + (1 \times 44) + (1 \times 9.2)$	109.44
TOTAL			204.44

Ilustración 38: Capacidad instalada de proyectos Geotérmicos.

Según estudio recientes recopilados en el Plan Maestro para el desarrollo de las energías renovables en El Salvador, existe la posibilidad de generar energía eléctrica a partir del vapor geotérmico y/o el agua caliente encontrados en los campos geotérmicos de alta entalpía, basándose en las temperaturas geoquímicas calculadas a partir de la información del análisis químico que se le realizó a estas aguas termales (Fournier, 1977), hay 12 áreas geotérmicas con temperaturas subterráneas que se estiman superiores a 150 °C (alta entalpía), así como 12 áreas geotérmicas con temperaturas subterráneas que se estiman entre 90 a 150 °C (baja entalpía). En la siguiente figura se muestra la ubicación de los campos geotérmicos existentes de Ahuachapán y Berlín, así como el potencial de las 12 áreas geotérmicas de alta entalpía para producción de energía eléctrica



Ilustración 39:ubicación de los campos geotérmicos existentes

No.	Nombre del Área	Temperatura Promedio °C	Energía Estimada MW
1	Ahuachapán	233 ± 6	85 ± 20
2	San Lorenzo	216 ± 22	16 ± 10
3	Chipilapa	231 ± 4	85 ± 18
4	Caluco	207 ± 25	15 ± 9
5	Coatepeque	216 ± 6	70 ± 26
6	San Vicente	228 ± 10	117 ± 56
7	Berlín	316 ± 6	119 ± 50
8	Chinameca	210 ± 6	76 ± 30
9	Chambala	233 ± 10	26 ± 9
10	Chilanguera	153 ± 20	11 ± 6
11	Olomega	163 ± 13	11 ± 7
12	Conchagua	180 ± 12	13 ± 7

Ilustración 40:Temperatura promedio y energía estimada por campo geotérmico.

Energía útil en la Generación de energía eléctrica a través de la Geotermia.

La energía geotérmica de alta entalpia (>150°C) es utilizada para la generación de electricidad para el caso de muestra los valores de generación en la planta de Ahuachapán en El Salvador.

Parámetros y variables a considerar
Entalpia
Temperatura del reservorio
volumen promedio del reservorio
flujo másico

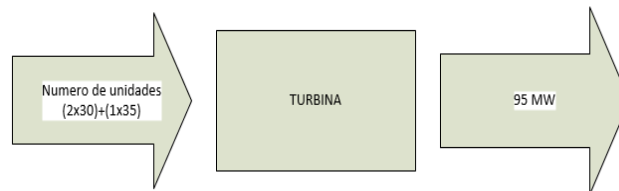


Tabla. 16: Parámetros y variables a considerar.

4. BIOMASA

Variable técnica: Poder calorífico.

El poder calorífico es la cantidad de energía por unidad de masa o unidad de volumen de materia que se puede desprender al producirse una reacción química de oxidación.

Poder calorífico: Es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de masa de combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado y, por consiguiente, se tiene en cuenta el calor desprendido en este cambio de fase.

El poder calorífico de una muestra de combustible se mide en una bomba calorimétrica. La muestra de combustible y un exceso de oxígeno se inflama en la bomba y tras la combustión, se mide la cantidad de calor. La bomba se enfría con este fin a temperatura ambiente. Durante dicho enfriamiento, el vapor de agua se condensa y este calor de condensación del agua está incluido en el calor resultante.

El potencial de la cáscara de café y la cáscara de arroz es demasiado pequeño como para generar electricidad en una planta de procesamiento. La caña de azúcar tiene mayor potencial y mayor capacidad para generar energía eléctrica a partir del bagazo, el cual puede crecer y evolucionar un poco más a través del enfoque orientado al mercado.

Situación actual

Los recursos de biomasa disponibles incluyen los residuos agrícolas, el estiércol animal, desechos de madera de la silvicultura y la industria relacionada, los residuos de la industria de los alimentos y las industrias que procesan materia orgánica, como el bagazo proveniente de la industria de la caña de azúcar. Los desechos y residuos orgánicos han sido las principales fuentes de biomasa hasta el momento. La combustión de los recursos de la biomasa es un proceso relacionado con el carbón neutro y la resiembra, ya que el CO₂ emitido es absorbido previamente por las plantas de la atmósfera. Los desperdicios y residuos como el bagazo, se utilizan principalmente para la generación de calor y energía. Los cultivos principales que conforman el sector agrícola de El Salvador son: café, azúcar, maíz, arroz y el sorgo. Los recursos de biomasa tienen que obtenerse libres de costo o con un costo mínimo o simbólico; si el costo de los recursos aumenta, la operación se verá afectada. Por lo tanto, se recomienda la

instalación de plantas de generación eléctrica en las fábricas que procesan productos orgánicos, tales como los ingenios de caña de azúcar.

La siguiente tabla muestra la producción anual de los principales productos agrícolas en El Salvador. La industria azucarera es una de las industrias agrícolas más importantes que requiere de una gran demanda de energía eléctrica. Por otra parte, la producción de maíz en El Salvador que es muy grande, pero tiene como desventaja la dependencia que existe de los cultivos de agricultores particulares con propiedades pequeñas. Por lo tanto, es difícil usar la mazorca de maíz como combustible para la generación eléctrica debido principalmente a la recolección de la misma. El café es una de las principales industrias agrícolas en El Salvador, y por ende, existe la posibilidad de introducir un sistema de generación eléctrica en algunos beneficios de café.

	Azúcar (1000 TM)	Maíz (1000 TM)	Sorgo (1000 TM)	Café (1000 TM)	Arroz (1000 TM)
2005	550	725	141	79.7	17
2006	533	739	163	83.2	20
2007	516	834	181	84.0	20
2008	520	900	125	99.0	23
2009	515	820	150	93.0	21
2010	587	850	150	78.0	20
2011	566	850	150	102.0	20

Tabla. 17: Producción agrícola en El Salvador (Fuente: Departamento de Agricultura de EE. UU)

Se acordó en una de las reuniones de trabajo semanales con el CNE que para el estudio del Plan Maestro se tomaran en cuenta como recursos de biomasa los siguientes: el bagazo de caña de azúcar, la cáscara de café y la cáscara de arroz

Caña de azúcar

La siguiente tabla muestra los resultados típicos del análisis químico de los recursos de biomasa y de recursos convencionales como el carbón y el carbón vegetal. El Alto Valor Calorífico (en inglés HHV “High Heat Value”) proveniente del carbón mineral y el carbón vegetal es menor que el encontrado en el bagazo de la caña de azúcar. Los HHV del bagazo de la caña de azúcar y de la cáscara de café son los adecuados para la generación eléctrica. El HHV de la cáscara de arroz es mucho menor que los del bagazo de caña de azúcar y la cáscara de café, sin embargo, existen muchos sistemas de generación eléctrica en países asiáticos que operan con cáscara de arroz.

Nombre	Carbón estable (%)	Sólidos volátiles (%)	Ceniza (%)	C (%)	H (%)	O (%)	N (%)	S (%)	HHV (kJ/g)
Bagazo de caña de azúcar	14.95	73.78	11.27	44.80	5.35	39.55	0.38	0.01	17.61
Cáscara de café	14.30	83.20	2.50	49.40	6.10	41.20	0.81	0.07	18.34
Cáscara de arroz	15.80	63.60	20.60	38.30	4.36	35.45	0.83	0.06	14.40
Mazorca de maíz	18.54	80.10	1.36	46.58	5.87	45.46	0.47	0.01	18.44
Carbón mineral	55.80	33.90	10.30	75.50	5.00	4.90	1.20	3.10	31.82
Carbón vegetal	89.31	93.88	1.02	92.04	2.45	2.96	0.53	1.00	34.78

Tabla. 18: Análisis químico del combustible sólido (Fuente : Preparado por el Equipo de Estudio JICA basado en información de "A correlation for calculating HHV for proximate analysis of solid fuels").

El proceso de producción de la caña de azúcar necesita un alto consumo de energía eléctrica, el cual requiere tanto de vapor como de electricidad. Históricamente, los ingenios han sido diseñados para satisfacer sus propias necesidades de energía mediante la quema del bagazo de la caña de azúcar y se constituye como un medio económico para la producción de energía eléctrica y eliminación efectiva de los residuos.

Los sistemas de generación eléctrica de biomasa ya han sido introducidos en algunos ingenios de azúcar en El Salvador. Existen seis grandes ingenios de azúcar, y cuatro de ellos están conectados a la red eléctrica de El Salvador. Estos ingenios consumen parte de la energía generada y el exceso de esta se suministra a la red eléctrica. El bagazo es un subproducto del proceso de producción de azúcar en los ingenios. La siguiente tabla muestra la producción de caña de azúcar en cada departamento. El departamento de La Paz tiene la mayor cantidad de producción de caña de azúcar.

Departamento	Área (ha.)	Producción (ton/año)	Rendimiento (ton/ha.)
Ahuachapán	4,317	318,947	73.88
Santa Ana	2,571	197,756	76.90
Sonsonate	9,876	785,611	79.55
Chalatenango	1,050	82,713	78.80
La Libertad	7,764	622,046	80.12
San Salvador	5,342	419,245	78.49
Cuscatlán	3,184	227,622	71.50
La Paz	13,137	1,026,901	78.17
Cabañas	591	46,718	79.11
San Vicente	5,381	427,989	79.54
Usulután	7,267	574,041	78.99
San Miguel	2,683	216,579	80.71

Morazán*	n. d.	n. d.	n. d.
La Unión*	n. d.	n. d.	n. d.
Total	63,162	4,946,168	78

Tabla. 19: Producción de caña de azúcar por departamento (2009-2010) * *La información no estaba disponible en los ingenios (Fuente: Equipo de estudio JICA)*

Existen seis ingenios azucareros en El Salvador, cuatro de los cuales generan e inyectan energía eléctrica a la red, siendo estos: Central Izalco, Chaparrastique ambos ingenios son del grupo CASSA (Compañía Azucarera Salvadoreña, S. A. de C. V.), El Ángel (Ingenio El Ángel) y La Cabaña (Ingenio La Cabaña). La siguiente tabla muestra una lista de los ingenios azucareros.

Ingenio azucarero	Área del campo de caña de azúcar (ha)	Caña de azúcar total (Ton.)	Producción de azúcar (Ton.)
Central Izalco (CASSA)	17,698	1,650,506	191,223
El Ángel	12,276	1,027,792	123,814
Chaparrastique (CASSA)	8,793	748,622	89,556
La Cabaña	9,339	757,055	89,642
Injiboa	8,145	538,333	60,042
La Magdalena	3,667	271,711	32,225
TOTAL	59,918	4,994,018	586,502

Tabla. 20: Lista de ingenios azucareros (Fuente: MAG)

La siguiente tabla muestra la capacidad instalada de la generación eléctrica por biomasa proveniente del bagazo de caña de la azúcar en El Salvador. En enero de 2011, CASSA se fusionó con el ingenio Chaparrastique y comenzó a suministrar energía eléctrica a la red. Por lo tanto, CASSA tuvo la mayor capacidad instalada de 66 MW de todos los ingenios en el año 2011. Además, el proyecto de “Cogeneración Ángel” fue registrado como proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el 2007.

Año	CASSA (MW)	El Ángel (MW)	La Cabaña (MW)	TOTAL (MW)
2003	20.0	n. d.	n. d.	20.0
2004	20.0	n. d.	n. d.	20.0
2005	25.0	n. d.	n. d.	25.0
2006	29.0	n. d.	n. d.	29.0
2007	60.0	n. d.	n. d.	60.0
2008	60.0	22.5	21.0	103.5
2009	60.0	22.5	21.0	103.5
2010	50.0	22.5	21.0	93.5
2011	50.0 Central Izalco 16.0 Chaparrastique	22.5	21.0	109.5

Tabla. 21: Capacidad instalada generada por la biomasa proveniente del bagazo de caña de azúcar en El Salvador (Fuente: SIGET)

En general, los ingenios azucareros generan energía eléctrica en la época de zafra, de noviembre a abril. La siguiente tabla muestra la energía producida mensualmente por tres ingenios. De igual forma que con la energía eólica, existe una relación complementaria entre los períodos estacionales para la generación eléctrica a partir del bagazo de caña y la generación hidroeléctrica.

Ingenio Azucarero	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
CASSA													
Energía generada (MWh)	30,124	29,740	33,200	29,897	2,998	-	-	-	-	-	15,408	32,995	174,362
Auto-consumo (MWh)	11,914	11,028	12,172	10,481	891						5,918	12,578	64,981
Energía vendida (MWh)	18,210	18,713	21,028	19,416	2,108	-	-	-	-	-	9,490	20,417	109,381
EL ANGEL													
Energía generada (MWh)	13,676	13,322	15,168	11,706	0	-	-	-	-	1.6	4,535	13,045	71,455
Auto-consumo (MWh)	5,812.1	5,289.3	5,820.2	4,316.9						1.6	2,101.2	5,300.0	28,641.3
Energía vendida (MWh)	7,864.2	8,033.2	9,347.8	7,389.6	-	-	-	-	-	0.0	2,434.2	7,744.9	42,813.9
LA CABAÑA													
Energía generada (MWh)	5,865	6,390	7,127	6,761	826	-	-	-	-	-	3,116	6,832	36,917
Auto-consumo (MWh)	1,833.0	1,752.9	1,938.1	1,827.2	136.5	-	-	-	-	-	661.2	1,307.2	9,456.1
Energía vendida (MWh)	4,032.0	4,637.1	5,188.9	4,933.8	689.5	-	-	-	-	-	2,454.8	5,524.8	27,460.9

Tabla. 22: Producción de energía, autoconsumo y energía vendida por los ingenios azucareros en el 2010 (Fuente: SIGET)

Café

La siguiente tabla muestra la producción de café por departamento en El Salvador. La producción anual de café es mayor en el departamento de La Libertad y en la región occidental (Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate). Existen muchos beneficios de café en El Salvador. Por

otra parte, alrededor del 30% del peso de la caña dulce se convierte en bagazo y más de la mitad de la energía de la caña de azúcar se queda en él. En el caso del café solo el 4.3% del peso del grano de café rojo corresponde a la cáscara de café. Por lo tanto, el potencial de biomasa de la cáscara de café en cada beneficio debe ser menor que el de los ingenios azucareros.

Para investigar la producción de café, se identificaron 67 beneficios y se recibió la información de la producción de 46 de ellos. La mayor producción de un beneficio se aproxima a 10,600 toneladas al año (234,010 qq/año); por lo tanto, la cantidad de cáscara de café recogida en este lugar sería de alrededor de 456 toneladas por año.

$$10,600 \text{ ton/año} \times 4.3\% = 455.8 \text{ ton/año}$$

Una estimación aproximada nos dice que la producción de energía anual con cáscara de café sería de 136 MWh en el beneficio.

$$455.8 \text{ ton/año} \times 0.3 \text{ MWh/ton} = 136 \text{ MWh/año}$$

En cuanto a la tasa de consumo de la cáscara de café para la generación eléctrica, se estima un valor de 0.3 MWh por tonelada, ya que el HHV de la cáscara de café es similar a la del bagazo de caña. La producción fue estimada considerando 24 horas de funcionamiento por día durante 80 días y usando un generador de 70 kW.

$$136 \text{ MWh} \div 24 \text{ horas} \div 80 \text{ días} = 0.07 \text{ MW (70 kW)}$$

La tabla de abajo muestra el posible potencial para la producción de energía eléctrica a partir de cáscara de café, en base a la producción del período 2010/2011 por cada departamento. El potencial de generación eléctrica de la cáscara del café es mayor en la región Occidental comparado con las otras tres regiones. El potencial estimado considerando 12 horas de operación por día durante 300 días en esta región es de aproximadamente 290 kW. El potencial en la región Central es aproximadamente 250 kW y en la región Oriental es pequeño, cerca de 60kW.

$$\text{R. Occidental: } 1,053 \text{ (MWh/año)} / 12 \text{ horas} / 300 \text{ días} = 0.29 \text{ MW (290 kW)}$$

$$\text{R. Central: } 911 \text{ (MWh/año)} / 12 \text{ horas} / 300 \text{ días} = 0.25 \text{ MW (250 kW)}$$

$$\text{R. Oriental: } 206 \text{ (MWh/año)} / 12 \text{ horas} / 300 \text{ días} = 0.06 \text{ MW (60 kW)}$$

Se considera que no existen instalaciones de producción de café que produzcan suficiente cáscara de café para operar un generador de turbina a vapor de 0.5 MW. Por otro lado, existe la posibilidad de instalar un sistema de gasificación de biomasa para la generación eléctrica de 100 kW.

Energía útil en la Generación de energía eléctrica a través de la Biomasa

Mediante este tipo de generación es necesario considerar como variable primaria el poder calorífico, para el caso analizaremos la generación con bagazo de caña de azúcar los parámetros a considerar son los siguientes:

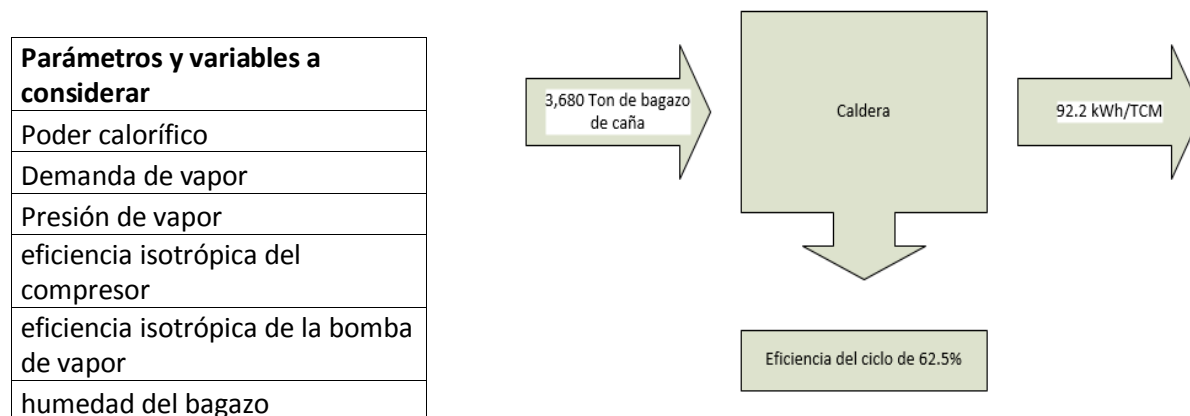


Tabla. 23: Parámetros y variables a considerar

Variación del poder calorífico superior (PCS) de la caña

Referencia	Muestra (g)	Alambre Inicial (g)	Alambre Final (g)	T Inicial (°C)	T Final (°C)	Humedad Promedio (%)	PCS (J/g)	PCS Promedio (J/g)
Cenicaña	0.5010	0.0313	0.0129	22.90	23.45	22.4	13137.5529	13148.2203
Cenicaña	0.5009	0.0317	0.0149	22.29	22.84	22.4	13158.8876	

Variación del poder calorífico inferior (PCI)

	PCI (kJ/kg)	PCI (kWh/kg)	Humedad b.h. (%)
Pélets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 20

Poder calorífico superior, inferior y húmedo (disponible) de bagazo almacenado

Muestra	Humedad %	PCSS			PCIS*			PCIH		
		kJ/kg	kcal/kg	BTU/lb	kJ/kg	kcal/kg	BTU/lb	kJ/kg	kcal/kg	BTU/lb
2 Superficial	17.87	17030	4027	7322	15587	3676	6684	11912	2809	5108
3 Superficial	16.35	16690	3946	7174	15242	3595	6536	11878	2802	5094
1 Superficial	20.57	17390	4111	7474	15941	3760	6836	11711	2762	5022
5 Superficial	29.25	17060	4035	7337	15622	3684	6699	9607	2266	4120
4 Superficial	27.63	16300	3853	7006	14850	3502	6368	9167	2162	3931
8 Profundo	33.99	16980	4015	7300	15535	3664	6662	8546	2016	3665
9 Profundo	40.62	16810	3974	7226	15363	3623	6588	7009	1653	3006
7 Profundo	43.06	17040	4029	7325	15594	3678	6687	6739	1589	2890
10 Profundo	39.90	15920	3765	6846	14477	3414	6208	6271	1479	2689
6 Profundo	40.50	15340	3626	6593	13887	3275	5955	5558	1311	2383
Promedio	31	16656	3938	7160	15210	3587	6522	8840	2085	3791

Conversiones: 1 kcal/kg = 4.230 kJ/kg & 1 kcal/kg = 1.818 BTU/lb

Propiedades combustibles del bagazo

FÍSICA		QUÍMICA	
Celulosa	25-40%	Carbono	23%
Hemicelulosa	10-25%	Hidrógeno	3%
Lignina	15-30%	Oxígeno	22%
Pol	2.50%	Cenizas	2%
Agua	50%	H ₂ O	50%

Poderes caloríficos típicos de diferentes tipos de Biomasa forestal y Residual

Producto	PCS (kcal/kg) Humedad 0%	PCI a la Humedad x (kcal/kg)			
		x	PCI	x	PCI
Leñas y Ramas					
Coníferas	4.950	20%	3.590	40%	2.550
Fronosas	4.600	20%	3.331	40%	2.340
Serrines y Virutas					
Coníferas	4.880	15%	3.790	35%	2.760
Fronosas autóctonas	4.630	15%	3.580	35%	2.600
Fronosas Tropicales	4.870	15%	3.780	35%	2.760
Corteza					
Coníferas	5.030	20%	3.650	40%	2.650
Fronosas	4.670	20%	3.370	40%	2.380
Paja de Cereales					
	4.420	10%	3.630	20%	3.160
	4.420	30%	2.700		
Residuo de Campo					
	4.060	10%	3.310	15%	3.090

Propiedades térmicas de gases de combustión de Biomasa forestal

EN ESTADO DE GAS PERFECTO ($c_v = 52,6\%$; $h = 7,0\%$; $H_u = 16747,2$ kJ/kg combustible)
 aire=2,0000; aire (min) = 8,435 kg/kg combustible; $M=29,063$ kg/kmol
 $m_c = 1,6640$ kg combustible/kmol humos; $m_c \cdot H_u = 27866,9$ kJ/kmol humos
 Exergías referidas a $t_a = 20$ °C y $p_a = 1$ bar

temperatura absoluta	capacidad calorífica	capacidad calorífica	energía interna	entalpía específica	entropía absoluta a 1 bar	exergía entálpica a 1 bar
T	$c_v \Big _0$ kJ/kgK	$c_p \Big _0$ kJ/kgK	$u = c_v \cdot T$ kJ/kg	$h = c_p \cdot T$ kJ/kg	$s_{p=1\text{ bar}}$ kJ/kgK	$e_{p=1\text{ bar}}$ kJ/kg
473	0,7412	1,0273	350,6	485,9	7,233	42,4
520	0,7452	1,0313	387,5	536,3	7,335	62,7
570	0,7498	1,0359	427,4	590,4	7,434	87,9
620	0,7548	1,0408	467,9	645,3	7,527	115,5
670	0,7602	1,0463	509,3	701,0	7,613	146,0
720	0,7657	1,0518	551,3	757,3	7,694	178,4
770	0,7714	1,0575	594,0	814,3	7,770	213,2
820	0,7773	1,0633	637,4	871,9	7,843	249,5
870	0,7833	1,0694	681,5	930,4	7,912	287,6
920	0,7893	1,0754	726,2	989,4	7,978	327,2
970	0,7953	1,0814	771,4	1048,9	8,041	368,4
1020	0,8012	1,0873	817,3	1109,1	8,102	410,8
1070	0,8072	1,0933	863,7	1169,9	8,159	454,6
1120	0,8131	1,0992	910,7	1231,1	8,215	499,5
1170	0,8188	1,1049	958,0	1292,8	8,269	545,4
1220	0,8245	1,1106	1005,9	1354,9	8,321	592,3
1270	0,8301	1,1162	1054,3	1417,6	8,371	640,3
1320	0,8355	1,1216	1102,9	1480,5	8,420	689,0
1370	0,8407	1,1268	1151,8	1543,7	8,467	738,4
1420	0,8459	1,1319	1201,1	1607,4	8,512	788,8
1470	0,8509	1,1370	1250,9	1671,4	8,555	840,3

Fig. 3.14. Tabla de las propiedades termodinámicas de los gases de combustión de la biomasa forestal. (Fuente: Documento: "Diseño de una central de biomasa 1 MW-2 MW", Autor: Gerard Aldoma Peña, Universidad de Rovira y Virgili, <http://www.urv.cat/>) Software "Progases", programa desarrollado por el profesor José Agüera Soriano (Departamento de Química Física y Termodinámica Aplicada de la Universidad de Córdoba, España).

Valores permisibles de la energía de la Biomasa

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas de una caldera para Biomasa en la siguiente tabla se indican los valores según tipo máximos y mínimos de operación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS CALDERAS CARIAS		CARIAS			
		CP12	CP23	CP40	CP60
Potencia térmica nominal	Kw.	12	23	40	60
Potencia térmica mínima	Kw.	4	7	12	18
Temperatura máxima de operación.	°C	80			
Temperatura mínima de retorno de agua.	°C	55			
Presión de funcionamiento de la caldera.	bar	3			
Conexión eléctrica.		230V, 50Hz			
Combustible recomendado.		6 - 8mm			
Peso en vacío.	Kg.	290	310	540	580
Anchura total W.	mm.	864	864	914	1020
Altura total H.	mm.	1.300	1300	1400	1615
Profundidad total D.	mm.	1.256	1.256	1.300	1.400
Diámetro de la tubería de salida de humos.	mm.	130	130	150	150

Contenido de agua de la caldera.	litros	165	158	116	135
Volumen de la tolva de almacenamiento.	litros	350	350	350/750	750
Conexión de llenado y vaciado.	pulgadas	1/2			
Tubería de salida de la caldera.	pulgadas	1		1.1/4	
Tubería de retorno de la caldera.	pulgadas	1		1.1/4	
Resistencia al flujo de agua.	mbar	0.32	0.46	0.72	0.83
Temperatura de gases de escape, a carga completa	[°C]	135	140	145	145
Temperatura de gases de escape, a carga parcial	[°C]	90	92	100	100
Caudal de gases de escape a plena carga	Kg/s	0.08	0.15	0.27	0.27
Eficiencia directa a carga completa	[%]	>92			
Tiro de la chimenea requerido	[mbar]	-0.1			
Demanda de energía para la puesta en marcha.	W	400			
Demanda de energía en funcionamiento.	W	50			

Departamento	Beneficios de Café	Área del Cafetal (ha)	Café uva (ton)	Cáscara de café (ton)	Energía Resultante Estimada (MWh/Año)	Potencia* (MW)
Ahuachapán	128	8,344	26,350	1,133	340	0.09
Santa Ana	141	8,455	32,813	1,411	423	0.12
Sonsonate	86	8,247	22,494	967	290	0.08
Total R.Occidental	355	25,047	81,657	3,511	1,053	0.29
Chalatenango	20	250	977	42	13	0.00
La Libertad	154	16,175	48,449	2,083	625	0.17
San Salvador	34	3,834	16,525	711	213	0.06
Cuscatlán	10	174	258	11	3	0.00
La Paz	17	509	871	37	11	0.00
San Vicente	23	804	3,545	152	46	0.01
Total R.Central	258	21,746	70,625	3,037	911	0.25
Usulután	80	3,392	8,527	367	110	0.03
San Miguel	43	2,052	6,415	276	83	0.02
Morazán	16	311	1,026	44	13	0.00
Total R.Oriental	139	5,755	15,968	687	206	0.06
TOTAL	752	52,547	168,250	7,235	2,170	0.60

Tabla. 24: Producción de café y Potencial de Generación Eléctrica en cada departamento (2010/2011)

*12 horas x 300 días (Fuente : Preparado por el Equipo de Estudio JICA basado en "PROCAFE: PRONÓSTICO FINAL DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ, AÑO COSECHA 2011/2012")

Arroz

En los países asiáticos, como Tailandia, es común encontrar tecnologías para la generación eléctrica con cáscara de arroz. Sin embargo, la producción de arroz en El Salvador es pequeña, como se muestra en la Tabla. La producción anual de arroz en el departamento de La Libertad es la más grande entre todos los departamentos. Se calcula que aproximadamente el 25% del peso del arroz corresponde a la cáscara. En el caso de Tailandia, el consumo de combustible de una central de 1 MW es de 12.3 Ton/h, por lo que la tasa de consumo de combustible es de 81.3 kWh por tonelada. La cantidad total de cáscara de arroz en el país se convierte en 8,871 toneladas, la cual puede generar 639,909 kWh/año.

$$8,871 \text{ ton/año} \times 81.3 = 639,909 \text{ kWh/año}$$

Esta potencia se estima corresponde con el funcionamiento de un generador de 100 kW con un 73.0% de factor de capacidad a lo largo de un año. El potencial de la cáscara de arroz es muy pequeño en comparación con la industria de caña de azúcar.

$$639,909 \text{ kWh} \div (100 \text{ kW} \times 24 \times 365) = 73.0\%$$

La Tabla muestra el potencial posible de la producción de energía a partir de la cáscara de arroz sobre la base de la producción de arroz (años 2009/2010) en cada departamento. De las tres regiones, el potencial de generación de energía a partir de cáscara de arroz es mayor en la región central. Con 12 horas de funcionamiento y 300 días al año en esta región, el Potencial se convierte en 141.0 kW. El potencial en la región occidental es alrededor de 24.2 kW y el potencial más pequeño es el de la región oriental con 12.6 kW

$$\text{R.Occidental: } 87,006 \text{ (kWh/año)} / 12 \text{ horas} / 300 \text{ días} = 24.2 \text{ kW}$$

$$\text{R.Central: } 507,641 \text{ (kWh/año)} / 12 \text{ horas} / 300 \text{ días} = 141.0 \text{ kW}$$

$$\text{R. Oriental: } 45,261 \text{ (kWh/año)} / 12 \text{ horas} / 300 \text{ días} = 12.6 \text{ kW}$$

En la Figura se muestra el área de producción de arroz en El Salvador, la cual se distribuye en todo el país, además pareciera que cada área es demasiado pequeña como para instalar un generador de turbina a vapor. Por otro lado, existe la posibilidad de instalar un sistema de gasificación de biomasa de 100 kW para la generación eléctrica.

Departamento	Área (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Cáscara de arroz (ton)	Producción de energía (kWh/año)	Potencial* (kW)
Ahuachapán	403.2	2,388.3	5.9	597.1	48,542.3	13.5
Santa Ana	119.7	670.9	5.6	167.7	13,636.2	3.8
Sonsonate	186.2	1,221.5	6.6	305.4	24,827.5	6.9
Total R. Occidental	709.1	4,280.7	18.1	1,070.2	87,006.1	24.2
Chalatenango	900.2	6,498.3	7.2	1,624.6	132,077.7	36.7
La Libertad	1,623.3	13,379.8	8.2	3,345.0	271,944.9	75.5
San Salvador	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cuscatlán	115.5	846.0	7.3	211.5	17,194.8	4.8

La Paz	677.6	3,409.5	5.0	852.4	69,297.5	19.2
Cabañas	21.0	93.6	4.5	23.4	1,903.0	0.5
San Vicente	156.8	749.0	4.8	187.3	15,223.8	4.2
Total R. Central	3,494.4	24,976.2	37.1	6,244.1	507,641.7	141.0
Usulután	177.8	702.1	3.9	175.5	14,270.5	4.0
San Miguel	304.5	1,524.8	5.0	381.2	30,991.4	8.6
Morazán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La Unión	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total R. Oriental	482.3	2,226.9	9.0	556.7	45,261.9	12.6
TOTAL	4,685.8	31,483.9	64.1	7,871.0	639,909.7	177.8
1a. plantación invierno (seco)	3,364.2	21,588.3	6.4	5,397.1	438,782.9	121.9
2a. plantación verano (irrigación)	1,321.6	9,895.5	7.5	2,473.9	201,126.9	55.9

Tabla. 25: Producción de arroz y potencial de Generación Eléctrica por departamento (2009/2010) (Fuente : Preparado por el Equipo de Estudio JICA basado en información de "Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2009-2010; MAG"). *12 horas x 300 días

Poder calorífico: el biocombustible es un material para quemar o para utilizar como fuente térmica de energía. Se puede medir la cantidad de energía térmica almacenada mediante el valor térmico o calorífico. El poder calorífico superior (PCS) o poder calorífico bruto (PCB) mide la cantidad total de calor que se producirá mediante la combustión. Sin embargo, una parte de ese calor permanecerá en el calor latente de la evaporación del agua existente en el combustible durante la combustión. El poder calorífico inferior (PCI), o poder calorífico neto (PCN), excluye el calor latente. Por consiguiente, el valor térmico más bajo es la cantidad de calor disponible realmente en el proceso de combustión para captarlo y utilizarlo. Cuanto mayor sea el contenido de humedad de un combustible mayor será la diferencia entre el PCB y el PCN y menor será la energía total disponible, como se muestra en la siguiente figura. Estos parámetros se expresan generalmente en mega julios (MJ/kg) o kilojulios por kg (kJ/kg).

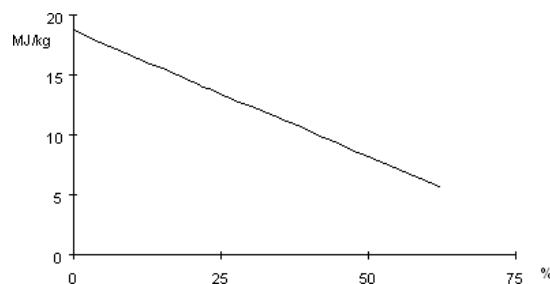


Ilustración 41: Efecto de la humedad (referida al producto en húmedo) sobre el valor térmico

PRODUCTO	HUMEDAD	CONTENIDO APROXIMADO DE CENIZA	PCI
	(%, EN SECO)	(%)	(MJ/Kg)
BAGAZO DE CAÑA	40-50	10-12	8.4 - 10.5
CASCARAS DE MANI	3-10	4-14	16.7
CASCARAS DE CAFÉ	13	8-10	16.7
CASCARAS DE ALGODON	5-10	3	16.7
CASCARAS DE COCO	5-10	6	16.7
CASCARAS DE ARROZ	9-10	15-20	13.8 - 15.1
MAZORCAS DE MAÍZ	15	1-2	19.3
PAJA Y CASCARAS EN GENERAL.	15	15-20	13.4

Tabla. 26: Poder calorífico de material de biomasa.

EL DESARROLLO DE LA BIOMASA EN EL SALVADOR

El Salvador necesita que las administraciones públicas o los entes implicados y relacionados impulsen soluciones a sus principales problemas. En el ámbito normativo, lo más importante es que los objetivos de potencia se aumenten. Para la biomasa sólida, debe adecuarse la distribución de grupos de residuos, valorizar los recursos existentes y estimular los cultivos energéticos. Dentro de los obstáculos que están impidiendo el desarrollo de la biomasa en El Salvador, el principal es que no se consideran los aspectos propios como los rasgos diferenciales de la biomasa respecto al resto de renovables; en las que no hay que trasladar combustible. Sin embargo, sí hay que hacerlo con la biomasa; hay que localizarla, mensurarla, analizarla, formalizar el correspondiente contrato de compra o cesión y, sobre todo, trasladarla desde su lugar de origen a la respectiva planta. No sólo, no se han considerado tradicionalmente estas peculiaridades, sino que se han hecho imposible, debido a su costo de transporte y la disponibilidad de la misma biomasa según la cantidad que se requiere para la generación o la Cogeneración; cuestionando así los beneficios ambientales que provee la alternativa renovable, ahora el efecto ambiental positivo será revertido por la quema de combustible en el transporte, además el costo de generación ascenderá notoriamente.

Con información de Consejo Nacional de Energía (CNE) la utilización de biomasa en el país es bien mínima tanto para la generación de energía eléctrica como para las demás calderas instaladas en el país.

Departamento	Número de calderas	%
Ahuachapán	11	1.2%
Cabañas	2	0.2%
Chalatenango	4	0.4%
Cuscatlán	2	0.2%
La Libertad	240	25.3%

La Paz	31	3.3%
La Unión	5	0.5%
Morazán	1	0.1%
San Miguel	22	2.3%
San Salvador	455	48.0%
San Vicente	13	1.4%
Santa Ana	82	8.7%
Sonsonate	74	7.8%
Usulután	5	0.5%
Total	947	100.0%

Tabla. 27:Calderas por departamento



Ilustración 42: Mapa de calderas en El Salvador.

A partir de los registros disponibles se puede resaltar que la mayor parte de las caderas en el país se encuentran ubicadas en la zona central (78.9%), posteriormente, la zona occidental (17.6%) y la zona oriental (3.5%), según se detalla en el cuadro

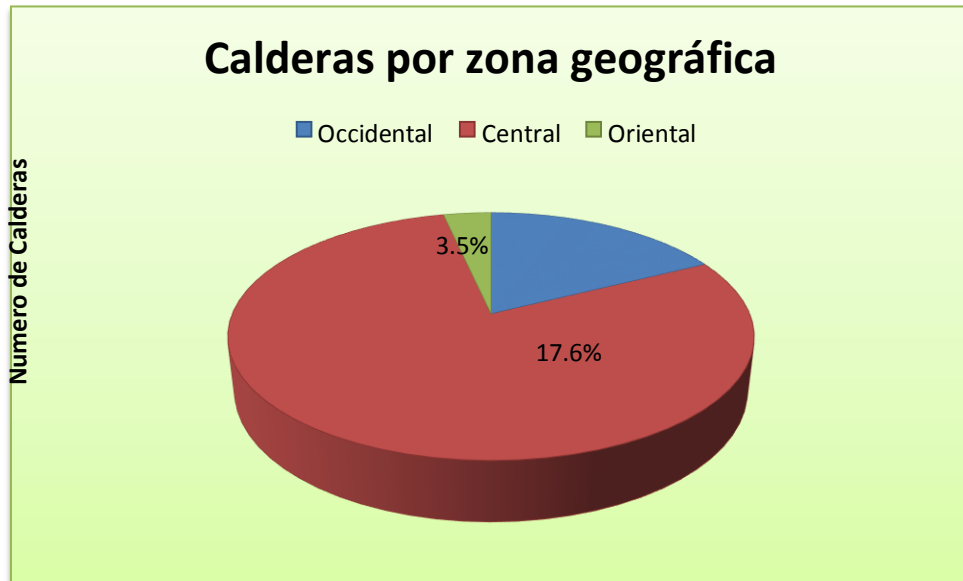


Ilustración 43: Calderas por zona geográfica

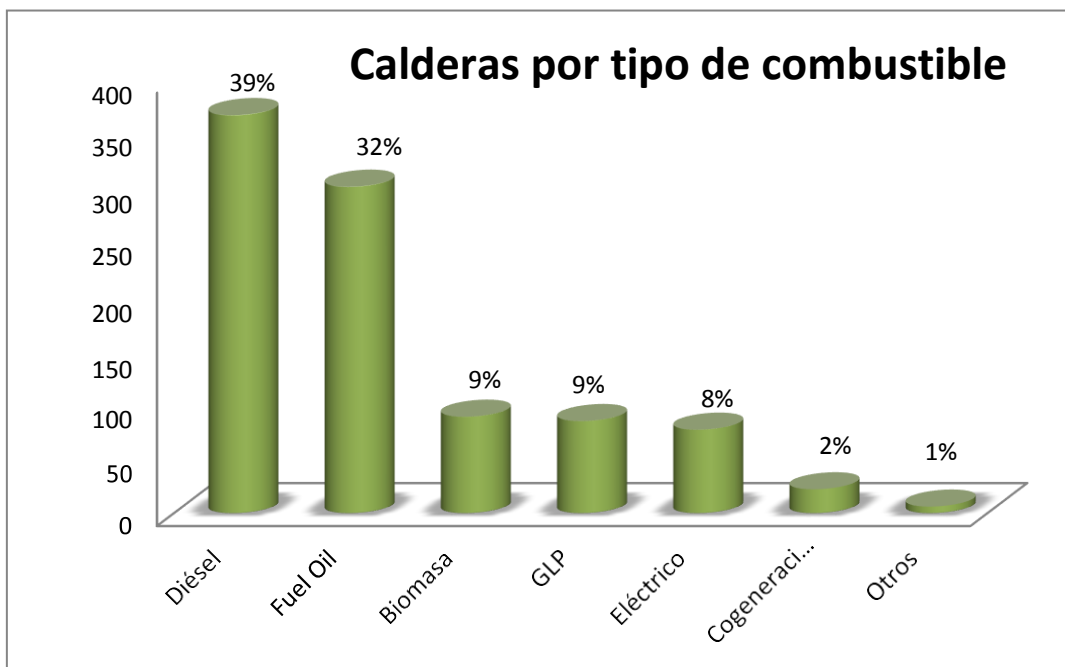


Ilustración 44: Calderas por tipo de combustible

	Diésel	Fuel Oil	Biomasa	GLP	Eléctrico	Cogeneración	Mixto	Biodiesel	Aceite Usado	Vapor	Total
AGRICULTURA	1	1	43								67
Cultivo de café			1								1
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1	1	42								66
COMERCIO	1	8		7	9	1					42
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	17	8		7	9	1					42
INDUSTRIA	220	237	45	5	50	6	3		1	1	619
Fabricación de cerveza			1								1
Fabricación de pan y galletas	1										1
Industrias manufactureras	21	237	44	5	50	6	3		1	1	617
SERVICIOS	12	4	1	2	18	15		1			219
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas					1						1
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	1	7		1							31
Actividades de atención a la salud humana y de asistencia social	53	17		4	3						77
Actividades de servicios administrativos y de apoyo		1									1
Actividades inmobiliarias			1								1
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	16	1			9						26
Construcción	1					1					2
Enseñanza	3				3						6
Otras actividades de servicios	2	2		1	2						32
Suministro de agua, evacuación de aguas residuales (alcantarillado); gestión de desechos y actividades de saneamiento	1	1		1							3
Suministros de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	6	10		4		14		1			35
Transporte y almacenamiento	1	3									4
Total	367	301	89	85	77	22	3	1	1	1	947

Tabla. 28:Calderas por sector, actividad económica y tipo de combustible

5. GENERACIÓN ELÉCTRICA DE EL SALVADOR

El sistema de generación que forma parte del Mercado Mayorista está compuesto por la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), quien opera las grandes Centrales Hidroeléctricas; LaGeo, que opera las Centrales Geotérmicas; Orazul Energy El Salvador, Energía Borealis, GECSA, HILCASA Energy, Holcim El Salvador, Inversiones Energéticas, Nejapa Power Company, Termopuerto y Textufl, que operan a base de combustible fósil; CASSA (Central Izalco), Ingenio El Ángel, Ingenio La Cabaña e Ingenio Chaparrastique, cuya generación la realizan utilizando el bagazo de la caña (biomasa), para generar vapor y transformar su energía en electricidad y ANTARES ENERGÍA, S.A. DE C.V. el primer proyecto de generación Fotovoltaico en el Mercado Mayorista.

La capacidad instalada reportada por los operadores, al 31 de diciembre de 2018, ascendía 1,867.81 MW, superando en 1.31 % la potencia instalada del 2017 que ascendía a 1,843.66 MW. El incremento en la potencia instalada para el 2018 se debe a la puesta en operación del proyecto del ingenio Jiboa con una capacidad 44.9 MW (Planta Biomasa).

GENERADORAS	CAPACIDAD INSTALADA		CAPACIDAD DISPONIBLE	
	(MW)	(%)	(MW)	(%)
HIDRAULICA	552,7	30%	530,6	32%
GEOTERMICA	204,4	11%	175	10%
FOSIL	757,1	41%	724,2	43%
BIOMASA	293,6	16%	179,7	11%
FOTOVOLTAICO	60	3%	60	4%
TOTAL	1867,8	100%	1669,5	100%

Tabla. 29: Capacidad instalada y capacidad disponible de generadoras.

la Gráfica siguiente, en la que se presenta la estructura de la matriz eléctrica por tipo de recurso, observando que durante el año 2018 la fuente con mayor participación es la importación neta (26.9%), seguida por la hidroeléctrica (23.6%), geotérmica (22%), fósil (18%), biomasa (7.5%) y por último la tecnología fotovoltaica con un 2.0%.

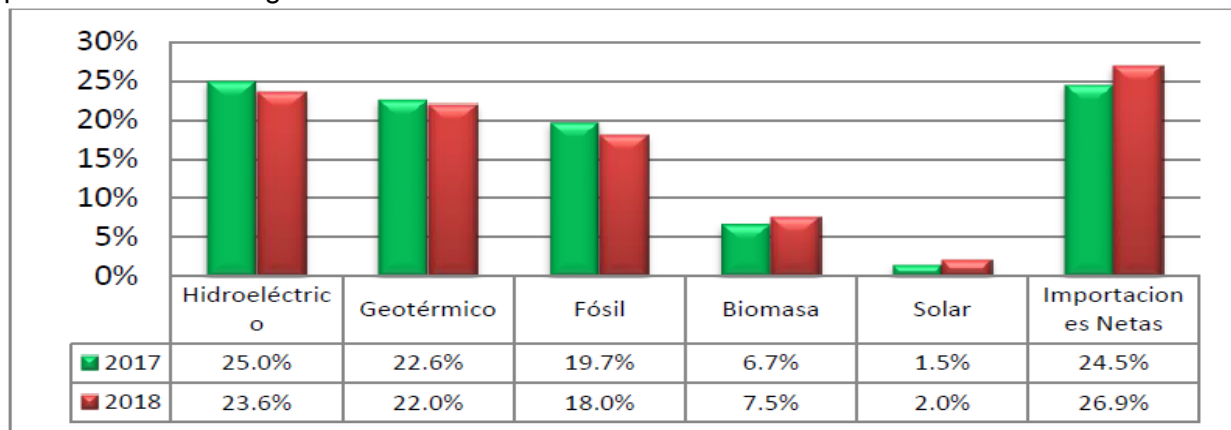


Ilustración 45: Estructura de la matriz eléctrica por tipo de recurso

La capacidad instalada reportada por los operadores, al 31 de diciembre de 2014, ascendía 1,563.2 MW, manteniendo la potencia reportada en el 2013.

NOMBRE	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD INSTALADA		capacidad disponible	
		(MW)	(%)	(MW)	(%)
<u>HIDRAULICA</u>		472.6	30.23	472.6	32.58
1 - Guajoyo	(1x19.8)	19.8	1.27	19.8	1.37
2 - Cerrón Grande	(2x86.4)	172.8	11.05	172.8	11.91
3 - 5 de Noviembre	(3x20)+(1x21.40)+(1x0.6)	100	6.39	100	6.89
4 - 15 de Septiembre	(2x90)	180	11.52	180	12.41
<u>GEOTERMICA</u>		204.4	13.08	176.2	12,15
5 - Ahuachapán	(2x30.00)+(1x35.00)	95	6.08	73.1	5.04
6 - Berlín	(2x28.12)+(1x44)+(1x9.2)	109.4	7	103.1	7.11
<u>TERMICA</u>		886.1	56.7	801.8	55.3
7- Duke Energy		338.3	21.64	313	21.58
Acajutla a)Vapor	(1x30.0)+(1x33.0)	63	4.03	59.5	4.1
b) gas	(1x82.1)	82.1	5.25	65.4	4.51
c)motores	(6x16.5)+(3x17)	50	9.6	144	9.93
d)FIAT U-4	(1x27)	27	1.73	28.9	1.99
Soyapango	(3x5.4)	16.2	1.04	15.2	1.05
8 - Nejapa Power	27x5.33)	144	9.21	141	9.72
9 - Holcim	(3x6.40)+(1x6.70)	25.9	1.66	25.9	1.79
10 - Inversiones Energéticas	(3x16.5)+(6x8.45)	100.2	6.41	100.2	6.91
11 - Textufil	(2x3.6)+(2x7.05)+(1x7.38)+(2x7.72)	42.5	2.72	40.5	2.79
12 - GECSA	(3x3.8704)	11.6	0.74	11.2	0.77
13 - Energía Borealis	(8x1.7)	13.6	0.87	13.4	0.92
14 - Hilcasa Energy	(4x1.7)	6.8	0.44	6.5	0.45
15 -CASSA		61	3.9	40.5	2.79
CENTRAL IZALCO	(1x25)+(1x20)	45	2.88	28	1.93
Ingenio Chaparrastique	(1x1.5)+(1x2)+(1x2.5)+(1x10)	16	1.02	12.5	0.86
16- Ingenio el Ángel	(1x10)+(1x12.5)+(1x25)	47.5	3.04	38	2.62
17 - Ingenio la Cabaña	(1x1.5)+1x2)+(1x7.5)+(1x10)	21	1.34	18	1.24
18- Termopuerto limitada		73.7	4.71	71.6	4.94
total		1,867.81	100	1,669.70	100

Tabla. 30: Capacidad instalada y disponible de las centrales generadoras de electricidad al 31 de diciembre de 2018.

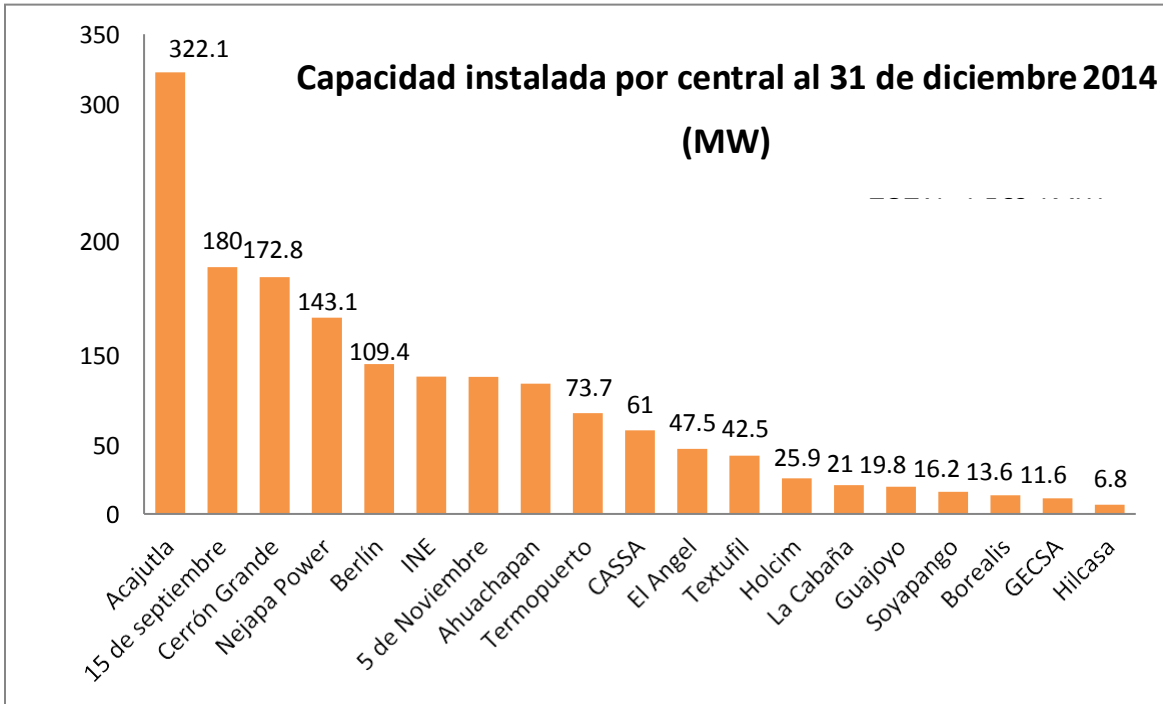


Ilustración 46: Capacidad instalada por central al 31 de diciembre 2018 (MW)

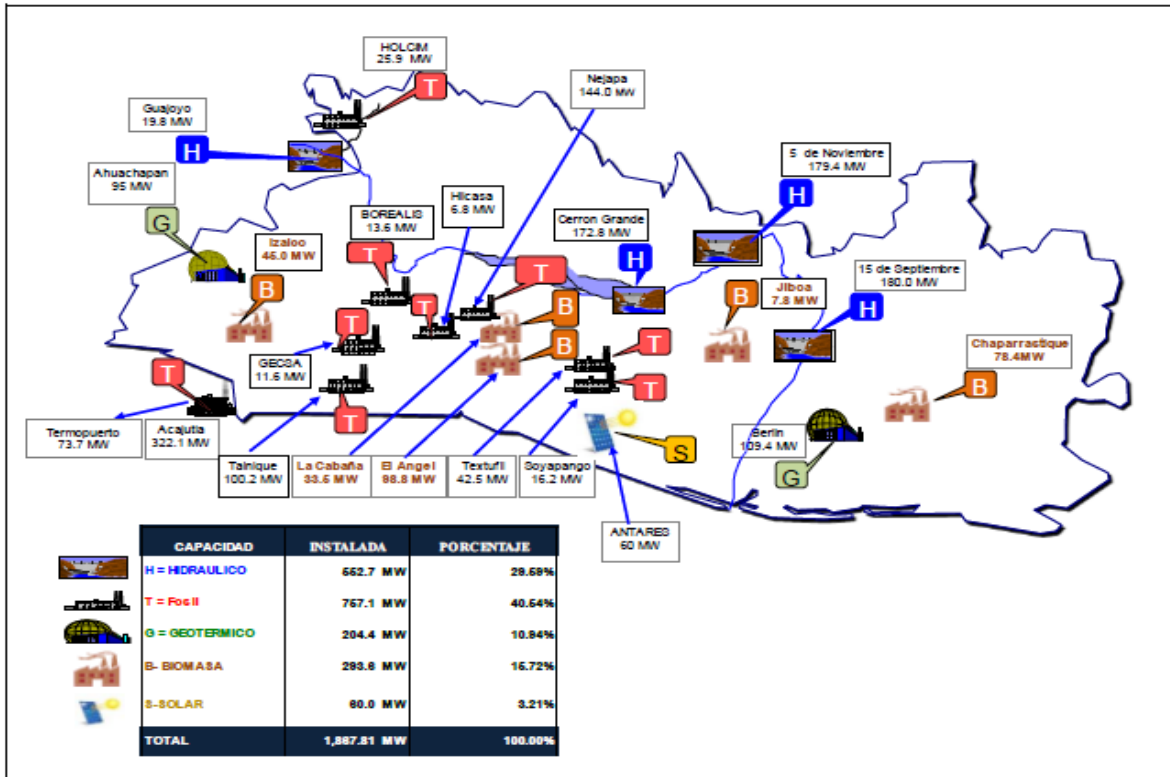


Ilustración 47: Ubicación de centrales generadoras

INYECCIONES NETAS POR RECURSO Y PLANTA GENERADORA 2018													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Hidroeléctrica													
Guajoyo	5.65	6.24	7.74	8.08	6.18	4.25	4.69	2.17	0.14	5.82	10.86	8.42	70.2
Cerrón Grande	39.78	39.69	42.00	42.55	35.77	33.52	34.60	16.87	56.51	96.95	51.76	40.27	530.3
5 de noviembre	38.43	38.43	43.16	45.38	46.00	51.96	39.78	29.22	49.92	53.19	50.52	38.85	524.8
15 de septiembre	25.80	23.29	26.50	28.20	43.35	62.40	32.64	38.29	119.42	112.98	45.60	29.21	587.7
Subtotal	109.66	107.65	119.41	124.21	131.30	152.13	111.71	86.55	225.99	268.93	158.74	116.76	1,713.0
Geotérmica													
Ahuachapán	52.57	44.72	54.71	51.87	53.90	50.90	44.76	53.69	52.69	53.88	53.59	55.21	622.5
Berlín	76.12	68.47	72.75	71.02	74.06	72.00	74.82	73.49	46.96	64.32	59.88	67.48	821.4
Subtotal	128.69	113.19	127.46	122.89	127.96	122.90	119.58	127.18	99.65	118.20	113.47	122.69	1,443.9
Térmica													
Acajutla	66.83	76.92	91.19	86.35	91.14	58.69	78.82	76.76	50.74	35.58	33.96	30.89	777.9
Soyapango	0.00	0.47	3.93	5.09	3.81	1.42	3.70	4.48	3.75	0.70	0.48	0.44	28.3
Nejapa Power	4.83	38.43	60.70	51.18	52.09	30.47	54.32	63.14	19.88	0.84	0.47	0.16	376.5
Chaparastique	1.78	1.02	0.78	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.36	5.0
Holcim	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Textufil	8.34	18.10	24.50	21.79	21.35	12.79	21.14	23.55	9.34	2.91	3.82	3.69	171.3
Ine	53.61	55.77	55.88	50.05	58.34	43.12	52.42	57.45	31.72	25.71	36.04	40.31	560.4
Borealis	0.09	0.00	0.15	0.41	0.54	0.26	1.15	1.86	0.05	0.00	0.16	0.19	4.9
Gecsa	0.00	0.06	0.27	1.27	0.71	0.47	1.39	2.24	0.35	0.00	0.02	0.01	6.8
Hilc asa	0.03	0.00	0.18	0.74	0.46	0.30	1.14	1.33	0.20	0.04	0.00	0.00	4.4
Termopuerto	45.86	35.01	41.54	43.29	44.57	31.48	44.13	43.33	39.05	31.83	31.27	42.28	473.6
Subtotal	181.38	225.78	279.12	260.66	273.01	179.00	258.20	274.14	155.07	97.61	106.79	118.33	2,409.1
Biomasa													
CASSA	19.74	17.48	19.84	18.00	16.40	12.17	0.00	0.00	0.00	0.00	8.25	19.15	131.0
Ingenio El Angel	15.83	17.02	19.03	9.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	3.57	13.36	78.5
Ingenio La Cabaña	2.52	1.87	2.26	2.53	4.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	2.70	17.5
Subtotal	38.09	36.37	41.13	30.23	20.85	12.17	0.00	0.00	0.00	0.02	12.96	35.22	227.0
Inyección Nacional	457.8	483.0	567.1	538.0	553.1	466.2	489.5	487.9	480.7	484.8	392.0	393.0	5,793.0
Importaciones	79.46	39.32	19.06	12.69	9.75	54.59	65.21	29.65	25.70	45.72	104.49	102.86	588.5
Exportaciones	32.50	40.86	43.82	30.65	27.49	12.88	1.53	1.31	8.88	7.58	0.24	0.00	207.8
Importaciones Netas	46.96	-1.54	-24.76	-17.96	-17.75	41.71	63.68	28.34	16.81	38.14	104.25	102.86	380.7
Inyección Neta Total	504.8	481.5	542.4	520.0	535.4	507.9	553.2	516.2	497.5	522.9	496.2	495.9	6,173.8

Tabla. 31: Inyecciones netas por recurso y planta generadora 2018, (GWh)

En el cuadro anterior se puede apreciar el comportamiento de la generación eléctrica por biomasa en el país, esta energía se produce solamente en tiempo de zafra el resto del año los generadores permanecen apagados ya que no tienen más biomasa que quemar para la producción de energía.

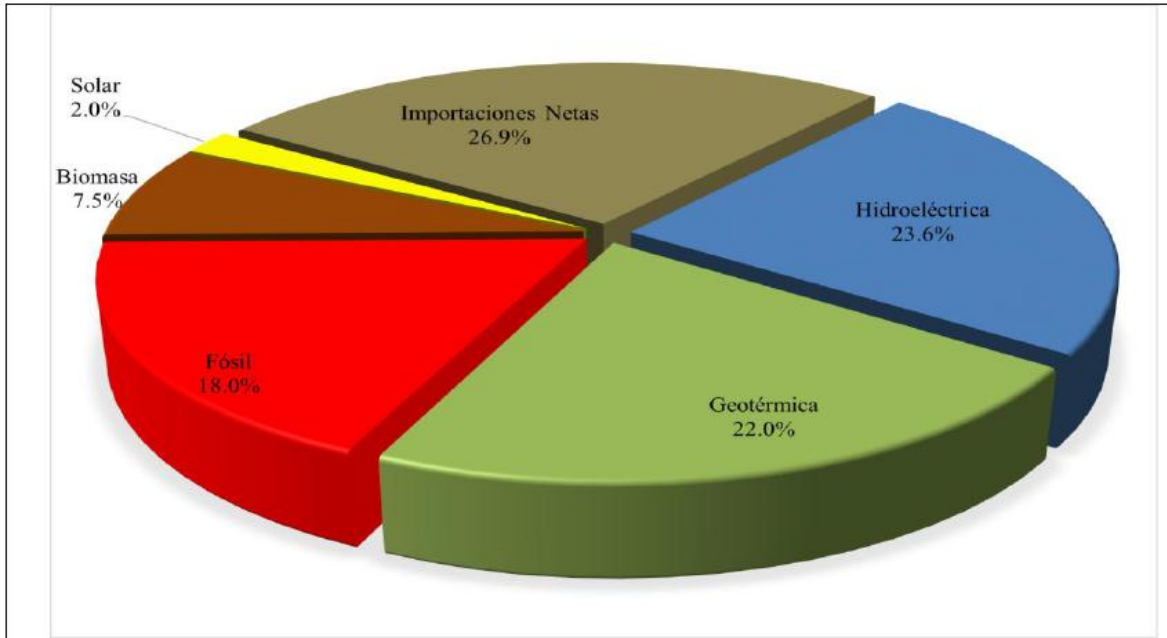


Ilustración 48: Inyección neta nacional por recurso, 2018

Rango de potencia en energía hidroeléctrica

Clasificación	Según OLADE	USA, Europa
Pico centrales	Hasta 5kW	Hasta 10kW
Microcentrales	5kW -50kw	10kW-100kW
Minicentrales	50kW- 500kW	100kW – 1 MW
Pequeñas centrales	500kW – 5 MW	1MW – 10MW
Medianas centrales	5MW – 50 MW	10MW –100MW
Grandes centrales	Mayores a 50MW	Mayores a 100MW

Fuente: Revista Informador Técnico, 2011.

E. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA

Una vez que ha realizado la búsqueda de la información que se necesita para elaborar el trabajo de grado, en las fuentes de información especializada que hemos presentado, se recolecto un número de documentos (artículos de revistas, libros, informes, tesis, páginas web especializadas). Es importante evaluar esta información para garantizar seleccionar las mejores. En el contexto actual de la gran cantidad de información disponible (infoxicación), en continuo y

rápido crecimiento, y de las posibilidades que facilitan las nuevas tecnologías de la información, la evaluación de la información que hemos recuperado tras llevar a cabo un proceso de búsqueda es una necesidad esencial. Hemos de seleccionar la información resguardada, para garantizar, por un lado, su calidad y su fiabilidad, y, por otro lado, su utilidad, es decir, su adecuación a nuestras necesidades de información.

A continuación de muestra esa valoración de las diferentes fuentes de información.

Nº	NOMBRE	ENLACE	EXAC TITUD	AUTORIDA D	OBJETIVIDA D	ORGANIZACIÓ N	NAVEGABILIDA D	ACTUALIDA D	COBERTURA	DI SEÑO	ACCE SO	TOT AL	CALI DAD DE LA INFO RMACION
1	Historia de la energía renovable	https://aper.org.py/noticias/historia-de-la-energia-renovable/	8	6	10	10	10	8	6	8	10	76	ALTA
2	historia de la energía renovable	https://www.projectsolaruk.com/blog/history-renewable-energy-began/	6	6	8	6	10	6	6	4	10	62	ALTA
3	la rueda hidráulica	https://parquebezares.com/parque-hidraulico/historia-de-la-rueda-hidraulica/	6	8	6	8	10	6	6	8	10	68	ALTA
4	funicon de la rueda hidráulica	https://inta.gob.ar/documentos/rueda-hidraulica	6	8	8	8	10	8	6	8	8	70	ALTA
5	energía eólica origen	https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/historia-de-la-energia-eolica-del-origen-a-la-ii-guerra-mundial/	8	8	10	10	10	6	6	8	10	76	ALTA
6	funcion del molino de viento	https://www.ecured.cu/Molino_de_viento	10	8	10	8	10	8	8	8	10	80	ALTA
7	pioneros en el diseño sostenible	https://www.ecointeligencia.com/2018/05/pioneros-diseno-sostenible-augustin-mouchot/	10	8	10	8	10	8	10	10	10	84	ALTA
8	LA GEOTERMIA EN EL MUNDO	https://www.igme.es/Geotermia/La%20geotermia%20en%20el%20mundo.htm	10	8	10	8	8	6	8	8	8	74	ALTA
9	la energía geotérmica	https://www.tecpa.es/energia-geotermica/	10	10	8	10	10	8	10	8	10	84	ALTA
10	historia de la biomasa	http://biomasamiguelmeza.blogspot.com/p/historia-de-la-biomasa.html	8	8	8	6	10	8	10	8	10	76	ALTA
11	historia de la biomasa pdf	http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_biomasa.pdf	10	10	10	10	8	8	8	10	10	84	ALTA
12	la energía hidráulica en la actualidad	http://energiasdemipais.educ.ar/energia-hidraulica/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20hidr%C3%A1ulica,cin%C3%A9tic a%20del%20agua%20en%20movimiento.&text=En%20la%20actualidad%2C%20alrededor%20del,relacionadas%20a%20embalses%20de%20agua.	8	6	8	6	6	6	6	6	8	60	MEDIA
13	datos sobre la energía eólica	https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%20suministra%20actualmente,m%C3%A1s%20del%2020%25%20en%20Europa.	10	8	8	8	6	8	8	8	10	74	ALTA
14	mercados eólicos	http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/Ciepe/pdf/Energiaeolica.pdf	10	10	8	10	8	8	8	8	10	80	ALTA
15	parques eólicos alemania win1 y 2	https://www.evwind.com/2017/07/04/dos-nuevos-parques-eolicos-marinos-en-alemania/	8	8	8	6	8	8	8	8	10	72	ALTA
16	Concejo Nacional de la Energía, & Japan International Cooperation Agency. (2012, marzo). Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables (Final). Recuperado de	https://energiasrenovables.cne.gob.sv/downloads/Biblioteca/Proyectedelplanmaestroparaeldesarrollodeenergiasre.pdf	10	10	10	10	10	8	10	10	10	88	ALTA
17	geotermia a nivel nacional	https://www.piensageotermia.com/la-capacidad-geotermica-mundial-alcanza-los-14-369-mw-los-10-principales-paises-geotermicos-octubre-de-2018/	10	6	8	6	6	6	6	6	6	60	MEDIA
18	anuario estadístico mundial de energía 2019	https://datos.enrdata.net/energias-renovables/produccion-electricidad-renovable.html	8	8	8	8	8	6	8	8	8	70	ALTA

Tabla. 32: análisis de confiabilidad de información secundaria

1. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

En base a la investigación desarrollada en la etapa de diagnóstico se procedió a realizar el análisis de la información que existe en los proyectos de energía renovables. Además, se presentan los principales hallazgos de la investigación, la información mencionada se analizará por medio de la matriz FODA realizada a cada una de las tecnologías energéticas renovables.

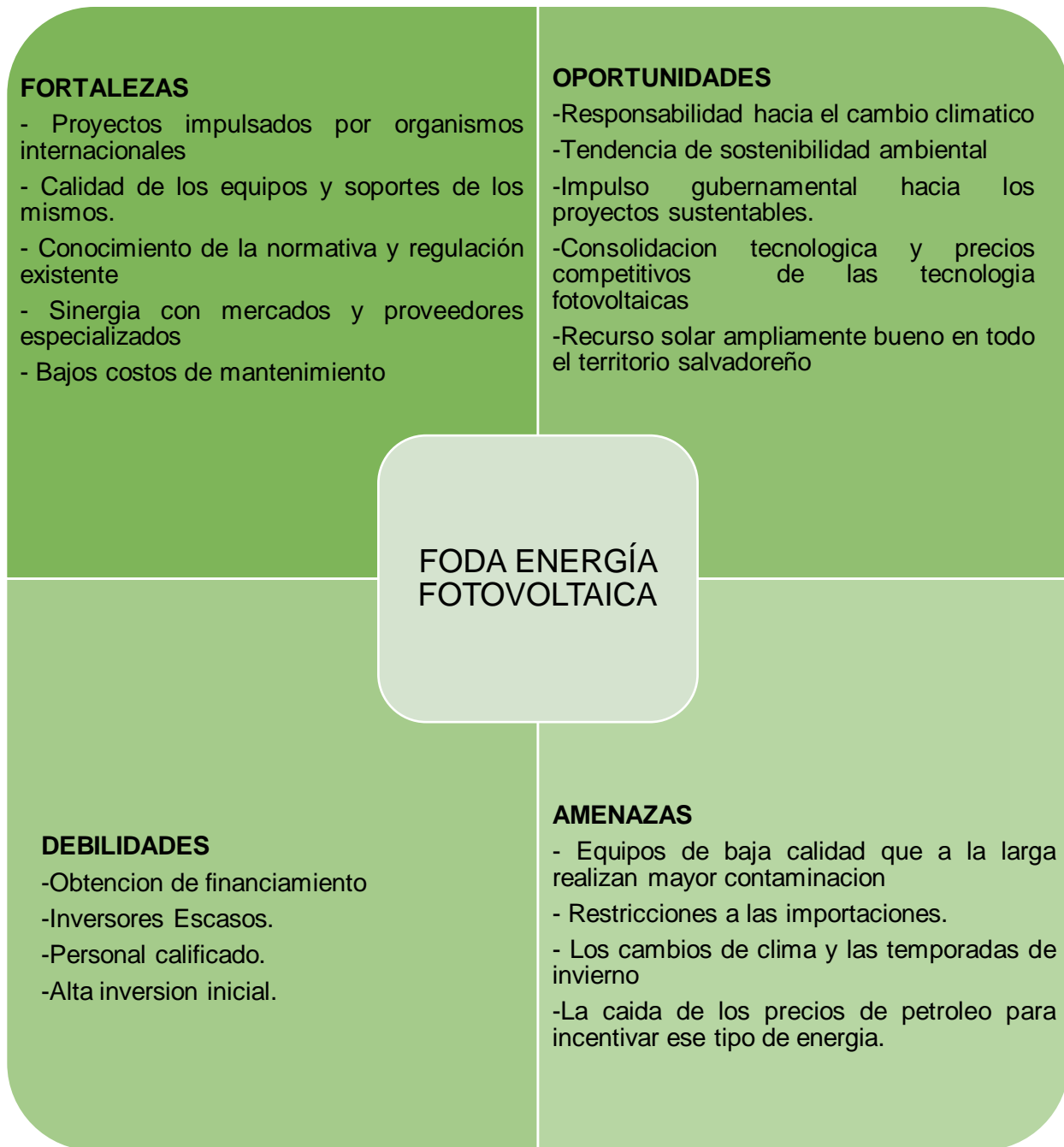


Ilustración 49: Análisis FODA energía fotovoltaica.

FORTALEZAS

- El recurso eólico se renueva de forma continua, por lo cual a diferencia de las energías convencionales no tiene problemas de agotamiento.
- El uso de la energía eólica no produce emisiones de contaminantes de ningún tipo a la atmósfera, por ende no produce externalidades al medioambiente que si producen las energías convencionales.
- Las instalaciones como los parques eólicos son fácilmente reversibles. Una vez que se termina el proyecto los equipos son retirados y no dejan huella irreversible en el entorno.
- El tiempo de construcción y desarrollo de un parque eólico es menor que el de otras opciones energéticas, tales como una termoeléctrica o hidroeléctrica.

OPORTUNIDADES

- En nuestro país existe gran disponibilidad de recurso eólico en ciertos puntos específicos ya estudiados.
- Por decreto ley en nuestro país las empresas generadoras eléctricas tienen incentivos de inversión en este campo.
- Otra oportunidad está asociada al desarrollo tecnológico que está teniendo la energía eólica, se espera que los avances tecnológicos permitan en el futuro disminuir los costos de inversión necesarios para emplazar un parque.

FODA ENERGÍA EOLICA

DEBILIDADES

- El recurso eólico se encuentra disperso, hay disponibilidad, pero no se concentra en un punto o lugar específico.
- Este recurso eólico es intermitente y aleatorio (no continuo), lo que provoca incertidumbre en la producción.
- La imposibilidad de almacenar masivamente la energía eléctrica producida.
- Los costos de generación eléctrica vía energía eólica es mayor que el de las fuentes de generación convencionales.
- Problemas de tipo ecológico que tienen relación con la estética, el ruido, la sombra que proyectan los aerogeneradores.
- El sonido que emiten los aerogeneradores, que es cercano a los 100 decibeles en la base de la turbina, un límite cercano a los umbrales de sensibilidad promedio que un ser humano considera "molesto".

AMENAZAS

- La amenaza más importante es el cambio climático, ya que puede variar las condiciones del recurso eólico ya sea en lugares donde se planea emplazar un parque o en donde ya se encuentra operando un parque eólico.
- No obtener el equipamiento necesario en los plazos requerido, como consecuencia a la elevada demanda mundial por aerogeneradores, lo que a la vez puede derivar en un cuello de botella para la creación de nuevos parques eólicos.
- Otra amenaza viene dada por el lado político-legal, esto tiene que ver con la falta de normativas y de proyectos de ley por parte del estado, que incentiven y protejan el emprendimiento de este tipo de proyectos, considerando que estos proyectos son de largo plazo y requieren una inversión alta.
- La negativa percepción social hacia proyectos energéticos, si bien es cierto los proyectos eólicos son llamados proyectos verdes por no impactar negativamente el entorno.

Ilustración 50: Análisis FODA energía Eólica.

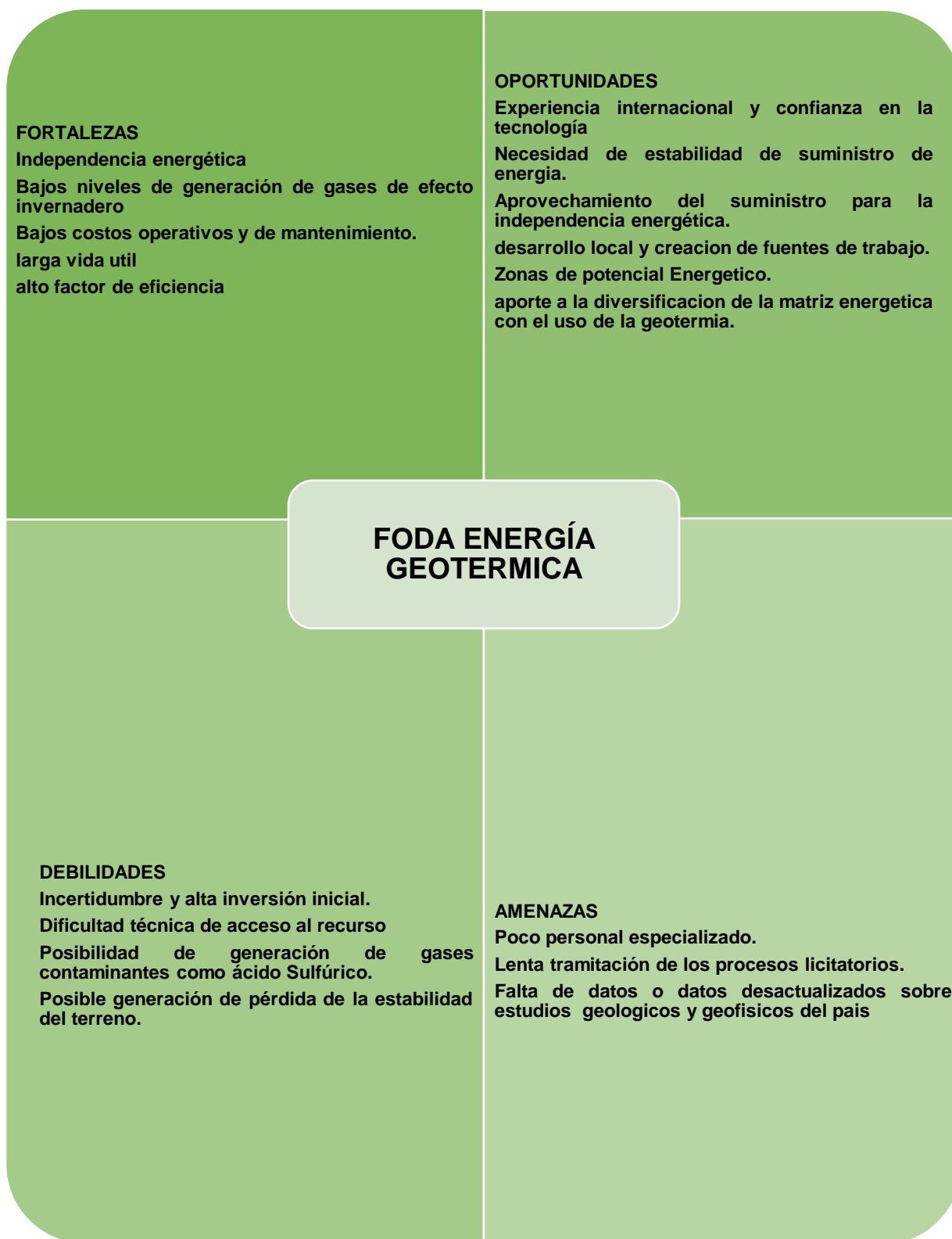


Ilustración 51: Análisis FODA energía Geotérmica.

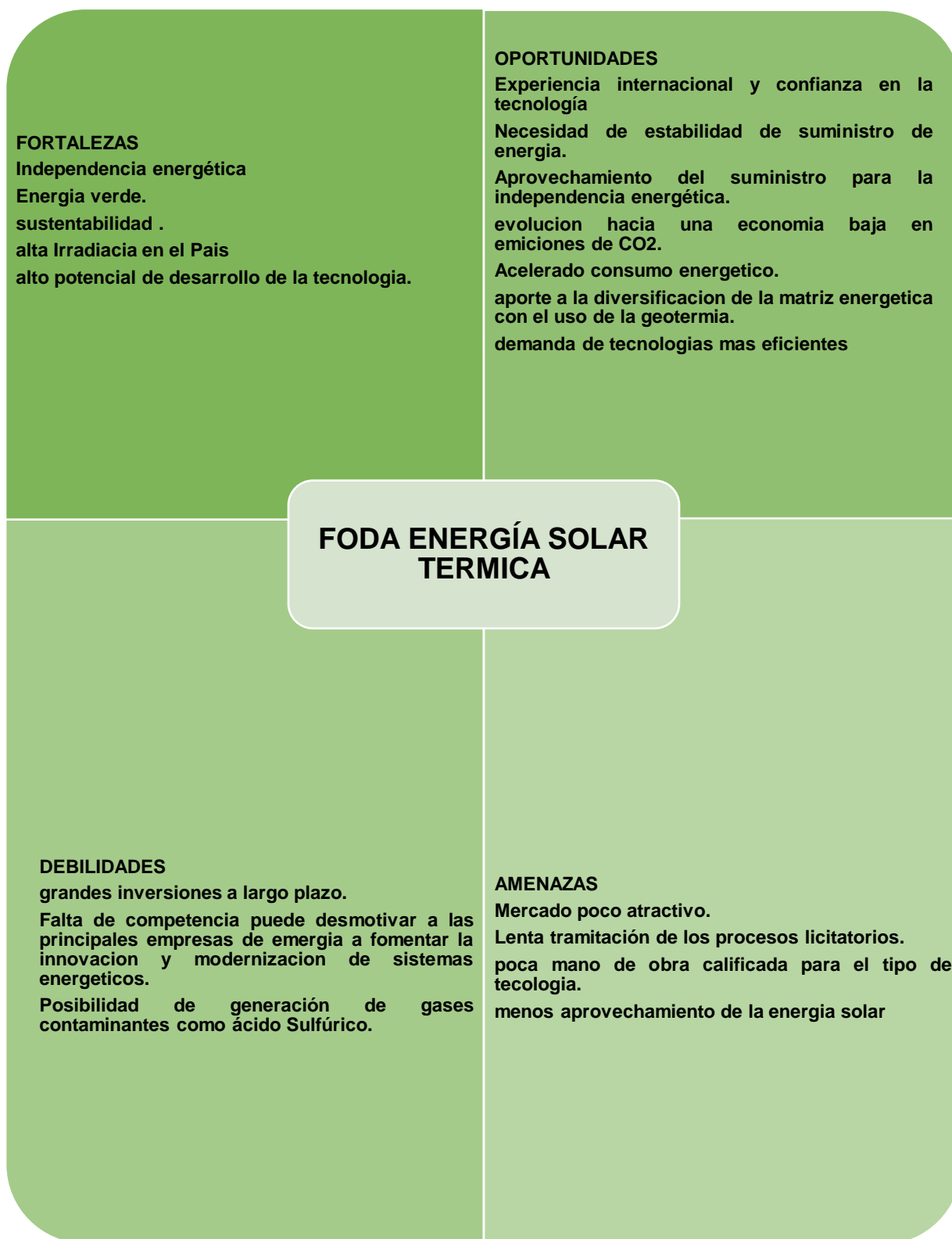


Ilustración 52: Análisis FODA energía solar térmica.

FORTALEZAS

- **Es totalmente segura.** Esto se debe a que se trata de una energía que no genera residuos tóxicos
- **Es muy económica.** Lo caro es construir la central hidroeléctrica, pero la fuente de energía se renueva de forma gratuita y, además, no depende de variaciones del mercado.
- No requieren combustible, sino que usan una forma renovable de energía, constantemente repuesta por la naturaleza de manera gratuita.
- Es limpia, pues no contamina ni el aire ni el agua.
- Los costos de mantenimiento y explotación son bajos.
- Las obras de ingeniería necesarias para aprovechar la energía hidráulica tienen una duración considerable.
- La turbina hidráulica es una máquina sencilla, eficiente y segura, que puede ponerse en marcha y detenerse con rapidez y requiere poca vigilancia siendo sus costos de mantenimiento, por lo general, reducidos.
- Contribución al medio ambiente con la reforestación de cuencas

OPORTUNIDADES

- Aumento de caudal por reforestación en las cuencas de los ríos
- Desarrollo de nuevos proyectos de inversión hidroeléctrica
- Auge en la producción de energía renovables
- Crecimiento de la demanda de energía

FODA ENERGÍA HIDROELECTRICA

DEBILIDADES

- Producción de energía eléctrica sujeta a condiciones medioambientales.
- Altos costos de mantenimiento correctivo por falta de disponibilidad en el mercado
- Altos costos de sedimentación de los actuales embalses.
- Para hacer uso de la energía hidráulica, es necesario construir una central hidráulica, lo que implica su respectiva presa. Esto supone cortar el flujo natural del río, lo que tiene un impacto negativo importante para la fauna que habita en él.

AMENAZAS

- Invasiones en terreno aledaño a las presas
- Largos periodos de sequía, deforestación.
- Creación de la Ley de Agua
- Puede verse afectado por sequías.
- Es difícil encontrar el lugar idóneo Montar la central hidroeléctrica es caro.

Ilustración 53: Análisis FODA energía hidroeléctrica

FORTALEZAS

- Certificación por parte de Salva natura acreditada como planta generadora de energía 100% no contaminante.
- Rentabilidad del 50%.
- Permite eliminar residuos orgánicos e inorgánicos, al tiempo que les da una utilidad.
- Es una fuente de energía renovable.
- Es una fuente de energía no contaminante.
- Disminución de las emisiones de CO2.
- No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas.

OPORTUNIDADES

- Mercado emergente.
- Compra de equipo a menor costo en el exterior.
- Materia prima a menor costo.
- Mejor control de gastos de producción. Apoyo del Gobierno a través de BANDESAL.
- Necesidad de crear energía limpia para la evitar la contaminación en el país. Generador de empleos en la zona logrando aceptación.

FODA ENERGÍA BIOMASA

DEBILIDADES

- Mantenimiento correctivo de alto costo y pocos proveedores de este servicio.
- Costo de inversión alto, falta de financiamiento.
- Falta de legislación de bosques energéticos.
- Importación de materia prima por no contar con fuentes energéticos en el país.
- Necesidad de capacitar a todo el personal debido al tipo de tecnología.
- Poco conocimiento de este tipo de generación de energía.

AMENAZAS

- Los rendimientos de las calderas de biomasa son algo inferiores a los de las calderas que usan un combustible fósil líquido o gaseoso.
- La biomasa posee menor densidad energética, lo que hace que los sistemas de almacenamiento sean mayores.
- Los sistemas de alimentación de combustible y eliminación de cenizas son más complejos y requieren unos mayores costes de operación y mantenimiento.
- Los canales de distribución de la biomasa no están tan desarrollados como los de los combustibles fósiles.
- Muchos de estos recursos tienen elevados contenidos de humedad, lo que hace que en determinadas aplicaciones pueda ser necesario un proceso previo de secado.
- Aumento de fletes, seguros de transporte.
- Poco conocimiento acerca de los beneficios que proporciona la planta generadora al medio ambiente y la comunidad.

Ilustración 54: Análisis FODA energía por Biomasa

Energías // Características	Solar Foto	Solar térmica	Eólica	Biomasa	Hidro-eléctrica	Geo-térmica
Variable técnica	Irradiancia	Irradiancia	VPAV			
Costo del proyecto	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto
Horario de ejecución	12 h	12 h	24 h	13 h	13 h	24 h
Tiempo de planificación	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
Tiempo de Implementación	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
Duración del proyecto	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto
Mantenimiento	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
Mano de obra capacitada	Bajo	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto
Rentabilidad	Baja	Baja	Baja	Medio	Alto	Alto
Eficiencia	Media	Alta	Media	Baja	Alta	Alta
Mercado	Bajo	Medio	Bajo	Alto	Alto	Alto
Capacidad de Inyección	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto
Desechos producción	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Alto
Desechos fin de vida útil	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto
Huella de Carbono	Baja	Baja	Baja	Media	Baja	Media
Lugares de Generación	ALTO	ALTO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Incertidumbre	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	BAJA	ALTA

Donde:

El color Celeste significa:	Que Estar en bajo es bueno
El color Rojizo significa:	Que estar bajo es malo

Precio del petróleo es un factor determinante también

Cada Punto a favor es Positivo

Cada punto Medio equivale a 0.5

Cada punto en contra es negativo

Entonces:

Energías // Características	Solar Foto	Solar térmica	Eólica	Biomasa	Hidro-eléctrica	Geo-térmica
Puntos A favor	9	8	4	2	8	6
Puntos Medios	1	3	7	11	3	2
Puntos En contra	6	6	5	4	5	8
Balance	4.5	3.5	2.5	3.5	4.5	-1

F. ESCALA DE RIESGOS SUBJETIVOS PARA LAS ENERGIAS RENOVABLES

Gracias a los valores anteriores podemos observar que la energía más riesgosa de implementar es la GEOTERMICA y de las menos riesgosas tenemos la SOLAR FOTOVOLTAICA Y LA HIDROELÉCTRICA (de pequeña escala), esto es importante para poder tenerlo en cuenta a la hora del interés que se le pondrá a cada proyecto más adelante por lo tanto se realiza una escala de clasificación de los proyectos según sus riesgos subjetivos.

Nivel de Riesgo	Solar Foto	Solar térmica	Eólica	Biomasa	Hidro-eléctrica	Geo-térmica
BAJO	X				X	
MEDIO		X	X	X		
ALTO						X

PROBLEMA ENCONTRADO

El cambio climático representa una desestabilidad en la generación de energía de fuentes renovables en ciertos períodos del año, lo que debilita los incentivos económicos para construir o invertir en proyectos de energía renovable.

G. CONCEPTUALIZACION DEL DISEÑO

1. METODOLOGIA DE CONCEPTUALIZACION DEL DISEÑO

La conceptualización del diseño consiste en el planteamiento de ideas preliminares que den solución a la problemática en estudio, se formulan diferentes opciones y mediante un proceso de selección se destaca la que más se adecua a las necesidades de la solución y se procede a definir los requerimientos básicos de diseño de esta.

Este proceso se realizará mediante la metodología del Proceso de Diseño planteada por Edward Krick, siguiéndose los siguientes pasos:

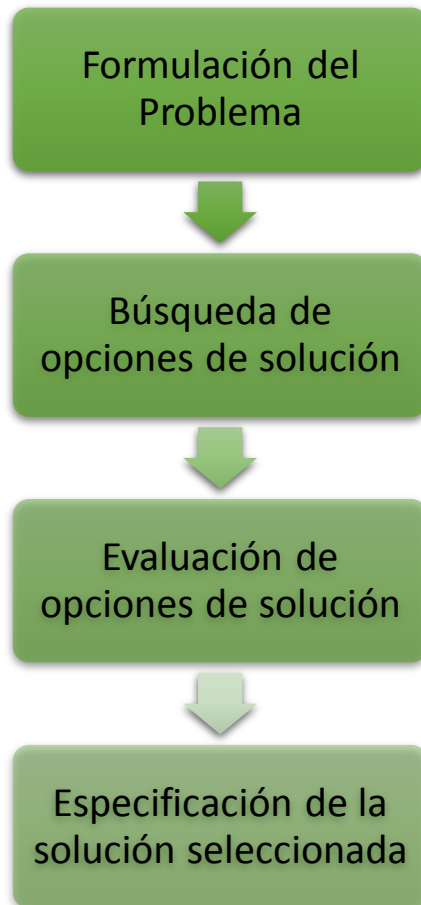


Ilustración 55: Proceso de diseño

- **Formulación del Problema:** El problema de que se trate se define en forma amplia y sin detalles. Los objetivos principales de la formulación de un problema son definir en términos generales en que consiste, determinar si merece nuestra atención y obtener una buena perspectiva del problema cuando sea más oportuno y fácil hacerlo.
- **Análisis del problema:** En esta etapa se definen los detalles como: Variables de entrada y salida, restricciones, variables de solución, criterios de solución, entre otros.
- **Búsqueda de opciones de solución:** Es la fase del proceso de diseño en que se buscan activamente las soluciones posibles por medio de la investigación o a través de procesos mentales como la lluvia de ideas.
- **Evaluación de opciones de solución:** Todas las opciones se evalúan, comparan y seleccionan hasta que se obtiene la solución óptima. Inicialmente las soluciones elegibles se expresan sólo en términos generales. Después que hayan sido eliminadas las opciones

obviamente deficientes o de inferior calidad se añaden más detalles a las posibilidades restantes, las que se evaluarán mediante métodos más refinados.

- **Especificación de la solución seleccionada:** La solución elegida se expone detalladamente.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué instrumento es necesario para la toma de decisión de invertir en proyectos riesgosos de energía renovable?



Estado A:

Actualmente en El Salvador se está reduciendo a la mitad la generación de energía con petróleo, apostándole más las generadas por recursos renovables. La biomasa, por ejemplo, representó en noviembre 2019 el 5.95 % de la generación total de energía, impulsada por diferentes proyectos de plantas instaladas en al menos tres ingenios azucareros en el país. Además, ha tomado mucha fuerza la generación de energía solar, debido a que en los últimos cinco años se han ejecutado más de cinco proyectos solares con inversiones significativas que a la fecha inyectaron 3.30 % del total de la energía en 2019. No obstante, El salvador no cuenta con un modelo o documento en el cual se pueda basar los inversionistas a la hora de invertir en este tipo de proyectos que por su naturaleza son muy riesgosos

Estado B:

Con el modelo se logrará que los inversionistas puedan implementar políticas y procedimientos que permitan una gestión eficiente de los recursos, disminuyendo la cantidad de riesgos de invertir en proyectos de energía renovable se logrará además que los inversionistas conozcan y controlen los resultados del sistema a través de simulaciones del modelo e información documentada.

Entradas:

- Variable técnica
- Ubicación
- Inversión.

Salidas:

- Vulnerabilidad a la materialización Riesgos
- VAN

- % de Aceptación del proyecto

Opciones de Solución:

- Descomponer las variables de entrada
- Localizar las leyes favorables
- Clasificar el proyecto
- Realizar análisis de riesgos

Cabe resaltar que el modelo tendrá módulos para poder generar las opciones de solución, prácticamente estos módulos son la parte fundamental del análisis de los problemas económicos, y así ellos podrán ser el corazón del modelo financiero, por lo tanto, los modelos propuestos son:

Módulo Contable: Este módulo se dividirá en 2, en los factores externos y los internos

Internos: Ingresos, Gastos, Costos, nivel de financiación, ROA, etc.

Externos: Tasa de inflación, tasa de Cambio, PIB, Tasa de crecimiento sectorial, etc.

Módulo de clasificación de riesgo: En este módulo se verán los riesgos desde 2 puntos de vista, cualitativos y cuantitativos.

Análisis Cualitativo: Priorizar los riesgos basados en la probabilidad de que estos ocurran y el impacto generado si es que ocurren.

Análisis Cuantitativo: Se estimarán los efectos palpables en los Objetivos del proyecto.

Módulo de datos históricos: Este módulo dicta acerca de cómo se han desempeñado proyectos similares, para que se pueda tener un respaldo de cómo se han gestionado.

Módulo de eficiencia económica: Este módulo se asegurará de que todos los recursos implementados en el proyecto sean utilizados de la manera más eficiente posible y así maximizar la producción de energía.

Módulo de eficiencia técnica: Aquí se pondrá a evaluar la maquinaria propuesta a comprar para así poder observar las deficiencias y fortalezas que tenga el producto, además de estudiar los niveles de operatividad supuestos y de cómo se desarrollará esto a través del tiempo según datos estadísticos y experiencia adquirida.

Módulo de Sensibilidad: Es la adaptación del proyecto al cambio, donde se establecen las variables que más pueden impactar al desempeño del proyecto.

Módulo para la toma de decisiones: Este módulo es el más complicado, pues cada empresa tolera los riesgos de manera diferentes y cada proyecto también, por lo tanto; es de suma importancia saber que tan tolerante será la persona que se decida a invertir, recordando los factores clave como tiempo y dinero, y el desempeño en la evaluación de las situaciones provistas. Esto utilizando el modelo generado.

Módulo para gráficos: La manera más fácil de ver el desarrollo financiero es a través de los gráficos, por lo tanto, es importante que se genere una forma de poder graficar todos los resultados del modelo.

3. FACTORES A TOMAR EN CUENTA SOBRE LOS RIESGOS Y SU TMAR:

Según la tabla de escalas de riesgos subjetivos, la distribución de la TMAR debe de estar de la siguiente manera para poder cumplir con la exactitud en el riesgo.

El numero asociado a la TMAR significa que, entre más bajo su número, será una TMAR más baja respecto a las demás energías.

Nivel de Riesgo	Solar Foto	Solar térmica	Eólica	Biomasa	Hidro-eléctrica	Geo-térmica
BAJO	X				X	
MEDIO		X	X	X		
ALTO						X
TMAR	1	3	5	4	2	6
	7.8		9.8	8.4	7.9	11.8

Por lo tanto, hay que tener en cuenta que la solar fotovoltaica junto con la hidroeléctrica tendrán una TMAR menor a todas las demás energías y la Geotérmica la mayor a todas.

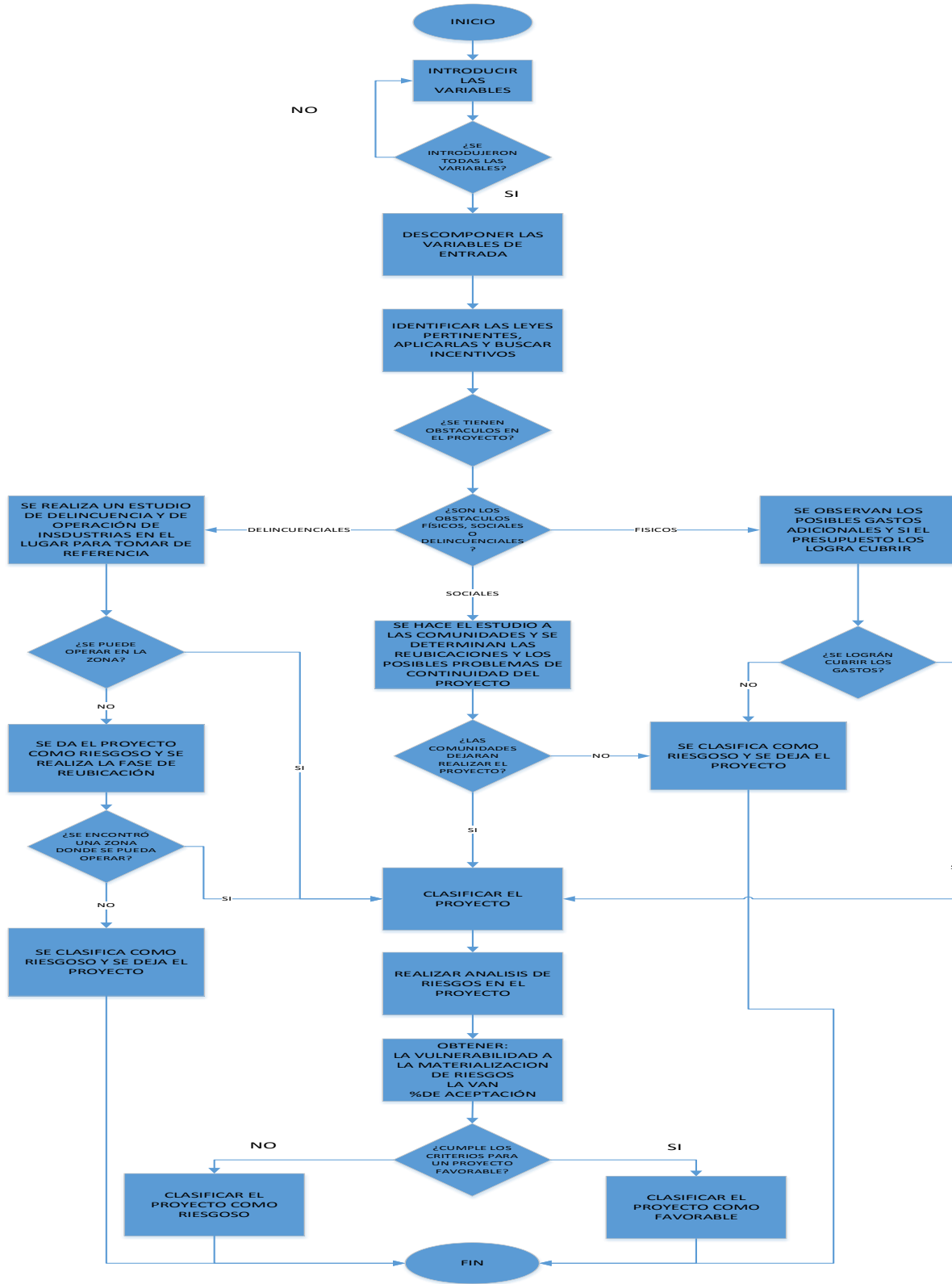


Ilustración 56: proceso de solución del problema planteado

H. BUSQUEDA DE OPCIONES DE SOLUCIÓN

A Continuación, se presentan los modelos a tener en cuenta para las opciones de solución al problema planteado.

ANÁLISIS CUALITATIVO

1. . ANALISIS PEST

El análisis PEST es una herramienta de gran utilidad para comprender el crecimiento o declive de un mercado, y, en consecuencia, la posición, potencial y dirección de un negocio. Es una herramienta de medición de negocios. PEST está compuesto por las iniciales de factores Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos, utilizados para evaluar el mercado en el que se encuentra un negocio o unidad.

Los factores analizados en PEST son esencialmente externos, el cual está basado en factores internos (Fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas).

El análisis PEST utiliza cuatro perspectivas, que le dan una estructura lógica que permite entender, presentar, discutir y tomar decisiones. Estas cuatro dimensiones son una extensión de la tradicional tabla de Ventajas y Desventajas. La plantilla de PEST promueve el pensamiento proactivo, en lugar de esperar por reacciones instintivas.

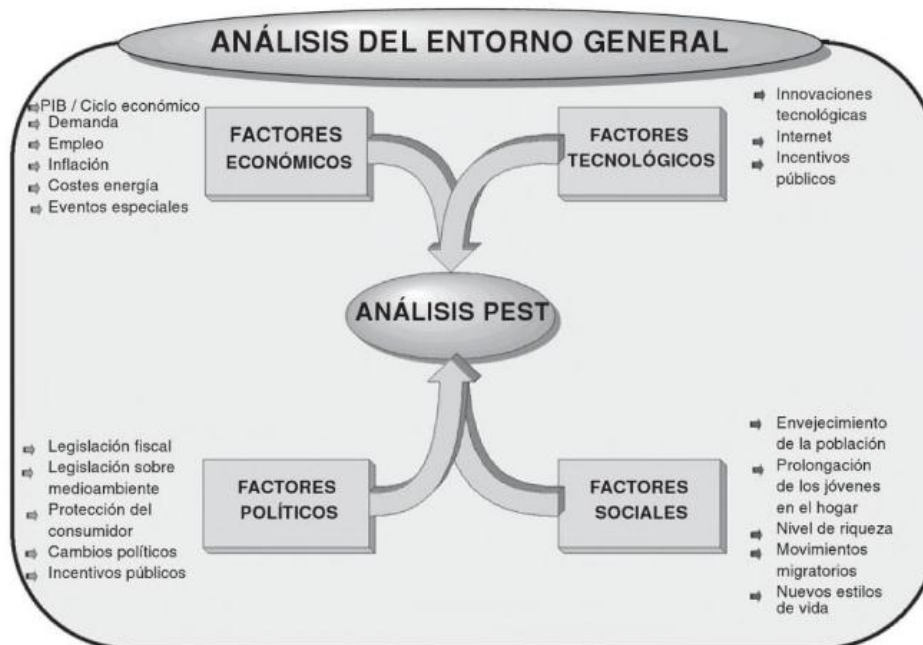


Ilustración 57: Metodología del análisis PEST

2. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA SITUACIONAL (PES)

Es una de las herramientas más modernas para la planificación estratégica de políticas públicas. El modelo está concebido especialmente para los problemas públicos y es aplicable a cualquier organismo cuyo centro de juego no es el mercado, sino que tiene como objetivo la ciudadanía y como corolario el bien común. En tal sentido el criterio de eficiencia se traslada hacia lo social, lo económico y lo político.

La Planificación Estratégica Situacional se basa en un análisis situacional donde intervienen todos los actores del juego social, concentrándose en problemas actuales o potenciales y no en sectores o materias.

La Planificación Estratégica Situacional (PES) es una de las herramientas más modernas para la planificación estratégica de políticas públicas. El modelo está concebido especialmente para los problemas públicos y es aplicable a cualquier organismo cuyo centro de juego no es el mercado, sino que tiene como objetivo la ciudadanía y como corolario el bien común. En tal sentido el criterio de eficiencia se traslada hacia lo social, lo económico y lo político.

Momento de la planificación estratégica situacional

Explicativo:

Es la instancia de la explicación desde la perspectiva de un actor de la realidad que se busca transformar. Comprende los tiempos verbales "fue", "es" y "será".

Normativo:

Es la instancia del diseño del Plan. En este momento se hace uso de la técnica de escenarios como instrumento de absorción de incertidumbre, de los planes de contingencia para enfrentar las sorpresas y de análisis de confiabilidad del plan.

Estratégico:

Análisis y diseño de la estrategia para hacer viable las operaciones de conflicto. La pregunta central que se hace en este momento es, qué puede ser del deber ser, por lo que se mueve en el tiempo verbal "puede ser".

Táctico Operacional:

Los momentos anteriores son de producción de conocimientos, es el cálculo previo que solamente se concreta en la práctica. En consecuencia, el momento táctico operacional es la mediación entre el conocimiento y la acción. Es el hacer

EVALUACIÓN DE INVERSIONES ANTE INCERTIDUMBRE

La mayoría de las evaluaciones de proyectos se realiza en escenarios de certidumbre respecto de las variables que componen el flujo de caja. Sin embargo, en la mayoría de los procesos decisorios, el inversionista busca determinar la probabilidad de que el resultado real no sea el estimado y la posibilidad de que la inversión pudiera incluso resultar con rentabilidad negativa.

La tolerancia al riesgo, la posición financiera de la empresa, la diversificación de sus otras inversiones y el plazo de la recuperación de la inversión, entre otros factores, condicionan la toma de distintas decisiones entre diferentes potenciales inversionistas que evalúan un mismo proyecto. Un análisis equilibrado del riesgo con el rendimiento esperado de una inversión, evitará aceptar proyectos muy vulnerables si se asume mucho riesgo o perder oportunidades por ser poco agresivos en la decisión.

Muchas variables son las que condicionan el grado de tolerancia al riesgo: la personalidad del inversionista, el horizonte de tiempo de la inversión, la disponibilidad de recursos físicos o financieros e, incluso la edad de quien decide. Generalmente, los inversionistas jóvenes toman más riesgos justamente por trabajar con horizontes de tiempo más largos. Por lo mismo, la tolerancia al riesgo cambia con el tiempo, lo que obliga a reevaluar el riesgo al cambiar las circunstancias que lo determinaron en primera instancia.

Se analizan los conceptos de riesgo, incertidumbre y sensibilidad, y se exponen los principales instrumentos para tratarlos.

Incetidumbre: existirá incertidumbre cuando las probabilidades de ocurrencia de un evento no están cuantificadas. Las fuentes básicas de la incertidumbre son cuando la información es incompleta, inexacta, sesgada, falsa o contradictoria.

Riesgo: hay riesgo si los eventos que sucederán en el futuro no son determinísticos, sino que existe un grado de incerteza acerca de los que sucederá. Este grado de incerteza es sólo parcial debido a la historia, la que nos permite conocer los resultados obtenidos anteriormente en alguna experiencia y nos sirve para estimar la probabilidad de que ocurra un evento específico sometido a iguales condiciones.

Riesgo del negocio: Grado de fluctuación en los ingresos netos asociados a los diferentes tipos de negocios y estrategias de operación. Se conoce además como riesgo diversificable o no sistemático. Este riesgo puede ser eliminado.

Riesgo del Mercado: Este riesgo es no diversificable y no se puede eliminar, pero sí reducir, es un riesgo inherente del mercado. Se conoce además como riesgo no diversificable o sistemático.

$$\text{R. Negocio} + \text{R. Mercado} = \text{Riesgo Total}$$

1. OPCIONES REALES

Scott Methews, miembro técnico asociado en el equipo de Finanzas Computacionales y Modelado Estocástico en la División de Investigación y Desarrollo Avanzado de Boeing, define las opciones reales como: “opciones de compra sobre una oportunidad, lo que da el derecho de detenerse, comenzar o modificar un proyecto en una fecha futura” (Berk, 2008).

Valga mencionar que la expresión “opciones reales” se conoció por primera vez en 1984 (Myers, 1984), cuando se hizo referencia a opciones cuyo activo subyacente era un activo real. Kester (1984) plantea que la visión de las opciones reales es un eslabón más de la cadena de elementos que se deben tener en cuenta para la decisión de invertir en un proyecto y considera cuatro elementos fundamentales a la hora de invertir:

- El tiempo durante el cual se puede decidir si se lleva a cabo o no el proyecto.
- El riesgo que corre el proyecto.
- Los tipos de interés.
- El grado de exclusividad que pueda tener la empresa sobre el proyecto.

Brennan y Schwartz (1985) desarrollaron un trabajo en el que se evalúa un proyecto de inversión con las posibilidades de crecimiento, atraso y abandono, entre otras, con lo cual contrastan el cálculo por medio del VPN y el obtenido incluyendo las opciones reales. Titman (1985) analiza la importancia de la incertidumbre sobre los precios de los terrenos y su recuperación en los proyectos de construcción; lo anterior se relaciona con la decisión de construir frente a los costos de oportunidad de la tierra inactiva.

Majd (1987), por su parte, plantea cómo la incertidumbre sobre las variables del modelo influye sobre el momento óptimo de desarrollo del proyecto, al igual que sobre el costo de oportunidad de retrasar el proyecto. Williams (1991) estudia el valor de la opción en una propiedad desde la óptica del propietario, con lo cual concluye que el valor depende tanto de los ingresos que produce el proyecto como de los costos de construcción derivados de la propiedad, de manera que el dueño del terreno elige el mejor momento para realizar el proyecto, todo esto referenciado al grado de incertidumbre existente.

Quigg (1993) trabaja las implicaciones de una opción de espera sobre un proyecto a desarrollar en un terreno en zona urbana y analiza cómo influye el grado de incertidumbre sobre las decisiones del inversor. Dixit (1994) plantea las opciones reales como un método de valorar proyectos de inversión semejante a las opciones financieras (call — comprar— y put —vender—) y no a una cartera de bonos sin riesgo como el VPN.

Trigeorgis (1995), a su vez, plantea de igual forma dicha similitud entre las opciones financieras y las opciones reales, sin embargo, esta última implica una decisión flexible (sin obligación) para adquirir o cambiar una alternativa de inversión por otra. Copeland y Keenan (1998) concluyen que la incertidumbre es un elemento importante en la evaluación de proyectos cuando se opta por utilizar la metodología de las opciones reales, con lo cual se vincula todo tipo de información dentro del proyecto, mientras que López Lubián (2001) formula la existencia de las opciones

reales cuando mediante el análisis del proyecto de inversión se cuenta con la posibilidad de alterar los acontecimientos futuros debido a cambios en las variables que integran el proyecto.

De todo lo anterior, Gómez (2004) dictamina las siguientes situaciones en las cuales se pueden desarrollar las opciones reales:

- Cuando hay decisiones de inversión contingentes.
- Cuando la incertidumbre es bastante extensa.
- Cuando el valor es apropiado por las futuras opciones de crecimiento.
- Cuando hay actualización de proyectos y correcciones de estrategias a medio curso.

Tipos de opciones reales y los proyectos

La teoría de las opciones financieras ha dado base al concepto de las opciones reales, y por eso se hace necesario definir una opción como el derecho —mas no la obligación— de realizar una operación determinada durante un tiempo determinado (Mascareñas, 2004). Las opciones financieras se clasifican en opciones call y opciones put; cada una de ellas tiene ciertos elementos que la caracterizan, los cuales se pueden relacionar con determinantes fundamentales a la hora de evaluar un proyecto de inversión. La Tabla ofrece, desde el punto de vista de las variables, un comparativo entre las opciones financieras y las opciones reales.

Proyecto de inversión	Variable	Opción de compra de la acción
Valor de los activos operativos	S_0	Precio de la acción
Desembolsos requeridos para adquirir el activo	K	Precio de ejercicio
Tiempo que se puede demorar la decisión de inversión	T	Tiempo hasta el vencimiento
Riesgo del activo operativo subyacente	σ^2	Varianza de los rendimientos
Valor temporal del dinero	r_t	Tasa libre de riesgo

Tabla. 33: Comparación de variables entre un proyecto y las opciones financieras

OPCIONES REALES EN PROYECTOS

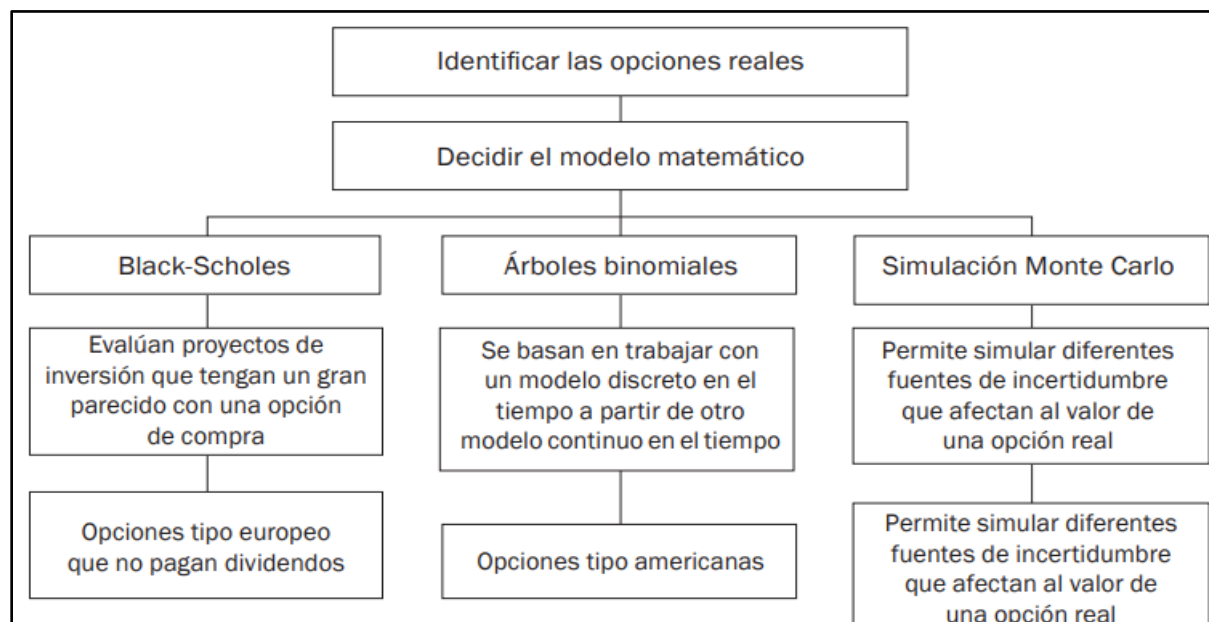


Ilustración 58: Formas de valorar opciones reales

Ecuación de Black-Scholes

Myron S. Scholes, Fisher Black y Robert C. Merton fueron los que plantearon el método para medir la correlación entre un producto derivado y un bien subyacente en las opciones, que es conocido comúnmente como el “modelo Black-Scholes”. El modelo establece los precios de las opciones por medio de la construcción de una cartera hipotecaria en la que cualquier variación en el precio de una acción es compensada con un desplazamiento en el valor de las opciones de esa acción. Esto es conocido como “la estrategia de neutralización” que crea una cartera sin riesgo. La fórmula de Black-Scholes es el resultado de una ecuación diferencial en derivadas parciales que manifiesta que el precio justo de una opción es el que produce un retorno sin riesgo dentro de la cartera neutralizada (Álvarez, Ortega, Sánchez y Herrera, 2004).

La fórmula más sencilla que existe para la valoración de opciones es la fórmula de BlackScholes sobre una acción que no distribuye dividendos. El método fue una desviación radical del análisis del flujo de caja descontado (Amram y Kulatilaka, 2000).

De acuerdo a Pareja, Marrero, Molina y Ramírez (2011), los supuestos básicos de este modelo son:

- Mercado financiero perfecto
- No existen costos ni impuestos en las transacciones
- La información es gratuita
- El activo subyacente no paga dividendos

- Las opciones son europeas

Uno de los problemas principales que presenta este método es que la particularidad de cada activo real no permite encontrar soluciones analíticas, y no existen soluciones para opciones de tipo americano, que son las más comunes en los proyectos de inversión. De igual forma, no permite modelar todas las opciones generadas por el proyecto (Pareja, Marrero, Molina y Ramírez, 2011).

Árboles binomiales

“Los árboles binomiales se pueden considerar como las posibles trayectorias que puede tomar el precio de un activo en un futuro determinado, pero que es afectado por la volatilidad y otras variables externas” (García, Salazar y Torres, 2008, p. 13). Este método se ha convertido en una herramienta útil y popular para la valoración de opciones porque su diagramación permite obtener aproximaciones muy buenas utilizando resultados matemáticos relativamente simples. A pesar de sus bondades, la propuesta presenta algunos inconvenientes, porque no se tienen en cuenta las opciones con vencimientos más cortos y además supone que todas las trayectorias que conducen al mismo valor final poseen la misma probabilidad de riesgo neutral (Marín, 2010).

LA OPCIÓN DE EXPANSIÓN, AMPLIACIÓN O CRECIMIENTO

I. LAS OPCIONES DE EXPANSIÓN

constituyen la posibilidad de realizar inversiones adicionales ligadas al proyecto de inversión. La finalidad de estas inversiones puede ser, por ejemplo, aumentar la producción, la capacidad de la empresa o realizar inversiones de seguimiento. El hecho de que el proyecto pueda ampliarse si las condiciones son favorables, hace que el proyecto en cuestión valga más que un proyecto que no contempla esa posibilidad. En este sentido, las opciones de ampliar no se muestran en el balance de la compañía, pero los inversores sí que valoran su existencia, de forma que si una empresa tiene opciones reales valiosas que le permiten invertir sin restricciones en nuevos proyectos rentables, su valor de mercado aumenta.

II. LAS OPCIONES DE AMPLIAR

Suelen ser difíciles de valorar en la práctica debido a su complejidad. Aun cuando el proyecto inicial tenga un VAN negativo, al valorar la opción de expansión, puede que ésta compense aquél, por lo que el proyecto debería aceptarse. Sobre estas inversiones que hoy presentan un VAN negativo, pero que se llevan a cabo al generar oportunidades de futuro, suele decirse que tienen un valor estratégico para la compañía. La opción de expansión o ampliación que contemplan estos proyectos es el intangible que la dirección considera pero que no es considerado por los modelos clásicos de valoración y es el motivo del valor estratégico antes mencionado.

III. LA OPCIÓN DE ABANDONAR

En muchas ocasiones, los directos eligen inversiones que, aun siendo menos rentables que otras, permiten una mayor flexibilidad, como es el hecho de que la inversión contemple la posibilidad de liquidar el proyecto en cualquier momento por un valor superior al que se espera obtener de continuar con la inversión.

Los directivos deben considerar la opción de abandono cuando realizan la inversión inicial en un nuevo proyecto, ya que se permitirá desinvertir cuando el proyecto no se justifica económicamente. El valor total de un proyecto debe considerar su valor de abandono, valor que muchas veces no se conoce en el momento inicial de la inversión, sino que depende de su evolución en el futuro. Un proyecto debería ser abandonado cuando el valor actual de los flujos de caja futuros sea inferior a la opción de abandono. El valor total del proyecto serían sus propios flujos de caja más el valor de la opción de venta.

Por ejemplo, la empresa JF S.A. se plantea dos alternativas de inversión en una maquinaria destinada a la fabricación de una nueva gama de productos de perfumería. La alternativa A, que requiere una inversión inicial de 90 millones de euros, consiste en invertir en una maquinaria altamente especializada que le permitirá reducir sustancialmente el tiempo y los costes de producción. Si la nueva gama de productos no tiene el éxito esperado por los directivos de la compañía, la maquinaria no podrá venderse ni utilizarse en la fabricación de la actual gama de productos. La alternativa B, que requiere una inversión inicial de 50 millones de euros, no permite obtener los productos en igual tiempo y a un coste de fabricación tan bajo como la alternativa A, pero si la gama de productos no tiene éxito, los directivos de JF S.A. consideran que podrán vender la maquinaria por 35 millones de euros. Del análisis de las dos inversiones mediante el método de los flujos de caja (VAN), se obtiene que la alternativa A proporcionará un VAN de 270 millones de euros si la gama de productos tiene éxito y de 103 millones en caso contrario. Respecto a la alternativa B, el VAN de la inversión en el caso de éxito será de 241 millones de euros y en caso de no tener éxito de 98 millones.

En este ejemplo, en el caso de no existir la posibilidad de abandonar el proyecto si la nueva gama de productos no tiene éxito, la alternativa A sería la elegida ya que en ambos casos su VAN es superior. No obstante, hay que considerar que, si la gama no tiene éxito, en el caso de la alternativa B, puede venderse la maquinaria y recuperar 35 millones de euros. Es decir, con la alternativa B, si la nueva gama tiene éxito se continuará en el proyecto siendo su VAN 241 millones. Por el contrario, si la nueva gama no tiene éxito, se puede abandonar y recuperar 35 millones de euros por la venta de los activos. De esta forma, el valor total del proyecto en el caso de elegir la alternativa B sería el valor de los flujos de caja, asumiendo que la empresa no abandone, más el valor de la opción de abandonar, es decir, 276 millones de euros.

IV. OTRAS OPCIONES REALES

Junto a las opciones mencionadas pueden señalarse otros tres tipos más: las de diferir, las de reducir y las de producción.

1. Las opciones de diferir, prorrogar o posponer

Las opciones de posponer la inversión se denominan opciones de sincronización. En estos casos, no se debe aceptar la realización del proyecto de forma inmediata. Si se espera, se tendrá nueva información sobre el mercado, competencia, precios u otros elementos, pero por el contrario se perderán los flujos de caja iniciales y es posible que otras ventajas. No obstante, diferir es más atractivo cuando la incertidumbre es muy grande y los flujos de caja inmediatos que se pierden son pequeños.

Dado que la opción de inversión, sujeta a prórroga proporciona a los directivos de la empresa el derecho y no la obligación de hacer una inversión para explotarla, un proyecto que puede ser diferido vale más que un proyecto que no contempla esta posibilidad.

2. La opción de reducción

La opción de reducir proporciona el derecho, no la obligación, de reducir el tamaño de las operaciones asociadas a un proyecto si en un momento determinado las condiciones resultan desfavorables. Por tanto, un proyecto que pueda ser reducido vale más que un proyecto que no incluya esta posibilidad.

3. La opción de producción

En el ejemplo de la empresa JF S.A., los directivos de la compañía podrían plantearse la inversión en una maquinaria que les proporcionara la flexibilidad de modificar la producción en el caso de que no se logre el éxito esperado en una determinada gama de productos. Estas oportunidades se denominan opciones de producción.

2. SIMULACIÓN DE MONTE CARLO

La Simulación de Monte Carlo es una técnica que permite llevar a cabo la valoración de los proyectos de inversión considerando que una, o varias, de las variables que se utilizan para la determinación de los flujos netos de caja no son variables ciertas, sino que pueden tomar varios valores. Por tanto, se trata de una técnica que permite introducir el riesgo en la valoración de los proyectos de inversión.

La técnica de la Simulación de Monte Carlo se basa en simular la realidad a través del estudio de una muestra, que se ha generado de forma totalmente aleatoria. Resulta, por tanto, de gran utilidad en los casos en los que no es posible obtener información sobre la realidad a analizar, o cuando la experimentación no es posible, o es muy costosa. Así, permite tener en cuenta para el análisis un elevado número de escenarios aleatorios, por lo que se puede decir que hace posible llevar la técnica del análisis de escenarios al infinito ampliando la perspectiva de los escenarios posibles. De esta forma se pueden realizar análisis que se ajusten en mayor medida a la variabilidad real de las variables consideradas. La aplicación de esta técnica se basa en la identificación de las variables que se consideran más significativas, así como las relaciones existentes entre ellas (aunque esto puede resultar realmente complejo), para explicar la realidad a estudiar mediante la sustitución del universo real, por un universo teórico utilizando números aleatorios.

La estimación de las variables

Para la aplicación de la Simulación de Monte Carlo se han de seguir los siguientes pasos:

- En primer lugar, hay que seleccionar el modelo matemático que se va a utilizar, siendo en el caso de la valoración de proyectos de inversión los más habituales el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR). Según el valor obtenido para estos métodos de valoración se tomará la decisión de si el proyecto es rentable y si se lleva a cabo, o no.

$Z = f(x)$, donde "x" es la variable desconocida a simular.

- A continuación, habrá que identificar las variables cuyo comportamiento se va a simular (x), es decir, aquellas que se consideran que no van a tomar un valor fijo, sino que pueden tomar un rango de valores por no tratarse de variables ciertas, así como las relaciones que existen entre ellas (por lo que sería deseable definir los coeficientes de correlación existentes entre las variables (posibilidad que ofrece el programa "@Risk"). Si no se tuvieran en cuenta dichas interrelaciones y se simularan las variables de forma independiente se estaría incurriendo en un error en los resultados obtenidos y se reduciría la variabilidad de los resultados al tener lugar el efecto de compensación en la interacción de las variables.
- Una vez identificadas las variables que se van a simular hay que determinar la función de densidad de probabilidad $f(x)$ asociada a cada una de ellas.
- Posteriormente se obtendrán las funciones de distribución asociadas a las variables (o variable).
- A continuación, se procede a la generación de números aleatorios (números tomados al azar) comprendidos entre cero y uno. Estos números pueden obtenerse utilizando un ordenador, siendo necesarios tantos como variables se consideren en el modelo multiplicado por el número de simulaciones que se deseen realizar.
- Una vez se dispone de los números aleatorios, estos se llevan sobre el eje de ordenadas, y se proyectan horizontalmente sobre las correspondientes funciones de distribución $F(x)$ de las variables (o la variable) del modelo.
- El valor así calculado de "x" será el primer valor de la muestra simulada.
- Este proceso habrá de repetirse el número de veces necesario para poder disponer del número adecuado de valores muestrales.
- A continuación, se sustituyen los valores simulados en el modelo matemático para ver el resultado obtenido para las simulaciones realizadas. En el caso del análisis de proyectos de inversión en los que se utiliza como método de valoración el VAN, hay que tener en cuenta que la tasa de descuento a utilizar en las simulaciones es la tasa libre de riesgo, porque en caso contrario se estaría penalizando doblemente al proyecto de inversión, tanto en el numerador como en el denominador por el riesgo. No obstante, en contra de esta posición, que es la que se utiliza habitualmente en la práctica empresarial, se encuentra la de los autores Brealey y Myers, quienes limitan la utilidad de la Simulación de Monte Carlo a la mejor estimación de los flujos netos de caja y proponen aplicar, para

el descuento de los mismos, la tasa de descuento ajustada por el riesgo y no la tasa libre de riesgo, porque consideran que hay un único VAN.

- Posteriormente se agrupan y clasifican los resultados. Se comparan los casos favorables con los casos posibles y se agrupan por categorías de resultados.
- Para finalizar, se lleva a cabo el análisis estadístico y de inferencia sobre el comportamiento de la realidad, siendo interesante calcular la media, la varianza y la desviación típica. Por ejemplo, en la valoración de proyectos de inversión es habitual llevar a cabo el análisis de la viabilidad de un proyecto de inversión analizando la probabilidad de que el Valor Actual Neto (VAN) sea positivo ($P(\text{VAN}>0)$), así como el análisis de sensibilidad con el objetivo de identificar aquellas variables que son consideradas críticas por tener mayor impacto sobre el VAN. Estimación del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se empezará utilizando un número no demasiado elevado de simulaciones, que se sustituirán en el modelo matemático seleccionado y se calculará la media y la desviación típica correspondiente al mismo. A continuación, se irá ampliando el tamaño de la muestra hasta que la media y la desviación típica no varíen significativamente en relación con los resultados obtenidos con la muestra anterior.

Se pueden aplicar dos procedimientos:

Procedimiento aditivo: Se parte de un número inicial de simulaciones (n) y se calcula la media y la desviación típica del modelo matemático utilizado. A continuación, se procede a añadir un número de nuevas simulaciones equivalente al bloque inicial (n), de tal forma que ahora se calcula la media y la desviación típica del modelo matemático utilizando para ello un número de simulaciones que asciende a " $2n$ ". La nueva media y desviación típica así calculadas se comparan con las anteriores, repitiéndose el proceso hasta que la media y la desviación típica no diverjan en más de un 0,5 ó 1 %. El inconveniente que presenta este método es que, según se van añadiendo nuevos bloques de simulaciones, las simulaciones antiguas tienen mayor peso que las nuevas.

Ejemplo:

Paso 1: Tamaño del bloque de simulaciones " n ".

Paso 2: Tamaño del bloque de simulaciones " $n + n = 2n$ ". Si no hay convergencia, entonces paso 3; si no finalizar.

Paso 3: Tamaño del bloque de simulaciones " $2n + n = 3n$ ". Si no hay convergencia, entonces paso 4; si no finalizar.

Y así sucesivamente hasta alcanzar la convergencia.

Procedimiento multiplicativo: Se parte de un número inicial de simulaciones (n) y se calcula la media y la desviación típica del modelo matemático utilizado. A continuación, se procede a añadir un número de nuevas simulaciones equivalente a las acumuladas hasta ese momento, de tal

forma que ahora se calcula la media y la desviación típica del modelo matemático utilizando para ello un número de simulaciones que es el doble de las utilizadas en el paso anterior. La nueva media y desviación típica así calculadas se comparan con las anteriores, repitiéndose el proceso hasta que la media y la desviación típica no diverjan en más de un 0,5 o 1 %. De esta forma se soluciona el inconveniente presentado por el procedimiento anterior, dado que los nuevos bloques de simulaciones que se van agregando tienen el mismo peso que el existente en el paso anterior, por lo que la variabilidad del nuevo bloque de simulaciones tiene el mismo peso sobre el total que la del bloque anterior, siendo, por tanto, un método más perfecto.

3. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Una de las aplicaciones clave del análisis de sensibilidad es en el uso de modelos por parte de los gerentes y responsables en la toma de decisiones. Se puede utilizar todo el contenido necesario para el modelo de decisión mediante la aplicación repetida del análisis de sensibilidad.

Ayuda a los analistas de decisión a comprender las incertidumbres, los pros y los contras, con las limitaciones y el alcance de un modelo de decisión.

La mayoría de las decisiones se toman bajo incertidumbre. Una técnica para llegar a una conclusión es reemplazar todos los parámetros inciertos con los valores esperados; luego se lleva a cabo el análisis de sensibilidad.

Evaluación de la confianza en el modelo

Sería un respiro para alguien que toma decisiones tener alguna indicación sobre cuán sensibles serán las elecciones al cambiar una o más variables de entrada. Una buena práctica de modelado requiere que el modelador realice una evaluación de la confianza en el modelo.

En primer lugar, esto requiere cuantificar la incertidumbre en los resultados de cualquier modelo (análisis de incertidumbre); y segundo, evaluar cuánto contribuye cada entrada a la incertidumbre del resultado.

El análisis de sensibilidad aborda el segundo de estos puntos (aunque el análisis de incertidumbre es un precursor necesario), desempeñando el papel de ordenar por importancia la fuerza y relevancia de las variables de entrada para determinar la variación en el resultado.

En modelos que involucran muchas variables de entrada, el análisis de sensibilidad es un ingrediente esencial para la construcción del modelo y para garantizar la calidad.

Usos

- La aplicación clave del análisis de sensibilidad es indicar la sensibilidad de una simulación a las incertidumbres en los valores de entrada del modelo.
- Es un método para predecir el resultado de una decisión si una situación resulta ser diferente al compararla con las predicciones claves.
- Ayuda a evaluar el riesgo de una estrategia.
- Sirve para identificar qué tan dependiente es el resultado con respecto a una variable particular de entrada. Analiza si la dependencia ayuda a evaluar el riesgo asociado.
- Ayuda a tomar decisiones informadas y apropiadas.

- Sirve para buscar errores en el modelo, al encontrar relaciones inesperadas entre las entradas y los resultados.

I. SELECCIÓN DE OPCIONES DEL MODELO

Para la selección de la opción a desarrollar en la etapa de diseño, se recurre a la metodología de la matriz multicriterio, la cual consiste en la asignación de criterios de selección con su respectiva importancia expresada en términos de pesos porcentuales, los cuales son evaluados mediante una escala de calificación para determinar la opción que más adecuada para la solución del problema.

El método se compone de los siguientes pasos:

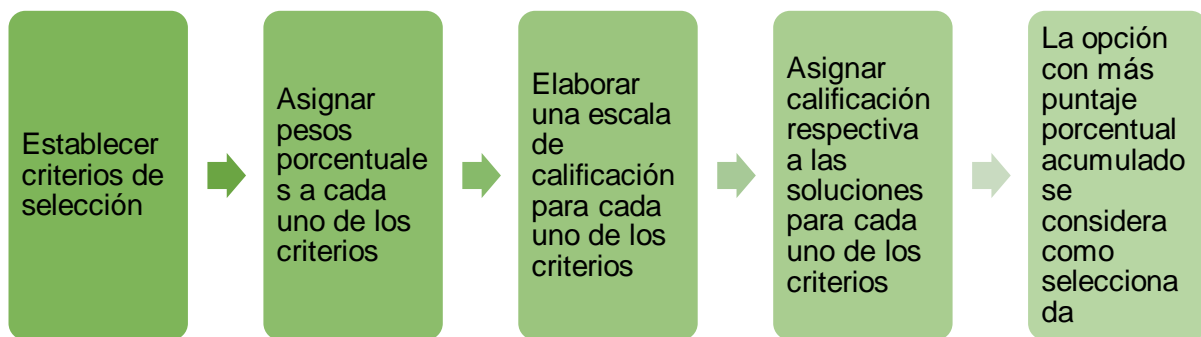


Ilustración 59: Método de selección de la solución.

1. CRITERIOS DE SELECCIÓN.

- **Pertinencia:** Se refiere al grado en que la opción de solución da satisfacción a la problemática determinada en el diagnóstico.
- **Facilidad de implementación:** Mide la capacidad para cumplir con los requerimientos de desarrollo de cada una de las opciones. Se refiere a la disponibilidad y entendimiento del modelo.
- **Versatilidad de la opción:** Mide la capacidad de que la opción pueda ser implementada.
- **Requerimientos de variables para su ejecución:** Se refiere a la cantidad de variables necesarios para su valoración
- **Flexibilidad:** Nivel en el que las opciones de solución se acoplan a las necesidades específicas del modelo.

2. ESCALA DE CALIFICACIÓN.

Para evaluar cada uno de los criterios, se hará uso de una escala numérica en el intervalo de 1 a 10, únicamente se asignarán calificaciones enteras. Los detalles de calificación se presentan en la siguiente tabla:

Criterio	Significado de calificación <6	Significado de calificación >6
Pertinencia	La opción de solución no da satisfacción a la problemática planteada.	La opción de solución da total satisfacción a la problemática planteada.
Facilidad de implementación	No cuenta con ningún requisito previo para abonar a la implementación de la solución.	Cuenta con todos los requisitos y recursos necesarios para el desarrollo de la alternativa de solución.
Versatilidad	La opción de solución se puede implementar.	La opción de solución puede ser adoptada por cualquier tipo de tecnología de energía renovable.
Recursos	La opción de solución requiere de una gran cantidad de recursos para ser implementada.	La opción de solución no requiere de recursos adicionales a los que ya están establecidos para ser implementada
Flexibilidad	Los contenidos de la opción de solución no pueden ser adaptados o modificados para las características individuales de cada tecnología de energía renovable	La opción de solución puede adaptarse totalmente a las características individuales de cada tecnología renovable.

Tabla. 34: Escala de calificación para selección de las opciones de solución

3. SELECCIÓN DE OPCIONES DE SOLUCIÓN

Se presenta la matriz multicriterio para la selección de las opciones de solución a desarrollar:

MATRIZ DE SELECCIÓN MULTICRITERIO							
Criterio		pertinencia	Facilidad de implementación	versatilidad	Requerimiento de recursos	flexibilidad	totales
Opciones	Peso%	35%	20%	10%	15%	20%	100%
OPCIONES REALES:	Nota	9	7	9	3	9	7.7
	Porcentaje	3.15	1.4	0.9	0.45	1.8	
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	Nota	3	6	5	8	6	5.15
	Porcentaje	1.05	1.2	0.5	1.2	1.2	
SIMULACIÓN MONTECARLO	Nota	9	9	6	4	9	7.45
	Porcentaje	3.15	1.8	0.10	0.6	1.8	

Tabla. 35: Matriz de selección multicriterio

Se escoge la solución por **opciones reales, modelo binomial y árbol de decisión binomiales** debido a que obtuvieron la mayor calificación acumulada en la metodología de la matriz multicriterio.

4. ORIENTACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS.

El modelo de riesgos está destinado para que cualquier usuario pueda usarlo, y este le dará su enfoque tanto si es social como si es privado. Como podemos observar en las opciones reales tenemos como poder modificar la van para cuando sea un proyecto privado y también tenemos el análisis de beneficio costo para las inversiones públicas.

En general podemos observar que para los proyectos esto se divide de la siguiente manera:

Inversión	Usuario
Alta	Gobierno o asociaciones publicas
Baja	Entes privados

Por lo tanto, el modelo va a tomar sentido, dependiendo de quién será el usuario y de la magnitud del proyecto y este está adaptado para poder ser de una manera solo privada, de gobierno o híbrida, donde se quiera abordar todos los temas de una sola vez.

CAPITULO III: DISEÑO

A. CRITERIOS DE DISEÑO

Según los resultados del diagnóstico, se han determinado los siguientes criterios de diseño para poder realizar un análisis de riesgos en los proyectos energéticos:

1. CRITERIOS CUALITATIVOS

Visión: Un aspecto importante es la tolerancia que el inversionista tenga al riesgo y de cómo ha sido su trayectoria en la toma de decisiones, si bien es un punto subjetivo, es de vital importancia a la hora de realizar una inversión.

Flexibilidad al riesgo: Refiriéndose a los planes que desearan tomar en un futuro con respecto a los riesgos encontrados y dados parámetros para poder saber cuándo abordar un riesgo, transferirlo, eliminarlo etc.

Presencia o influencia cronológica del riesgo: Siendo importantes para determinar que un riesgo se acerca a concretarse o realizarse, estos “Detonantes” son para desempeñarse y poder prevenir que el riesgo se materialice sin tener conocimiento de ellos.

Percepción de los grupos interesados: Si bien es cierto que, el inversionista debe de estar convencido del proyecto, el entorno que rodea al proyecto, desde los lugares de construcción, las comunidades aledañas, y cualquier otro ACTOR, que se presente en la realización del proyecto y en su funcionamiento; debe de estar de acuerdo con lo que se piensa hacer, ver sus influencias y demás factores para que se pueda realizar el proyecto.

Riesgos macroeconómicos no controlables: Riesgos que son del ambiente que siempre existirán pero que no se puede obtener ningún control sobre ellos.

Riesgos ambiguos: Factores de los que no se puede saber, si pueden llegarse a concretarse en el futuro, como por ejemplo el cambio de leyes que afecten la sostenibilidad de la empresa.

2. CRITERIO CUANTITATIVOS:

Físicos: Estos con respecto a las variables técnicas de cada una de las energías renovables (Ton/kW-h, Irradiancia/kW-h), también con respecto a los rendimientos técnicos de las turbinas y generadores a implementar su capacidad de producción y su nivel de sensibilidad al cambio.

Financieros: Estos riesgos son de las tasas de interés, incentivos económicos y el grado de coherencia con la política energética del país, que se tienen en la matriz energética y de cómo está planteado el proyecto, dando parámetros como por ejemplo cambios de la TMAR dependiendo de que energía renovable se esté tratando.

Grado de Coherencia de Viabilidad: Con respecto a su posible incorporación en la matriz energética del sector. Además, de cómo es el comportamiento del mercado eléctrico para que este sea viable económicamente. Cómo cabe en los planes de inversión del país.

Variable ordinal por proyecto: es la clasificación en donde cabe la tasa de descuento por el tipo de proyecto de generación eléctrica, en una escala de Primero a Decimo; siendo el primero el más riesgoso.

Arte de la Tecnología: De que se conoce más la tecnología.

3. TRATAMIENTO DE RIESGOS

Si bien es cierto, el tratamiento de los riesgos es algo propio de los gerentes de riesgos de los proyectos, es importante que el inversionista este consiente de y tenga un panorama amplio y completo sobre todo lo que puede pasar a la hora de desarrollar su proyecto.

Por lo tanto, hay que verlo desde el punto de vista del gerente de riesgos para así poder diseñar un estándar de la identificación, evaluación, determinación de acciones y control de riesgos. Hay que recordar que el riesgo es la probabilidad de que algo positivo o negativo pase en el proyecto, por ejemplo:

Positivo: Se acelera el tiempo de una actividad critica por una buena administración de los proveedores. Los actores externos están a favor del proyecto porque se benefician.

Negativo: Se pacta una fecha de entrega con el proveedor, y este no entrega y los proveedores b y c tampoco pueden entregar y se retrasa el proyecto.

Mediante la necesidad de identificar y clasificar los riesgos, se realizará un “Algoritmo de transmisión riesgos”, este documento describirá como el gerente de riesgos debería de estructurar los riesgos encontrados y cómo manejarlos durante el proyecto.

Los Elementos de este plan de mapeo riesgo será:

- 1- Describir el enfoque de identificación de riesgos.
- 2- Determinar cómo los riesgos van a ser descritos. Mapeo de riesgos.
- 3- Documentar todos los riesgos y separar los riesgos que califiquen como cualitativos y cuantitativos.
- 4- Identificar el enfoque que se adoptara para abordar los riesgos. Si es preventiva o reactiva.

Dentro de los análisis cualitativo y cuantitativo se realizan esos 4 pasos para cada uno de los riesgos encontrados.

Consideraciones:

- Se usarán riesgos específicos de cada sector energético.
- Se recomienda utilizar uno de estos 2 enfoques: Análisis de escenarios y Análisis de Causa Raíz.

Análisis Cualitativo

Entradas

Las entradas que se necesitan para que se pueda realizar el análisis cualitativo de una manera correcta, deben de estar separadas entre las que son relativas al inversionista y de aquellas que se refieren a los demás actores que pueden interferir o apoyar en el proyecto.

INVERSIONISTA

- Grado de coherencia que tiene la estrategia actual con inversiones en el sector.
- Registro de riesgos que corren en empresas del inversionista en la actualidad.
- Información sobre características de proyectos implantados en otros países.
- Coherencia del proyecto con la planeación estratégica normativa.
- Grado de tolerancia al riesgo.
- Grado de experiencia en co-inversiones con extranjeros.

ACTORES (AL MARGEN DEL INVERSIONISTA)

- Enumeración de todos los StakeHolders y su perfil estratégico.
- Esperanzas constitutivas de cada uno de los StakeHolders (A favor o en contra).
- Descripción de las posiciones.
- Causas por las que se adoptan de aquellas posiciones de los stakeholders.
- Consecuencias de la postura de cada actor.

Herramientas y técnicas

Para poder abordar los problemas encontrados de una manera metódica, sistemática y ordenada se separan los riesgos para así poderlos abordar de los que son solo del inversionista y los que se pueden dar con los demás actores que intervengan en el proyecto.

1. Análisis Cualitativo de riesgos del inversionista.

1.1) Evaluación de probabilidad e impacto de cada riesgo:

Utilizando el registro de riesgos potenciales del proyecto, se estudia la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos y su respectivo impacto económico en la misión y visión del proyecto en el tipo de energía renovable a implementar. Este impacto económico puede ser: en costos extras, retrasos de cronograma, calidad del proyecto, desempeño, etc.

Para realizar de mejor manera esta evaluación de riesgos tener en cuenta el análisis PEST.

4. ANÁLISIS PEST (POLÍTICO, ECONÓMICO, SOCIAL Y TECNOLÓGICO)

A continuación, se presentan diferentes factores que pueden afectar positiva o negativamente el proyecto, desde el punto de vista político, económico, social y tecnológico.



Tendencia Político	En el proyecto
(+) Ley de incentivos fiscales: Tiene como objeto promover la realización de inversiones en proyectos del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de recursos hidráulicos, geotérmicos, eólico y solar.	Incentiva la inversión en proyectos específicamente de energías renovables.
(+) Ley de Inversiones:	Fomenta las inversiones de capital nacional o extranjero, eso abre

Art. 1.- La presente ley tiene por objeto fomentar las inversiones en general y las inversiones extranjeras en particular, para contribuir al desarrollo económico y social del país, incrementando la productividad, la generación de empleo, la exportación de bienes y servicios y la diversificación de la producción.	espacio a este proyecto de energías renovables.
(+/-) Elecciones Legislativas y Municipales 2021 El cambio en el órgano de gobierno legislativo o incluso municipal podría provocar variaciones en algunas políticas.	Puede provocar cambios en las políticas de enfoque en sus prioridades.
(+) Ley de Medio Ambiente: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.	En esta ley se establecen todos los procedimientos en cuanto a permisos ambientales y estudios de impactos ambientales referentes a la realización de proyectos.
(+) Ley General de Electricidad: Regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía.	Muestra el funcionamiento del sistema eléctrico nacional significa una guía que brinda los lineamientos a seguir para la entrada de los proyectos de generación de energías renovables.
Tendencia Económico	En el proyecto
(-) Fluctuación en el Precio del petróleo: Los precios cambiantes en el precio internacional del petróleo hacen que algunos costos se eleven debido a que este es un combustible muy utilizado.	Afectaría costos de ejecución del proyecto ya sea en aumento o disminución según sea el caso.
(-) Tecnologías de alto costo: Tecnologías existentes en otros países son de alto costo para ser introducidas en el país.	El proyecto tendría una alta inversión en materia de tecnología.
(-) Pandemia COVID-19: La Pandemia COVID-19 hasta el momento ha paralizado las economías mundiales ha dejado más deuda en los países, más pobreza y recesión económica en algunos países y empresas, El Salvador no es la excepción.	Los efectos de la pandemia en todos los sectores a nivel mundial y nacional sobre todo en los productivos han sido evidentes, el país no ha sido a la excepción.

(-) Reducción de la demanda energética Nacional: como consecuencia a la reducción de la productividad en el país, debido a la pandemia, el consumo energético ha disminuido.	Podría verse como no atractiva la inversión en proyectos de aumento de capacidad y diversificación energética.
(-) Fuga de Inversionistas: Debido a las condiciones actuales generadas por el impacto de la pandemia los inversionistas no quieren invertir debido al alto riesgo.	La fuga de inversores, restaría posibilidades de la implementación de estos proyectos.
(-) Devaluación del Dólar: La salida de dólares ha empujado una gigantesca devaluación de las monedas en lo que va de año, con espectaculares caídas del real brasileño, el peso mexicano y el peso colombiano. Y como la mayor parte de la deuda pública de los países de Latinoamérica está en dólares, el efecto es muy negativo.	Los inversores no quieren asumir altos riesgos.
Tendencia Social	En el proyecto
La Población No tiene un estilo de vida verde: No hay cultura de ahorro energético, aunque muchos conocen los productos verdes no los adquieren.	Los usuarios no se interesan por la utilización ni aprovechamiento de energías limpias
Interés por pagar un menor precio: Las personas se interesan por el precio y no ven los beneficios a largo plazo de los productos verdes.	Las personas prefieren pagar menos y no toman en cuenta el gasto de energía o la contaminación
Campañas de ahorro, información y producción de tecnologías limpias: El gobierno y la empresa privada realiza campañas para dar a conocer e informar sobre estos productos.	Estas campañas ayudarían a la difusión del proyecto
Crecimiento del sector residencial	Cada vez hay más personas y más casas lo que provoca aumentos en la cantidad de energía consumida.
Aumento en el consumo de energía en los hogares	
Altos índices de delincuencia en el País.	Esto impediría la realización de los proyectos.
Tendencia Tecnológica	En el proyecto
(+) Aumento de mano de obra calificada: en El Salvador, la formación de profesionales en la rama de las energías renovables a en auge, recientemente en el año 2019 la Universidad José Simeón Cañas, apertura la carrera de Ingeniería en Energías, en la Universidad de El Salvador se proyecta apertura a la carrera de Ingeniería de Potencia e Ingeniería de telecomunicaciones	Esto permitiría contratar mano de obra nacional en la ejecución del proyecto.

(+) Implantación de la nueva planta eólica en el país: Esta planta vendrá a diversificar la matriz energética existente en el País.	Demuestra que en el país pueden ejecutarse proyectos innovadores en el tema de energías renovables.
(-) Tecnología en el país es obsoleta: existen nuevas tecnologías en el mundo para la obtención de energía a través de fuentes primarias como es la velocidad promedio del viento.	El no contar con tecnología de punta hace más difícil la ejecución de este tipo de proyectos por lo que se deben importar y en algunos casos no son eficientes.
(+) Importación de tecnología	

Tabla. 36: Análisis PEST

1.2) Matriz de probabilidad-Impacto

Teniendo cada uno de los riesgos ya con su respectivo probabilidad e impacto, se genera una matriz de doble entrada donde se priorizarán los riesgos más urgentes a tratar y los de menor relevancia al proyecto.

Teniendo en cuenta la Flexibilidad al Riesgo del inversionista, se realizará la escala de riesgos, esta escala es subjetiva (se puede cambiar, el ejemplo proporcionado es dispuesto a cambios de tolerancia), dispuesta a cambios por el inversionista y debe de ser lo suficientemente eficaz para poder atender los riesgos más importantes.

Escala	Probabilidad	Probabilidad Puntuación	Impacto en el proyecto			
			Tiempo	Costo	Alcance	Puntuación Impacto
MB						
B						
M						
A						
MA						

* Recordar que los riesgos son tanto positivos como negativos

* Los cálculos están basados en las experiencias anteriores y en las apreciaciones de los expertos

*Anotar el nombre en el alcance

*MB, B, M, A, MA corresponde a Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta respectivamente

Probabilidad	Amenazas						Oportunidades				
	0.9	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.045

	0.7	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.035
	0.5	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025
	0.3	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.015
	0.1	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.005
		0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05
	Impacto										

*Las zonas Roja, Amarilla y Verde corresponden a la tolerancia del riesgo del inversionista, siendo las que estén en el área verde las que se pueden obviar o dejar que ocurra, y las rojas que serían de carácter urgente y con una necesidad casi inmediata de tratamiento.

*Los colores de las zonas pueden cambiar para las diferentes tolerancias al riesgo de un inversionista y su presupuesto de riesgos.

1.3) Categorización de riesgos y toma de decisiones.

Una vez determinada la matriz, debemos de ordenar los riesgos de mayor prioridad a menor prioridad, y estos riesgos debemos de tomar una decisión sobre la forma de tratarlos estas pueden ser: Proactivo, evaluativo y reactivo.

Respuesta al riesgo Proactiva: Se recomienda tratar los riesgos más urgentes de esta manera, pues así, se evitan retrasos costos innecesarios y otros posibles problemas que este riesgo pueda generar.

La acción proactiva significa de afrontar el riesgo en lugar de esperar a que ocurra, es eliminar la probabilidad de que ocurra el riesgo, por ejemplo: el riesgo país que se puede tener en el alza de las tasas de interés.

Respuesta al riesgo Evaluativa: Se recomienda tratar los riesgos medios de esta manera, pues lo que se necesita es bajar la probabilidad de ocurrencia de estos riesgos, sin embargo, hay que tener precaución de no gastar más dinero del necesario, pues al no eliminar la probabilidad, si ocurren se generaría un doble gasto por el mismo riesgo.

Respuesta al riesgo Reactiva: Se recomienda tratar los riesgos menos urgentes de esta manera, pues el impacto sobre el proyecto tanto económico como de cronograma o calidad es mínimo y se puede absorber con el presupuesto de riesgos. No se va a eliminar un riesgo que costaría en presupuesto \$100 y para eliminarlo se gastara \$200, es mejor esperar y si ocurre reaccionar y gastar esos \$100.

2. Análisis Cualitativo de riesgos de los actores externos.

Para que el proyecto tenga mayores probabilidades de éxito se necesita conocer el entorno que rodeara el proyecto, en otras palabras, se necesita saber que actores externos pueden intervenir de manera positiva o negativa al proyecto, y esto es un riesgo clave para que se lleve a cabo la realización del proyecto.

Para realizar correctamente este análisis, se debe de optar por la opción de la “PLANEACIÓN ESTRATEGICA SITUACIONAL (PES)”

5. PLANEACIÓN ESTRATEGICA SITUACIONAL (PES)

La tabla a utilizar para poder organizar la información de los actores que utilizaremos más adelante es la siguiente:

Actores	Intereses	Problemas Percibidos por el actor	Recursos y mandatos	Interés en una estrategia	Conflictos Potenciales

Tabla. 37: organización de información de actores

La metodología procede según una lógica que articula tres grandes operaciones conceptuales:

- Un momento de carácter explicativo consistente en un proceso de análisis y reconstrucción valorativa de un sector de realidad en el que los actores involucrados confrontan sus diferentes perspectivas y representaciones sobre la situación.
- Un momento de carácter político/estratégico caracterizado fundamentalmente por la definición de la situación–objetivo y la toma de decisiones respecto de posibles cursos de acción y el análisis de viabilidad.
- Un tercer momento en el que se construyen las bases para la formulación de un plan operativo que organice la intervención en la situación que se pretende transformar. Esta metodología involucra un conjunto de técnicas que, aplicadas en un espacio multiactoral, permite operativizar la tarea de investigación necesaria para determinar cursos de acción.

Es un método cuya potencialidad radica en que:

- Permite abordar la tarea de explicación y análisis situacional integrando, desde un inicio, la dimensión exploratoria, descriptiva y explicativa, evitando el riesgo de entenderlas como etapas secuenciales, o bien, de identificar la tarea con alguna de ellas (la descripción, por ejemplo), como ocurre frecuentemente con los planteos tradicionales de diagnóstico.
- Posibilita la construcción de un modelo explicativo, a través de aproximaciones sucesivas, en un espacio multiactoral en el que se juegan diferentes racionalidades, conocimientos y perspectivas de la realidad.
- Facilita la construcción de un lenguaje común en un espacio caracterizado por la diversidad.
- Permite la formulación de estrategias de intervención estrechamente ligada al análisis situacional, evitando el riesgo frecuente de trabajarlos como compartimentos estancos.
- Es de fácil aplicación en distintos ámbitos: grupos de especialistas, grupos de base, grupos heterogéneos, etc.
- Permite la aplicación de todos sus pasos organizados en una secuencia de talleres, o bien la utilización de algunos de ellos intercalados en el proceso de formulación de estrategias de intervención.

Este método consiste en 9 pasos que se deberán de aplicar:

Paso 1: El problema focal

Paso 2: La descripción del problema focal

Paso 3: Graficación de las relaciones Causales. Variables e hipótesis explicativas.

Paso 4: El desarrollo del modelo explicativo. El “mapeo” de cadenas causales.

Paso 5: La organización de la exploración.

Paso 6: Análisis del espacio de Gobernabilidad: El control de Variables.

Paso 7: Definición de los frentes de Ataque.

Paso 8: La formulación de las apuestas estratégicas.

Paso 9: Aproximación a la situación objetivo.

6. RIESGO CUANTITATIVO POR MEDIO DEL MÉTODO DE LAS OPCIONES REALES.

6.1 Métodos convencionales de análisis de inversiones VAN (Valor Actual Neto)

Los métodos convencionales de análisis de inversiones se basan en el cálculo del flujo de fondos descontados, valor actual neto (VAN), donde el factor determinante para realizar una inversión es que el VAN sea mayor que cero y se desaconsejaría hacer la inversión si este fuera negativo. Si el VAN es igual a cero, quiere decir que la inversión no genera beneficios ni pérdidas, en estos casos el VAN no es un método que aporte una ayuda en la decisión a tomar y habrá que considerar otros criterios, siendo de gran utilidad las opciones reales.

En el caso de inversiones en energías renovables, como cualquier proyecto de inversión en cualquier sector, es el método que se ha venido empleando donde se puede ver reflejado cuanto aumentará el valor de la inversión, sin embargo, al utilizar el VAN hay una serie de factores que se pasan por encima (Mascareñas, 2007):

1. Los flujos de caja empleados suelen ser valores conocidos o esperados desde el principio, por lo que ignora que los inversores puedan alterarlos a lo largo del horizonte temporal en su beneficio. Esta flexibilidad aporta valor a la inversión y no se consideran en el VAN.
2. La tasa de descuento es conocida y constante, lo que implica suponer que el riesgo del proyecto es constante. Este argumento es falso, puesto que el riesgo del proyecto depende de la vida que le quede a este ya que a medida que transcurre el tiempo los inversores son capaces de hacerse con más información y prever los flujos de caja de una manera más exacta.
3. La necesidad de proyectar los precios esperados a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto no es correcto, dada la alta volatilidad de estos en algunos escenarios, por lo que estaríamos obligados a seguir un único camino de todos los posibles que dibujan los precios.

Así pues, con esta herramienta se obtiene una idea de los resultados futuros de nuestra inversión, pero en ningún caso es posible saber factores tan importantes como, el poder ampliar la inversión, diferir la opción de invertir en el proyecto o el abandono de éste.

A continuación, se aplicará el análisis cualitativo y cuantitativo a los distintos tipos de energía renovables, siendo estas solar, eólica, geotérmica, biomasa y pequeñas centrales hidroeléctrica.

B. ANALISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO METODOS PEST, PES Y OPCIONES REALES

1. PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

1.1. ANALISIS PEST DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

Tendencia Político	En el proyecto
<p>(+) Ley de incentivos fiscales: Tiene como objeto promover la realización de inversiones en proyectos del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de recursos hidráulicos, geotérmicos, eólico y solar.</p>	<p>Incentiva la inversión en proyectos específicamente de energías renovables.</p>
<p>(+) Ley de Inversiones: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto fomentar las inversiones en general y las inversiones extranjeras en particular, para contribuir al desarrollo económico y social del país, incrementando la productividad, la generación de empleo, la exportación de bienes y servicios y la diversificación de la producción.</p>	<p>Fomenta las inversiones de capital nacional o extranjero, eso abre espacio a este proyecto de energías renovables.</p>
<p>(+/-) Elecciones Legislativas y Municipales 2021 El cambio en el órgano de gobierno legislativo o incluso municipal podría provocar variaciones en algunas políticas.</p>	<p>Puede provocar cambios en las políticas de enfoque en sus prioridades.</p>
<p>(+) Ley de Medio Ambiente: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.</p>	<p>En esta ley se establecen todos los procedimientos en cuanto a permisos ambientales y estudios de impactos ambientales referentes a la realización de proyectos.</p>
<p>(+) Ley General de Electricidad: Regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía.</p>	<p>Muestra el funcionamiento del sistema eléctrico nacional significa una guía que brinda los lineamientos a seguir para la entrada de los proyectos de generación de energías renovables.</p>
Tendencia Económico	En el proyecto
<p>(-) Fluctuación en el Precio del petróleo: Los precios cambiantes en el precio internacional del petróleo hacen que algunos costos se eleven debido a que este es un combustible muy utilizado.</p>	<p>Afectaría costos de ejecución del proyecto ya sea en aumento o disminución según sea el caso.</p>
<p>(-) Tecnologías de alto costo: Tecnologías existentes en otros países son de alto costo para ser introducidas en el país.</p>	<p>El proyecto tendría una alta inversión en materia de tecnología.</p>

<p>(-) Pandemia COVID-19: La Pandemia COVID-19 hasta el momento ha paralizado las economías mundiales ha dejado más deuda en los países, más pobreza y recesión económica en algunos países y empresas, El Salvador no es la excepción.</p>	<p>Los efectos de la pandemia en todos los sectores a nivel mundial y nacional sobre todo en los productivos han sido evidentes, el país no ha sido a la excepción.</p>
<p>(-) Reducción de la demanda energética Nacional: como consecuencia a la reducción de la productividad en el país, debido a la pandemia, el consumo energético ha disminuido.</p>	<p>Podría verse como no atractiva la inversión en proyectos de aumento de capacidad y diversificación energética.</p>
<p>(-) Fuga de Inversionistas: Debido a las condiciones actuales generadas por el impacto de la pandemia los inversionistas no quieren invertir debido al alto riesgo.</p>	<p>La fuga de inversores, restaría posibilidades de la implementación de estos proyectos.</p>
<p>(-) Devaluación del Dólar: La salida de dólares ha empujado una gigantesca devaluación de las monedas en lo que va de año, con espectaculares caídas del real brasileño, el peso mexicano y el peso colombiano.</p> <p>Y como la mayor parte de la deuda pública de los países de Latinoamérica está en dólares, el efecto es muy negativo.</p>	<p>Los inversores no quieren asumir altos riesgos.</p>
<p>Tendencia Social</p>	<p>En el proyecto</p>
<p>La Población No tiene un estilo de vida verde: No hay cultura de ahorro energético, aunque muchos conocen los productos verdes no los adquieren.</p>	<p>Los usuarios no se interesan por la utilización ni aprovechamiento de energías limpias</p>
<p>Interés por pagar un menor precio: Las personas se interesan por el precio y no ven los beneficios a largo plazo de los productos verdes.</p>	<p>Las personas prefieren pagar menos y no toman en cuenta el gasto de energía o la contaminación</p>
<p>Campañas de ahorro, información y producción de tecnologías limpias: El gobierno y la empresa privada realiza campañas para dar a conocer e informar sobre estos productos.</p>	<p>Estas campañas ayudarían a la difusión del proyecto</p>
<p>Crecimiento del sector residencial</p>	<p>Cada vez hay más personas y más casas lo que provoca aumentos en la cantidad de energía consumida.</p>
<p>Aumento en el consumo de energía en los hogares</p>	<p>Esto impediría la realización de los proyectos.</p>
<p>Altos índices de delincuencia en el País.</p>	<p>Esto impediría la realización de los proyectos.</p>
<p>Tendencia Tecnológica</p>	<p>En el proyecto</p>
<p>(+) Aumento de mano de obra calificada: en El Salvador, la formación de profesionales en la rama de las energías renovables a en auge, recientemente en el año 2019 la Universidad José Simeón Cañas, apertura la carrera de Ingeniería en Energías, en la Universidad de El Salvador se proyecta apertura a la carrera de Ingeniería de Potencia e Ingeniería de telecomunicaciones</p>	<p>Esto permitiría contratar mano de obra nacional en la ejecución del proyecto.</p>
<p>(+) Implantación de la nueva pequeña central hidroeléctrica el país:</p>	<p>Demuestra que en el país pueden ejecutarse proyectos</p>

Esta planta vendrá a diversificar la matriz energética existente en el País.	innovadores en el tema de energías renovables.
(-) Tecnología en el país es obsoleta: existen nuevas tecnologías en el mundo para la obtención de energía a través de fuentes primarias como es la velocidad promedio del viento.	El no contar con tecnología de punta hace más difícil la ejecución de este tipo de proyectos por lo que se deben importar y en algunos casos no son eficientes.
(+) Importación de tecnología	

Tabla. 38: Análisis PEST Hidroeléctrica

1.2. EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.

Paso 1: El problema focal

Los campesinos río abajo impiden la construcción del proyecto; que será nuestro VDP.

Paso 2: La descripción del problema focal

Los campesinos agricultores están preocupados por la repunta del río y que se pueden dar en la etapa de invierno y verse afectados sus cultivos, generando problemas de ingresos, perdidas de tierra en incluso sus propios hogares, pues es muy normal ver casas al borde de los ríos. Y verse perjudicados en verano con las sequias.

Por lo tanto, el VDP será:

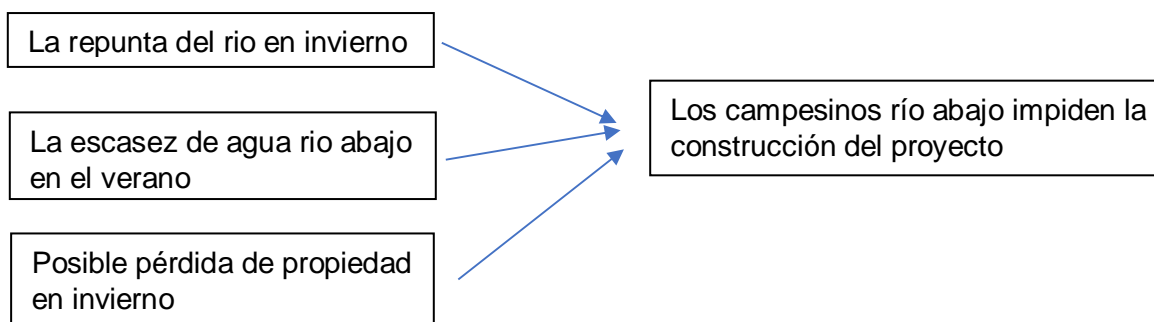
D1: Cultivos perdidos

D2: Hidrología Baja

D3: D1 y D2

Entonces: $VDP = D1 + D2 + D3$

Paso 3: Graficación de las relaciones Causales. Variables e hipótesis explicativas.



Paso 4: El desarrollo del modelo explicativo. El “mapeo” de cadenas causales.

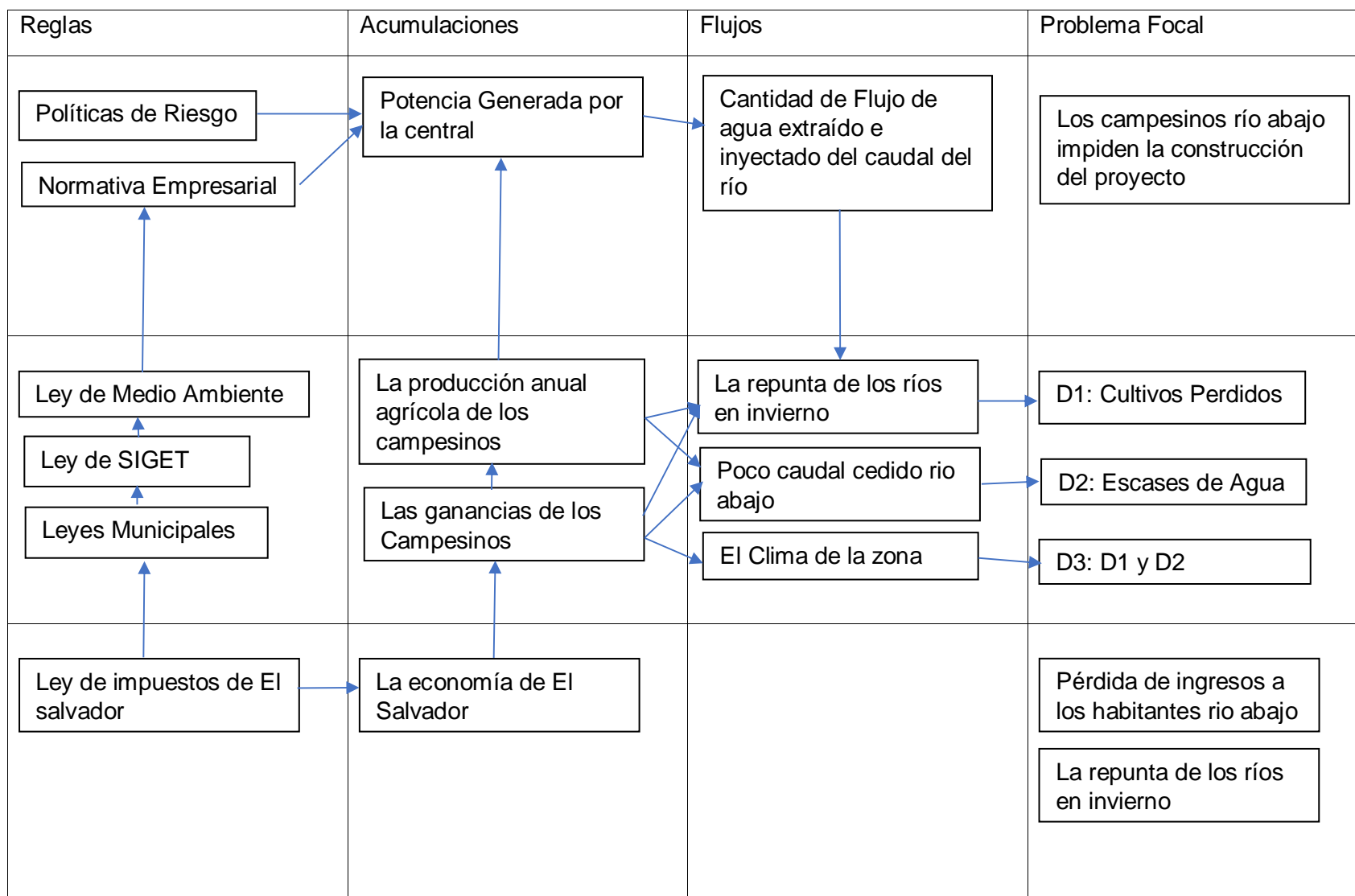


Tabla. 39: Mapeo de cadenas causales energía hidroeléctrica

Paso 5: La organización de la exploración.

Variable	Indicadores	Fuentes	Instrumentos	Responsables Plazos
Cantidad de Flujo de agua extraído e inyectado del caudal del río.	Potencia Generada por la Central	La propia empresa	Análisis de factibilidad	Carlos Cárcamo 31/12/2020
La repunta de los ríos en invierno	Caudal inyectado en invierno	MARN	Muestreos	Mirna Barahona 31/12/2020
Poco caudal cedido río abajo	Caudal inyectado en verano	MARN	Muestreos	Mirna Barahona 31/12/2020
El Clima de la zona	Pronósticos del clima y registros históricos	MARN	Histograma	Francisco Amaya 31/12/2020

Tabla. 40: Organización de la exploración.

Paso 6: Análisis del espacio de Gobernabilidad: El control de Variables.

Reglas	Acumulaciones	Flujos	Problema Focal
<p data-bbox="38 352 326 405">Políticas de Riesgo</p> <p data-bbox="38 443 358 495">Normativa Empresarial</p>	<p data-bbox="428 342 776 432">Potencia Generada por la central</p>	<p data-bbox="815 342 1170 495">Cantidad de Flujo de agua extraído e inyectado del caudal del río</p>	<p data-bbox="1205 363 1588 485">Los campesinos río abajo impiden la construcción del proyecto</p>
<p data-bbox="38 695 367 747">Ley de Medio Ambiente</p> <p data-bbox="38 779 318 831">Ley de SIGET</p> <p data-bbox="38 863 342 915">Leyes Municipales</p>	<p data-bbox="428 684 776 800">La producción anual agrícola de los campesinos</p> <p data-bbox="428 842 776 926">Las ganancias de los Campesinos</p>	<p data-bbox="815 684 1154 768">La repunta de los ríos en invierno</p> <p data-bbox="815 789 1154 873">Poco caudal cedido río abajo</p> <p data-bbox="815 894 1154 947">El Clima de la zona</p>	<p data-bbox="1205 695 1536 747">D1: Cultivos Perdidos</p> <p data-bbox="1205 800 1536 852">D2: Escases de Agua</p> <p data-bbox="1205 905 1536 957">D3: D1 y D2</p>
<p data-bbox="38 1052 375 1136">Ley de impuestos de El salvador</p>	<p data-bbox="428 1052 776 1136">La economía de El Salvador</p>		<p data-bbox="1205 1052 1552 1136">Pérdida de ingresos a los habitantes río abajo</p> <p data-bbox="1205 1167 1552 1251">La repunta de los ríos en invierno</p>

Tabla. 41: Control de las variables

Paso 7: Definición de los frentes de Ataque.

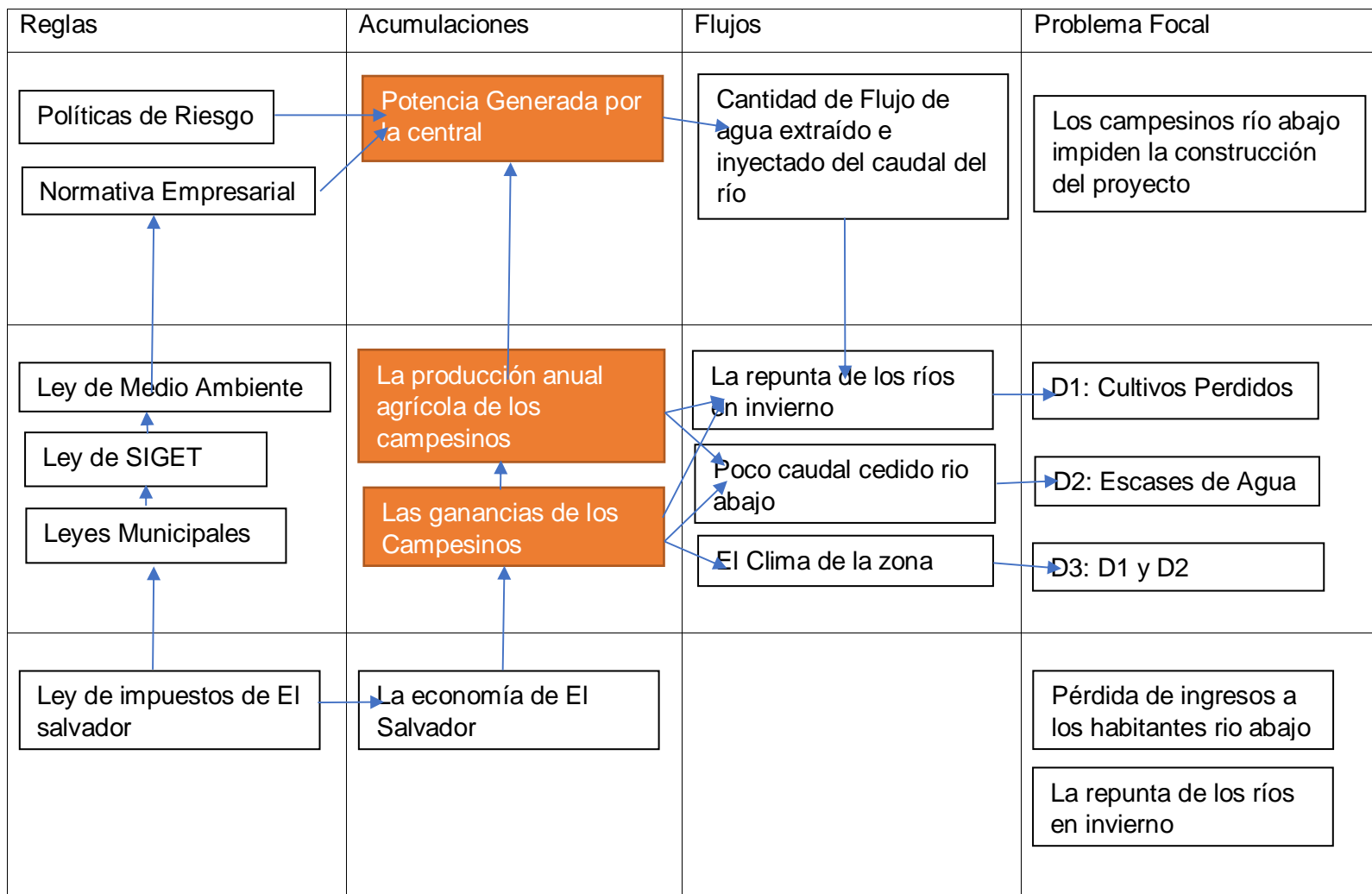


Tabla. 42: Definición de los frentes de ataques

Frente de Ataque	Actor	Recurso
Potencia Generada por la central	La empresa	Reevaluar la necesidad de caudal
La producción anual agrícola de los campesinos	Campesinos de la zona	Llegar a acuerdo legal
Las ganancias de los Campesinos	Campesinos de la zona	Llegar a acuerdo legal

Tabla. 43: Frente de ataque, Actores - recurso

Paso 8: La formulación de las apuestas estratégicas.

R1. Estudiar los requerimientos mínimos y máximos de la maquinaria a utilizar y definir con mejor precisión la situación.

R2. Motivar a firmar un acuerdo de Ganar-Ganar, donde el campesino que cultiva río abajo tiene asegurada cierta cantidad de agua durante el verano y que minimice el cultivo durante el invierno por los riesgos.

Paso 9: Aproximación a la situación objetivo.

Objetivo General: Orientar a los campesinos de la zona a permitir la implementación del proyecto.

Vector Descripción de resultados:

VDR 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los campesinos

VDR 2= Lograr un punto de equilibrio entre el caudal utilizado y cedido río abajo.

Apuestas estratégicas.

- Mejorar las relaciones con la alcaldía municipal
- Generar contratos para los campesinos con la gente calificada

Vector descripción de resultados del frente de ataque.

VDRFA 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los campesinos de la potencia generada por la central

VDRFA 2=Lograr un punto de equilibrio entre el caudal utilizado y cedido río abajo para la producción anual agrícola.

1.3. OPCIONES REALES ENERGIA DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICA

Se estudiarán las pequeñas plantas hidráulicas existentes en el país, estableciendo como pequeñas aquellas plantas que estén dentro de un rango que va de 1 kW hasta 700 kW de generación que de aquí en adelante se denominará PCH (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas).

Tasa de descuento del proyecto

La tasa de descuento a aplicar en el proyecto, será del 7.9% (nominal y después de impuestos).

Horizonte temporal

El horizonte temporal de la inversión será de 25 años (2020-2045), que corresponde con la vida útil promedio de los generadores. Pasados los 25 años, los generadores pierden mucha capacidad de producción disminuyendo el rendimiento de estos. Al final del horizonte temporal, se pueden valorar dos escenarios: considerar que la inversión ha finalizado e iniciar la venta del negocio por un cierto valor residual, o bien, proceder a la renovación de los mismos, invirtiendo en paneles fotovoltaicos nuevos. Más adelante, en la opción de abandono, se tendrá en cuenta un valor residual para la planta que se calculará considerando una depreciación anual del 4%. Dicho valor dependerá del año en que se considere el abandono del proyecto.

Ingresos

Los ingresos dependerán de dos aspectos fundamentalmente: cuanta energía son capaces de generar y a qué precio se vende dicha energía al mercado.

Por tanto, para el cálculo de los ingresos, multiplicamos para cada año la energía real que se genera anualmente (22.38MW) según el CNE, la cual se supone constante para todos los años, por el precio al que se es capaz de vender dicha energía generada, es decir, el precio de venta de la electricidad.

Año	2020	2021	2022	2023	2024-2040
Producción energía	22380	22380	22380	22380	22380
Precio	192.84	191.54	191.87	192	192
Ingresos (\$)	4315759.2	4286665.2	4294050.6	4296960	4296960

Tabla. 44: Ingresos por venta de electricidad generada anualmente.

A partir del 2024 en adelante, los ingresos se supondrán constantes por incapacidad de encontrar una estimación fiable de estos. La suma de todos los ingresos a lo largo de los 25 años de horizonte temporal del proyecto asciende a \$744243000, siendo el valor actual de estos, con tasa de descuento del 7.9%, de $V_{\text{Ingresos}} = \$160000$. Este cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$V_{\text{ingresos}} = \frac{39339360}{1+0.079} + \frac{39074160}{(1+0.079)^2} + \dots + \frac{39168000}{(1+0.079)^{25}}$$

Finalmente, cuando se aplique el método binomial en el apartado de opciones reales, se tendrá en cuenta la variabilidad de los ingresos para los diferentes años de la inversión.

Tasa libre de riesgo (Rf)

Para un proyecto de inversión en energías renovables donde se van a aplicar opciones reales, la tasa libre de riesgo equivale a la de los bonos del tesoro con un vencimiento de 10 años. Es por ello, que la empleada para este proyecto se corresponde a 10 años, el cual actualmente (año 2020) es de 4.48% (0.0448).

Inversión inicial del parque Geotérmico

Para obtener una aproximación de la inversión inicial en la planta se obtendrán los costos aproximados.

Año	Costo (\$/Kw)
2020	15.47
2021	13.34
2022	13.65
2023	13.22
2024	10.98

Tabla. 45: Costos de inversión inicial

Inversión (año)	(\$)
I0(2020)	135002.7
I0(2021)	140189.95
I0(2022)	116908.75
I0(2023)	194029.7
I0(2024)	101595.8

Tabla. 46: Inversión inicial parque Geotérmico

Cash Flow

Se trata de los cash flow totales que se obtendrían si se acomete la inversión en cada uno de esos 5 años, es decir, si se calcula para el año 2021 se tendrán en cuenta 24 años de inversión, si es para el 2022 serían 23 años de inversión y así sucesivamente. Se obtienen restando el valor actual de los Ingresos – Gastos para cada año en concreto, teniendo en cuenta el periodo de tiempo al que corresponden. Para este cálculo no se está teniendo en cuenta la variabilidad de los ingresos.

Ingresos (año)	(\$)
2020	160000
2021	159640.69
2022	159435.51
2023	159365.13
2024	154823.8

Tabla. 47: Ingresos

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	4500.42
OM (2021)	8886.22
OM (2022)	8291.63
OM (2023)	8438.65
OM (2024)	8007.14

Tabla. 48: Costos de O&M

Cash flow (año)	(\$)
S ₀ (2020)	155499.58
S ₀ (2021)	157161.47
S ₁ (2022)	158815.88
S ₂ (2023)	158914.48
S ₃ (2024)	154527.66

Tabla. 49: Cash flow primeros 5 años de la inversión

1.3.1. Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional

Valor de los ingresos: $V \text{ Ingresos} = \$160000$

Valor de los costos de operación & mantenimiento: $V \text{ O\&M} = \$4500.42$

Valor de los flujos de caja (cash flow). Corresponde con la resta entre los ingresos y los costos de O&M: $\text{Valor de Cash flow} = \155499.58

VAN TRADICIONAL

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

(I₀): Inversión inicial previa

(F_t): Flujos netos de efectivo representan la diferencia entre los ingresos y gastos que podrán obtenerse por la ejecución de un proyecto de inversión durante su vida útil.

(k): Tasa de descuento también conocida como costo o tasa de oportunidad. es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. Refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente.

(n). Número de periodos que dure el proyecto

$$VAN_{\text{proyecto}} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN_{\text{proyecto}} = -135002.7 + 155499.58 = -\$1194503.12$$

Como podemos observar nos da una VAN negativa haciendo no rentable la inversión, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo, ahora haremos unos de las opciones reales para su valoración.

1.3.2. Cálculos Opciones Reales

Para el cálculo del valor de las opciones se empleará el método binomial construyendo árboles binomiales y para ello, se empleará la herramienta *Microsoft Excel*. Así pues, se procede a realizar una recopilación de los datos necesarios para los cálculos:

La notación a emplear para el cálculo de las opciones reales es la siguiente:

Notación a usar en las opciones reales		valor
S	Valor activo subyacente	\$160000
σ	Volatilidad	0.24
Rf	Tipo de interés sin riesgo	0.0448
u	Coefficiente de ascenso	1.271
d	Coefficiente de descenso	0.787
p	Probabilidad de ascenso	0.532

q	Probabilidad de descenso	0.468
C	Valor del proyecto	*

Tabla. 50: Notación parámetros Opciones Reales

Siguiendo en la valoración de opciones por el método binomial.

Opción de diferir - aprender

En la opción de diferir se plantea la opción de prorrogar la inversión en 1, 2, 3 y hasta 4 años. En primer lugar, el VAN del proyecto calculado con anterioridad, toma un valor de -\$1194503.12 por lo que antes del cálculo de la opción de diferir no sería rentable entrar en el proyecto de inversión con la valoración que aporta el método tradicional del valor actual neto, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo. Vamos a analizar la evolución de los ingresos esperados del proyecto a lo largo de los 4 posibles años de diferir el proyecto. El coeficiente anual de ascenso es $u = 1.271$ mientras que el de descenso es $d = 0.787$. El árbol de decisión binomial queda de la siguiente forma:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 417543.94
		S2 258470.56	S3 328516.082	S4 258542.156
	S1 203360	S2 160044.32	S3 203416.331	S4 160088.652
So 160000	S1 125920	S2 99099.04	S3 125954.88	S4 99126.4904
			S3 77990.9445	S4 61378.8733

Tabla. 51: Árbol Evolución Ingresos.

Así pues, la inversión inicial del proyecto total para el año 2020 es calculado de la siguiente manera (costos generales + costo del terreno, la inversión inicial asciende a: \$135002.710(2020) (Inversión inicial).

Costo total (año	(\$)
CT (2020)	180456.26
CT (2021)	182600.47
CT (2022)	181013.68
CT (2023)	171672.65
CT (2024)	170512.24

Tabla. 52: Costos totales

Estos valores se los restamos al de los ingresos de la opción real (valor actual del proyecto) en cada año ($S_i - CT(i)$) quedando el siguiente árbol de decisión binomial.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 417543.94 S4-CT 247031.7
			S3 328516.082 S3-CT 156843.432	
		S2 258470.56 S2-CT 77456.88		S4 258542.156 S4-CT 88029.9163
	S1 203360 S1-CT 20759.53		S3 203416.331 S3-CT 31743.6807	
So 160000 So-CT -20456.26		S2 160044.32 S2-CT -20969.36		S4 160088.652 S4-CT -10423.5877
	S1 125920 S1-CT -56680.47		S3 125954.88 S3-CT -45717.7702	
		S2 99099.04 S2-CT -81914.64		S4 99126.4904 S4-CT -71385.7496
			S3 77990.9445 S3-CT -93681.7055	
				S4 61378.8733 S4-CT -109133.367

Ahora se procede a calcular el valor de la opción (C_{ij}) para los 4 años, lo cual se obtiene:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 417543.94 S4-CT 247031.7 C41 247031.7
			S3 328516.0818 S3-CT 156843.4318 C31 165217.1374	
		S2 258470.56 S2-CT 77456.88 C21 102113.263		S4 258542.156 S4-CT 88029.9163 C42 88029.9163
	S1 203360 S1-CT 20759.53 C11 53672.75055		S3 203416.3307 S3-CT 31743.68072 C32 40154.74391	
So 160000 So-CT -20456.26 C0 16714.48003		S2 160044.32 S2-CT -20969.36 C22 3745.79874		S4 160088.652 S4-CT -10423.5877 C43 -10423.5877
	S1 125920 S1-CT -56680.47 C12 -23697.8944		S3 125954.8798 S3-CT -45717.7702 C33 -37283.5753	
		S2 99099.04 S2-CT -81914.64 C23 -57163.0875		S4 99126.4904 S4-CT -71385.7496 C44 -71385.7496
			S3 77990.94448 S3-CT -93681.7055 C34 -85233.1876	
				S4 61378.8733 S4-CT -109133.367 C45 -109133.367

Una vez realizado el árbol de decisión hay que estudiar cuándo es más conveniente realizar la inversión, si en el primer año o en los próximos. Como se puede apreciar en la *Tabla* lo más conveniente es diferir el proyecto por 4 años. Esto es así porque al comparar el valor de la opción C_{ij} en cada año con la resta de los flujos de caja y la inversión en dicho periodo ($S_i - I_0(i)$), es decir, con la opción de ejecutar la inversión en ese mismo año, se comprueba que $C_{ij} > (S_i - I_0(i))$ por lo que es preferible siempre el valor de la opción calculada a 4 años. Este resultado era de esperar de antemano puesto que los costos, a medida que pasan los años se van reduciendo.

Por tanto, el valor actual de la opción C_0 es igual a \$16714.48003. El VAN del proyecto calculado por el método tradicional era de -\$1194503.12. El valor actual de la opción de diferir es la diferencia entre el VA de la opción C_0 y el VAN del proyecto:

$VAN_{\text{opción diferir}} = C_0 - VAN_{\text{proyecto}} = \$16714.48003 - (-\$1194503.12) = \1211217.6 . Es decir, éste es el valor que podría incrementar la valoración del proyecto si se esperase hasta el vencimiento de la opción. Es el valor de diferir la opción de iniciar el proyecto de inversión ahora o dentro de 4 años. En dicho periodo se dejarían de ingresar los 4 flujos de caja correspondientes.

Opción de Diferir - Aprender			
VAN tradicional	-\$1194503.12	Tasa de descuento	7.9%
Valor ingreso	\$160000	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Diferir	Flexibilidad
Opción de Diferir		16714.48	1211217.6

Tabla. 53: Tabla resumen de la opción de diferir

Opción de ampliar

El costo de ampliar la inversión una vez pasado los 4 años del inicio del proyecto (2020), corresponde a la colocación de nuevos generadores. Este se calcula multiplicando el costo de colocar esos nuevos generadores por los kilovatios extras de potencia nominal que aportan. El costo de implementar los generadores en el año 2021 sería de 10(\$/Kw) multiplicados por los 30MW (30000Kw) de potencia extra originarían un costo total de la 300000\$. Una vez tenemos los parámetros necesarios para el cálculo de la opción pasamos a construir el árbol binomial.

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	4500.42
OM (2021)	8886.22
OM (2022)	8291.63
OM (2023)	8438.65

OM (2024)	8007.14
-----------	---------

Tabla. 54: Costos de O&M

Se restan los costos de O&M, a todos los años quedando el siguiente árbol de decisión:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 409536.7999
			S3 320077.432	S4 250535.0163
	S1 194473.78	S2 250178.93	S3 194977.681	S4 152081.5123
So 155499.58	S1 117033.78	S2 151752.69	S3 117516.23	S4 91119.35043
		S2 90807.41	S3 69552.2945	S4 53371.73331

Tabla. 55: Árbol de decisión una vez restados los costos de O&M

Una vez realizado este primer paso, donde se han obtenido los flujos de caja, se procede al cálculo del VAN al final del cuarto año aplicando la opción de ampliar el proyecto. El cálculo se realiza tomando los flujos de caja obtenidos en el cuarto año y multiplicándolos por el incremento de la ampliación, en este caso por dos, puesto que la ampliación proporciona unos flujos de cajas a partir del cuarto año con un incremento del doble de la producción. Finalmente, se le resta el costo de la ampliación en el 2024. A continuación, se realiza dicho cálculo para los cinco flujos de caja obtenidos en el cuarto año en la *Tabla*.

- $VAN1 = -300000 + (2 \times 409536.8) = \519073.6
- $VAN2 = -300000 + (2 \times 250535.016) = \201070.032
- $VAN3 = -300000 + (2 \times 152081.512) = \4163.024
- $VAN4 = -300000 + (2 \times 91119.3504) = -\117761.299
- $VAN5 = -300000 + (2 \times 53371.733) = -\193256.53

Comparando estos resultados con la última columna del árbol sin la opción de ampliar se observa que sería rentable ejecutar la ampliación solo en los 3 primeros casos, donde el VAN (positivo) supera a la opción de no ampliar, en los otros 2 escenarios no se acometería esta inversión extra. Ahora se procede al cálculo del valor de la opción.

2020		2021		2022		2023		2024	
So	155499.58							S4	409536.7999
C0	54417.610	S1	194473.78			S3	320077.432	C41	519073.6
		C11	129274.44	S2	250178.93	C31	354372.062		
				C21	227137.884			S4	250535.0163
		S1	117033.78	S2	151752.69	S3	194977.681	C42	201070.032
		C12	-25466.847	C22	30402.9554	C32	104247.274	S4	152081.5123
				S2	90807.41	C33	-50629.3637	C43	4163.024
				C23	-91414.8162	S3	117516.23	S4	91119.35043
						C34	-146528.586	C44	-117761.299
								S4	53371.73331
								45	-193256.53

Tabla. 56: Árbol Calculo del valor de la opción

Así pues, el VAN considerando la opción de ampliación $VAN_{opción\ ampliar} = C0 - VAN_{proyecto} = \$54417.60 - (-\$1194503.12) = \1248920.72

Opción de Inversión – Crecimiento			
VAN tradicional	-\$1194503.12	Tasa de descuento	7.9%
Valor ingreso	\$160000	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Ampliar	54417.60
		Flexibilidad	1248920.72.
Opción de Inversión – Crecimiento			

Tabla. 57: Tabla resumen de la opción de crecimiento

Opción de abandono

La opción de abandono otorga la posibilidad de renunciar al proyecto en cualquier momento de la inversión. Vamos a suponer la capacidad de abandonar el proyecto hasta el 4 año del inicio de la inversión. Dada la complejidad de abandonar un proyecto de tal envergadura, se considera la posible absorción de la planta por una empresa capaz de hacerse con el proyecto y su posible explotación. La opción de abandonar el proyecto consiste en obtener una cantidad residual por el proyecto mayor a los flujos de cajas capaces de obtenerse en dicho periodo. El valor residual del proyecto sería el precio de compra de la planta por la empresa absorbente. Al ser el horizonte temporal de la inversión de 25 años y suponiendo una depreciación lineal del 4% anual, el precio dispuesto a pagar una empresa absorbente será la inversión inicial del proyecto que es 160000\$,

devaluada un 4% cada año que transcurre. Así pues, el proyecto se podrá vender por los siguientes valores residuales:

Año	Valor residual (\$)
2021	134582.35
2022	112232.4
2023	186268.51
2024	97531.968

Tabla. 58: Valor residual

En primer lugar, se obtendrían los ingresos multiplicados por sus correspondientes coeficientes de ascenso y descenso, siendo estos idénticos a los utilizados en las opciones de diferir y ampliar el proyecto.

Una vez tenemos los ingresos se le restan los costos de operación y mantenimiento para obtener los flujos de caja y se comparan los valores residuales con los cash flow que se obtienen. Los costos son los siguientes:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 409536.7999
		S2 250178.93	S3 320077.432	S4 250535.0163
	S1 194473.78		S3 194977.681	
So 155499.58	S1 117033.78	S2 151752.69	S3 117516.23	S4 152081.5123
		S2 90807.41	S3 69552.2945	S4 91119.35043
				S4 53371.73331
Valor residual	134582.352	112232.4	186268.512	97531.968

Comenzando, por ejemplo, por el cuarto año comparamos los 97531.968\$ por los que se podría vender el proyecto, con los flujos de caja que se obtendrían en el cuarto año. Como es observable, únicamente dos de los 5 casos posibles sería beneficiosa la opción de abandono, es decir, sólo cuando el valor residual que se puede obtener supere al valor del activo subyacente

(S), se liquidará el proyecto. Así pues, comparando los valores residuales para cada año, el árbol de decisión quedaría tal y como se muestra a continuación.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 409536.7999
			S3 320077.432	
	S1 194473.78	S2 250178.93		S4 250535.0163
		S2 151752.69	S3 194977.681	
So 155499.58				S4 152081.5123

Por lo que el árbol de decisión no se considera ya entero con todas las ramificaciones, puesto que en algunos escenarios será más rentable el abandono del proyecto. En esos casos, se opta por dejar en blanco esas opciones, quedando el árbol binomial tal como es mostrado. A partir de este, se procede al cálculo del valor de la opción de abandono.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 409536.7999
				C41 409536.7999
			S3 320077.432	
			C31 320754.178	
		S2 250178.93		S4 250535.0163
		C21 240036.009		C42 250535.0163
	S1 194473.78		S3 194977.681	
	C11 285544.702		C32 171257.264	
		S2 151752.69		S4 152081.5123
		C22 170637.948		C43 152081.5123
So 155499.58				
Co 205679.864				

Por lo que el valor del proyecto teniendo en consideración la opción de abandono asciende a 205679.864\$. El valor de los flujos de caja sin considerar la opción de abandonar el proyecto era de 155499.58\$. En ambos casos hay que restarle la inversión inicial en el 2020, que toma un valor de 135002.7\$. Comparando los valores actuales netos del proyecto sin la opción de ampliar y con dicha opción se observa que:

Valor actual del proyecto, corresponde con el valor actual de los flujos de caja restando la inversión inicial: $VA_{\text{proyecto}} = -I_0(2020) + VA_{\text{Cash flow}} = -1194503.12\$$

$VA_{\text{proyecto con opción de abandono}} = -I_0(2020) + VA_{\text{Cash flow con opción de abandono}} = -135002.7\$ + 205679.86 = \70677.16

Por lo que restando ambos valores se obtiene que el valor que aporta la opción de abandono es de 1265180.28\$. Aportando también un valor muy positivo al proyecto de inversión.

Opción de Desinvertir - Reducir			
VAN tradicional	-\$1194503.12	Tasa de descuento	7.9%
Valor ingreso	\$160000	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Abandono	Flexibilidad
Opción de Desinvertir		205679.864	1265180.28

Tabla. 59: Tabla resumen de la opción de desinvertir

2. ENERGIA EOLICA

2.1. ANALISIS PEST ENERGIA EOLICA.

Tendencia Político	En el proyecto
<p>(+) Ley de incentivos fiscales: Tiene como objeto promover la realización de inversiones en proyectos del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de recursos hidráulicos, geotérmicos, eólico y solar.</p>	<p>Incentiva la inversión en proyectos específicamente de energías renovables.</p>
<p>(+) Ley de Inversiones: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto fomentar las inversiones en general y las inversiones extranjeras en particular, para contribuir al desarrollo económico y social del país, incrementando la productividad, la generación de empleo, la exportación de bienes y servicios y la diversificación de la producción.</p>	<p>Fomenta las inversiones de capital nacional o extranjero, eso abre espacio a este proyecto de energías renovables.</p>
<p>(+/-) Elecciones Legislativas y Municipales 2021 El cambio en el órgano de gobierno legislativo o incluso municipal podría provocar variaciones en algunas políticas.</p>	<p>Puede provocar cambios en las políticas de enfoque en sus prioridades.</p>
<p>(+) Ley de Medio Ambiente: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.</p>	<p>En esta ley se establecen todos los procedimientos en cuanto a permisos ambientales y estudios de impactos ambientales referentes a la realización de proyectos.</p>

<p>(+) Ley General de Electricidad: Regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía.</p>	<p>Muestra el funcionamiento del sistema eléctrico nacional significa una guía que brinda los lineamientos a seguir para la entrada de los proyectos de generación de energías renovables.</p>
<p>Tendencia Económico</p>	<p>En el proyecto</p>
<p>(-) Fluctuación en el Precio del petróleo: Los precios cambiantes en el precio internacional del petróleo hacen que algunos costos se eleven debido a que este es un combustible muy utilizado.</p>	<p>Afectaría costos de ejecución del proyecto ya sea en aumento o disminución según sea el caso.</p>
<p>(-) Tecnologías de alto costo: Tecnologías existentes en otros países son de alto costo para ser introducidas en el país.</p>	<p>El proyecto tendría una alta inversión en materia de tecnología.</p>
<p>(-) Pandemia COVID-19: La Pandemia COVID-19 hasta el momento ha paralizado las economías mundiales ha dejado más deuda en los países, más pobreza y recesión económica en algunos países y empresas, El Salvador no es la excepción.</p>	<p>Los efectos de la pandemia en todos los sectores a nivel mundial y nacional sobre todo en los productivos ha sido evidente, el país no ha sido al excepción.</p>
<p>(-) Reducción de la demanda energética Nacional: como consecuencia a la reducción de la productividad en el país, debido a la pandemia, el consumo energético ha disminuido.</p>	<p>Podría verse como no atractiva la inversión en proyectos de aumento de capacidad y diversificación energética.</p>
<p>(-) Fuga de Inversionistas: Debido a las condiciones actuales generadas por el impacto de la pandemia los inversionistas no quieren invertir debido al alto riesgo.</p>	<p>La fuga de inversores, restaría posibilidades de la implementación de estos proyectos.</p>
<p>(-) Devaluación del Dólar: La salida de dólares ha empujado una gigantesca devaluación de las monedas en lo que va de año, con espectaculares caídas del real brasileño, el peso mexicano y el peso colombiano.</p> <p>Y como la mayor parte de la deuda pública de los países de Latinoamérica está en dólares, el efecto es muy negativo.</p>	<p>Los inversores no quieren asumir altos riesgos.</p>
<p>Tendencia Social</p>	<p>En el proyecto</p>
<p>La Población No tiene un estilo de vida verde: No hay cultura de ahorro energético, aunque muchos conocen los productos verdes no los adquieren.</p>	<p>Los usuarios no se interesan por la utilización ni aprovechamiento de energías limpias</p>
<p>Interés por pagar un menor precio: Las personas se interesan por el precio y no ven los beneficios a largo plazo de los productos verdes.</p>	<p>Las personas prefieren pagar menos y no toman en cuenta el gasto de energía o la contaminación</p>
<p>Campañas de ahorro, información y producción de tecnologías limpias:</p>	<p>Estas campañas ayudarían a la difusión del proyecto</p>

El gobierno y la empresa privada realiza campañas para dar a conocer e informar sobre estos productos.	
Crecimiento del sector residencial	Cada vez hay más personas y más casas lo que provoca aumentos en la cantidad de energía consumida.
Aumento en el consumo de energía en los hogares	
Altos índices de delincuencia en el País.	Esto impediría la realización de los proyectos.
Tendencia Tecnológica	En el proyecto
(+) Aumento de mano de obra calificada: en El Salvador, la formación de profesionales en la rama de las energías renovables a en auge, recientemente en el año 2019 la Universidad José Simeón Cañas, apertura la carrera de Ingeniería en Energías, en la Universidad de El Salvador se proyecta apertura a la carrera de Ingeniería de Potencia e Ingeniería de telecomunicaciones	Esto permitiría contratar mano de obra nacional en la ejecución del proyecto.
(+) Implantación de la nueva planta eólica en el país: Esta planta vendrá a diversificar la matriz energética existente en el País.	Demuestra que en el país pueden ejecutarse proyectos innovadores en el tema de energías renovables.
(-) Tecnología en el país es obsoleta: existen nuevas tecnologías en el mundo para la obtención de energía a través de fuentes primarias como es la velocidad promedio del viento.	El no contar con tecnología de punta hace más difícil la ejecución de este tipo de proyectos por lo que se deben importar y en algunos casos no son eficientes.
(+) Importación de tecnología	

2.2. EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON ENERGÍA EÓLICA.

Paso 1: El problema focal

El espacio es un área cerca que puede generar problemas auditivos que impiden la construcción del proyecto; que será nuestro VDP.

Paso 2: La descripción del problema focal

La única forma de generar ingresos para la familia es mediante el cultivo en esas tierras.

Por lo tanto, el VDP será:

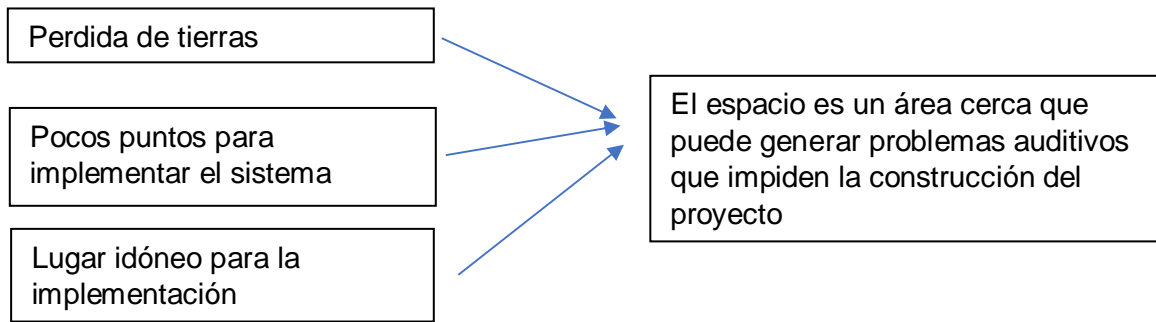
D1: Ruido generado

D2: Perdida de vivienda

D3: D1 y D2

Entonces: $VDP = D1 + D2 + D3$

Paso 3: Graficación de las relaciones Causales. Variables e hipótesis explicativas.



Paso 4: El desarrollo del modelo explicativo. El “mapeo” de cadenas causales.

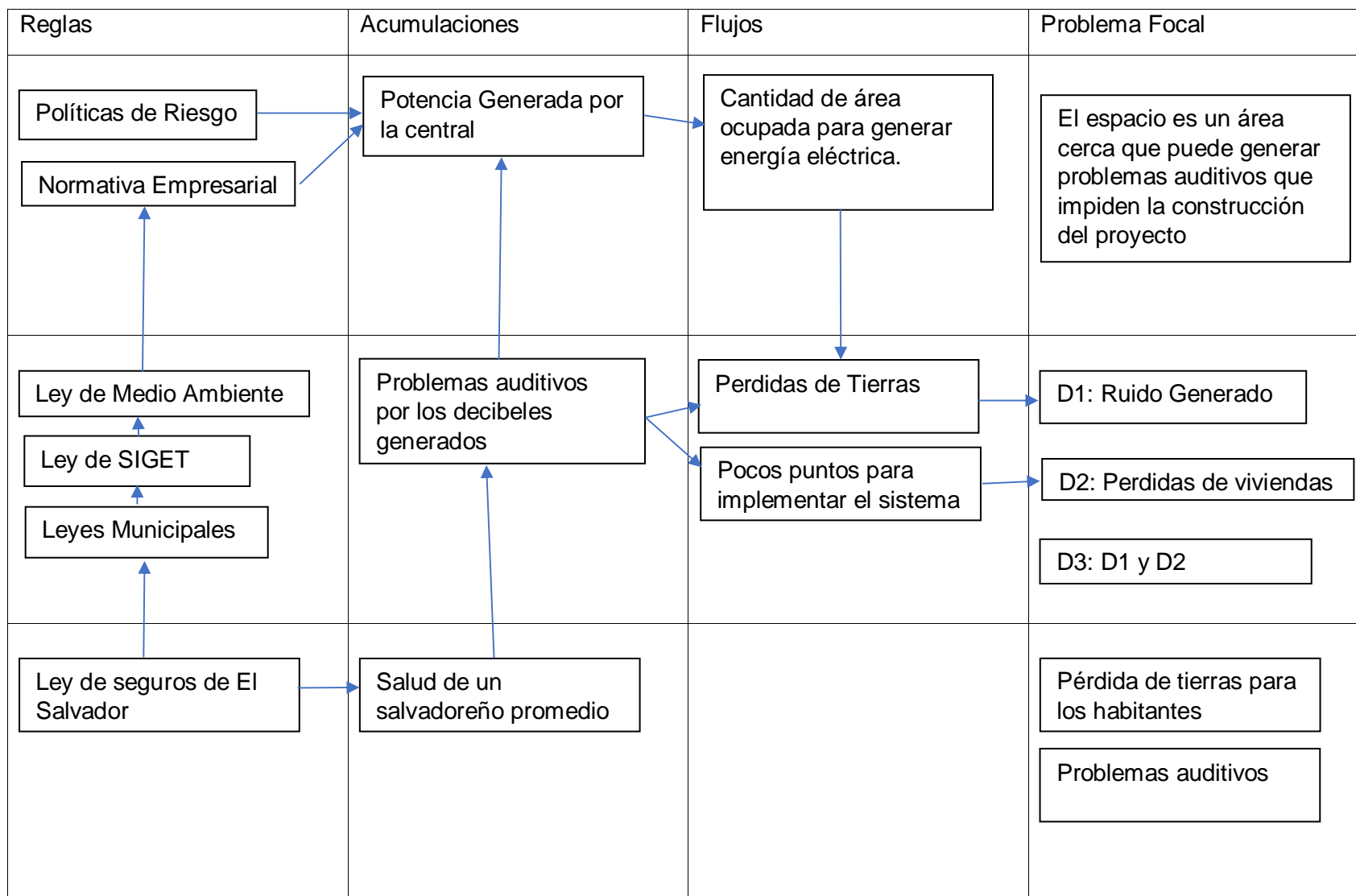


Tabla. 60: Mapeo de cadenas causales energía eólica

Paso 5: La organización de la exploración.

Variable	Indicadores	Fuentes	Instrumentos	Responsables Plazos
Cantidad de área ocupada para generar energía eléctrica.	Potencia Generada por la Central	La propia empresa	Análisis de factibilidad	Carlos Cárcamo 31/12/2020
Perdidas de Tierras	Total, de tierras compradas	Actores	Estadística	Mirna Barahona 31/12/2020
Pocos puntos para implementar el sistema	Datos estadísticos de irradiancia	MARN	Muestreos	Francisco Amaya 31/12/2020

Tabla. 61: organización de la exploración.

Paso 6: Análisis del espacio de Gobernabilidad: El control de Variables.

Reglas	Acumulaciones	Flujos	Problema Focal
<p data-bbox="34 373 326 428">Políticas de Riesgo</p> <p data-bbox="34 457 371 512">Normativa Empresarial</p>	<p data-bbox="423 359 776 449">Potencia Generada por la central</p>	<p data-bbox="813 359 1170 512">Cantidad de área ocupada para generar energía eléctrica.</p>	<p data-bbox="1203 380 1588 575">El espacio es un área cerca que puede generar problemas auditivos que impiden la construcción del proyecto</p>
<p data-bbox="34 638 391 693">Ley de Medio Ambiente</p> <p data-bbox="34 722 318 777">Ley de SIGET</p> <p data-bbox="34 806 339 861">Leyes Municipales</p>	<p data-bbox="423 638 776 743">Problemas auditivos por los decibeles generados</p>	<p data-bbox="813 632 1154 707">Perdidas de Tierras</p> <p data-bbox="813 737 1154 827">Pocos puntos para implementar el sistema</p>	<p data-bbox="1203 638 1528 693">D1: Ruido Generado</p> <p data-bbox="1203 743 1588 798">D2: Perdidas de viviendas</p> <p data-bbox="1203 848 1536 903">D3: D1 y D2</p>
<p data-bbox="34 995 380 1079">Ley de seguros de El Salvador</p>	<p data-bbox="423 995 769 1079">Salud de un salvadoreño promedio</p>		<p data-bbox="1203 995 1549 1079">Pérdida de tierras para los habitantes</p> <p data-bbox="1203 1100 1549 1184">Problemas auditivos</p>

Tabla. 62: Control de variables

Paso 7: Definición de los frentes de Ataque.

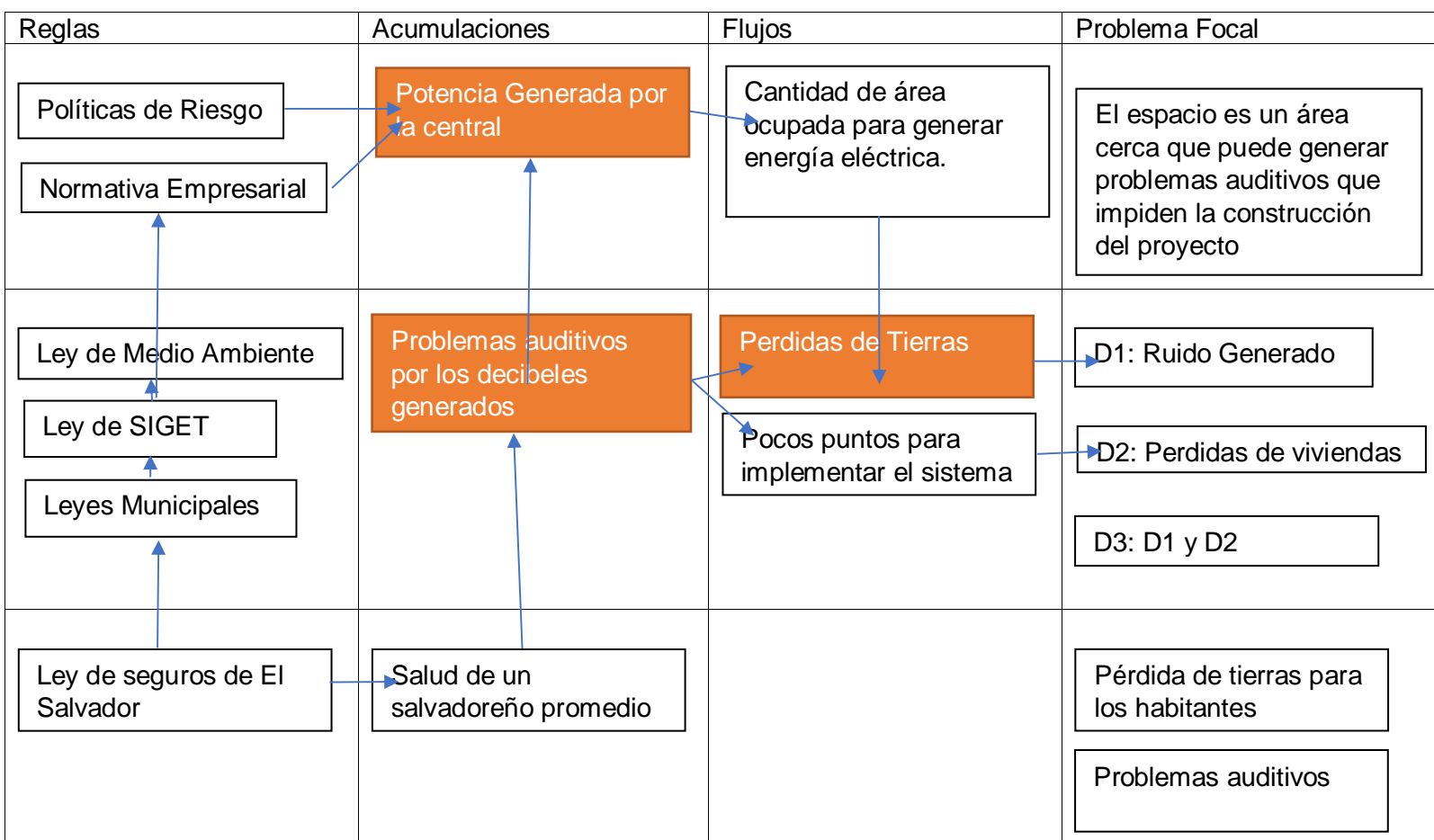


Tabla. 63: Definición de los frentes de ataque

Frente de Ataque	Actor	Recurso
Potencia Generada por la central	La empresa	Reevaluar la necesidad área para la producción
Problemas auditivos por los decibeles generados	Campeños de la zona	Concientizar del bajo peligro
Perdidas de tierras	Campeños de la zona	Llegar a acuerdo legal

Tabla. 64: Frente de ataque, Actores – recursos

Paso 8: La formulación de las apuestas estratégicas.

R1. Estudiar las áreas máximas y mínimas para la implementación del proyecto.

R2. Generar una campaña de concientización sobre los decibeles producidos en este tipo de energía.

Paso 9: Aproximación a la situación objetivo.

Objetivo General: Orientar a los campesinos de la zona a permitir la implementación del proyecto.

Vector Descripción de resultados:

VDR 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los campesinos

VDR 2= Lograr un acuerdo de no impedimento de implementación.

Apuestas estratégicas.

- Mejorar las relaciones con la alcaldía municipal
- Generar buenas opciones para la reubicación.

Vector descripción de resultados del frente de ataque.

VDRFA 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los campesinos de la potencia generada por la central

VDRFA 2=Lograr un acuerdo de no impedimento de implementación por los posibles problemas auditivos.

2.3. OPCIONES REALES ENERGIA EOLICA

Para la instalación de un parque eólico se necesita completar una serie de pasos, cada uno de los cuales implica un costo, que se distribuye a lo largo de un periodo de unos 4 años.

El proceso comienza con la localización de un terreno, la obtención de datos meteorológicos, y el comienzo de las mediciones de la velocidad del viento con una torre de 50 metros.

En función de estas mediciones que pueden durar unos dos años, podremos establecer una previsión de las velocidades del viento a alturas de entre 80 y 100 metros.

Se identificó potencial del recurso eólico en El Salvador en diversos puntos del país. Esto referido a estudios ya realizados en Cooperación del proyecto regional “Evaluación del Potencial de Energía Eólica y Solar” (SWERA por sus siglas en inglés) y de la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA).

El parque inyectará 50 MW de potencia a través de la subestación eléctrica Guajoyo, a 99 kilómetros al noroeste de San Salvador, en Metapán, desde donde será distribuida a todo el país, a un precio de 98.78 dólares por MW hora.

En declaraciones a Expansión, Sinibaldi añadió que el parque tendrá entre 15 y 20 aerogeneradores, cada uno de los cuales tendrá una capacidad de 2.5 a 3.5 megavatios.

Datos de entrada.

Los datos y cálculos previos necesarios para la aplicación de las opciones reales en la planta eólica son los siguientes:

Dato financiero: Tasa de descuento del proyecto

La tasa de descuento a aplicar en el proyecto, será del 9.8% (nominal y después de impuestos). Esta tasa de descuento es la fijada para el quinquenio 2020-2024 se utilizó el procedimiento establecido por la SIGET para el cálculo de la tasa de descuento de proyectos energéticos vigente en el periodo 2015-2019, aprobado por medio del ACUERDO No. 185-E-2012; para la ejecución de proyectos de energías renovables.

Horizonte temporal

El horizonte temporal de la inversión será de 20 años (2020-2040), que corresponde con la vida útil de los aerogeneradores. La vida real de un aerogenerador depende tanto de la calidad de la turbina como de las condiciones climáticas locales.

Velocidad del viento

El Mapa con el Potencial Eólico en todo el territorio de El Salvador se preparará con la finalidad de actualizar la información obtenida en el proyecto SWERA, identificando áreas potenciales de este recurso en el marco del Plan Maestro para el desarrollo de las energías renovables. Dicho mapa indica la distribución del potencial eólico en grandes regiones y a diferentes alturas sobre el nivel del suelo (30 m, 50 m y 80 m). El potencial se simuló a partir de los datos del GIS

(Geographic Information System, por sus siglas en inglés) y del modelo meteorológico global, este modelo corrige con los datos del viento superficial de las áreas evaluadas.

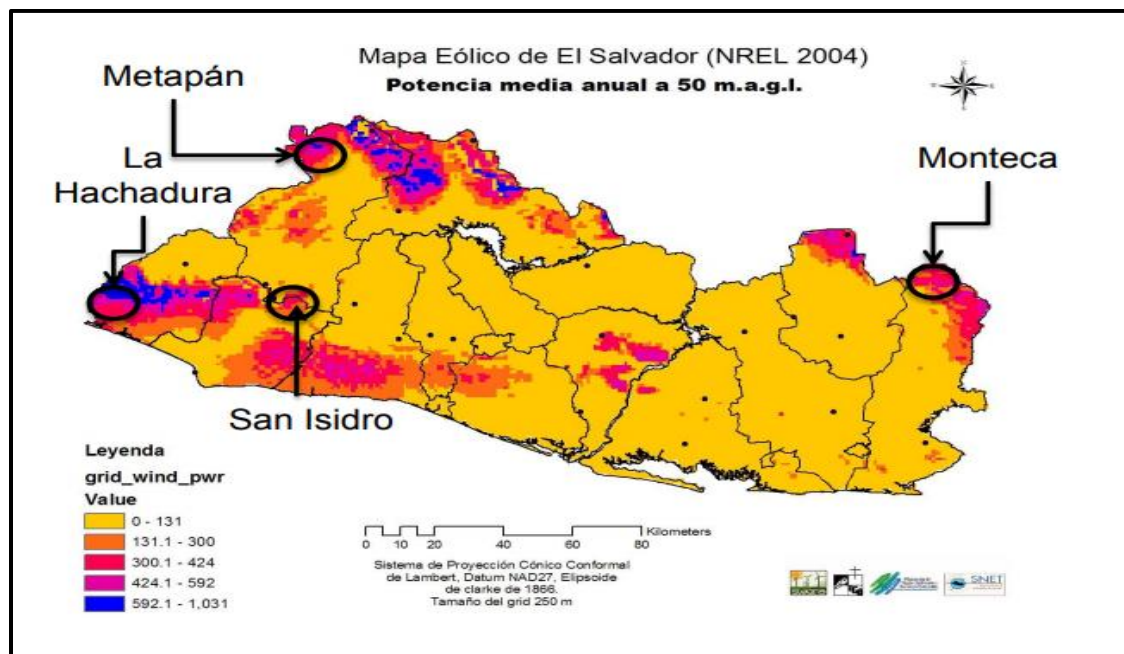


Ilustración 60: Mapa eólico de El Salvador

factibilidad en Metapán y San Isidro, para lo cual se instalaron dos estaciones de medición con torres de 60 metros de altura.

Precio del terreno para instalación de parque eólico

El precio del terreno en El Salvador a datos de 2018, que corresponden con los últimos ofrecidos por la *Encuesta de Precios de la Tierra del Ministerio de Medio Ambiente* es de 45451 (\$/ha). Para el cálculo de la inversión inicial en terreno lo multiplicamos por el número de hectáreas necesarias.

Los terrenos donde se podría instalar un parque eólico son:

Terreno
Mar o costa
Terrenos poco accidentados o bosques
Terrenos muy accidentados o ciudades
Zonas rústicas
Lugares con hielo o hierba

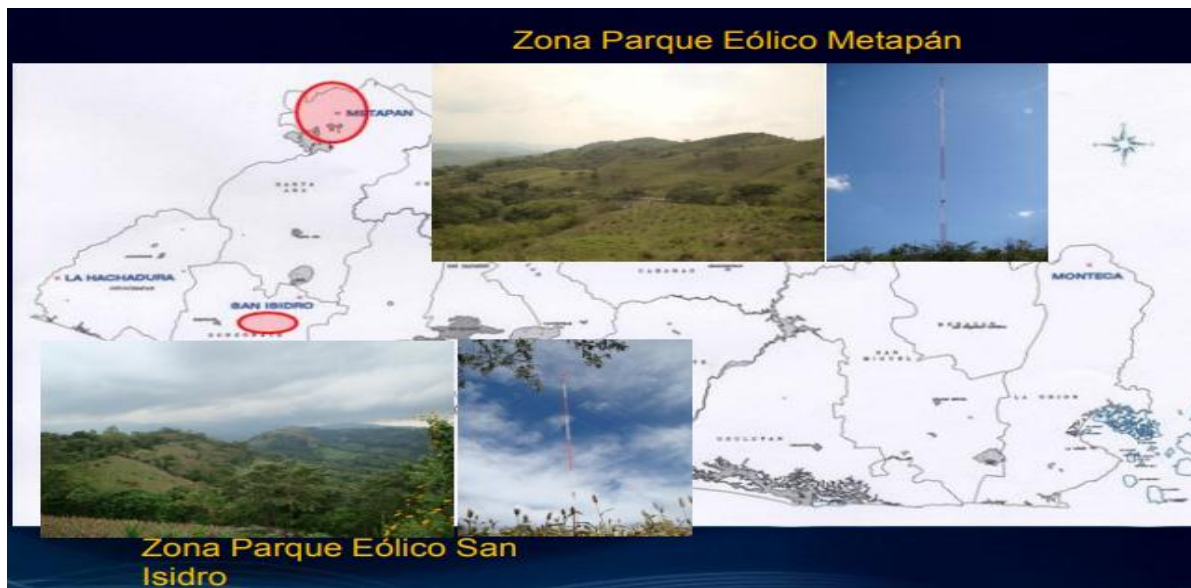
Para la colocación de los aerogeneradores hay que tomar en cuenta dos aspectos:

- La distancia entre dos aerogeneradores de una misma fila no será nunca inferior a dos diámetros de rotor.
- Entre los aerogeneradores de una fila y la otra, siempre habrá una distancia superior a ocho diámetros.

La razón de estas distancias mínimas es la de minimizar el efecto sombra de unos aerogeneradores sobre otros.

Localización.

Las estimaciones exactas de la velocidad del viento son críticas al momento de evaluar el potencial de la energía eólica en cualquier localización. Los recursos eólicos son caracterizados por una escala de clases de viento según su velocidad, que se extiende de la clase 1 (la más bajo) a la clase 7 (la más alta). Los desniveles de la superficie a través de la cual sopla el viento antes de llegar a una turbina determinan la cantidad de turbulencia que experimentará. Los vientos turbulentos ejercen mayores tensiones sobre el rotor y se elevan, reduciendo consecuentemente la expectativa de vida de la turbina. Así, la mayoría de granjas del viento están ubicadas en localizaciones rurales, lejos de edificios, de árboles y de otros obstáculos.



Ubicación	Entre los departamentos de Santa Ana y Sonsonate
Área	2,734.6 hectáreas (27.35 km ²)
Elevación	2381 msnm (metros sobre el nivel del mar)

Ubicación	Entre los departamentos de Santa Ana y Sonsonate
Área del parque eólico	1000 hectáreas (10.0 km ²)
Potencia instalada	10 MW
Número de turbinas	32 (33.4 de diámetro)
Altura de la turbina	50 m

Tabla. 65: Datos de dimensionamiento del parque eólico

La infraestructura de transmisión existente puede llegar a necesitar una ampliación para poder manejar la fuente de energía adicional. Las condiciones del suelo y del terreno deben

ser convenientes para la construcción de las fundaciones de las torres. Finalmente, la elección de una localización puede estar limitada por regulaciones sobre el uso de la tierra y la capacidad de obtener los permisos requeridos de las autoridades locales, regionales y nacionales.

Los costos y probabilidades de éxito de las fases restantes hasta el posible lanzamiento del parque eólico están descritos en la siguiente tabla.

PARQUE EOLICO METAPAN	
COMPOSICIÓN 28 AW82 – 1500 IECIIa	80 m
Energía anual producible por una turbina (kWh)	4,518,277
Horas funcionamiento a potencia nominal	3,012
Factor de capacidad	34.4%
Potencia Total (MW)	42
Producción neta del parque (GWh/año)	126.51

Para poder realizar el análisis con opciones reales, los costos de cada fase han sido actualizados al tipo libre de riesgo, ya que los valores serán usados para incluirlos en el modelo binomial.

Ingresos

Los ingresos del parque eólico dependerán de dos aspectos fundamentalmente: cuanta energía son capaces de generar las turbinas y a qué precio se vende dicha energía al mercado.

Por tanto, para el cálculo de los ingresos del parque, multiplicamos para cada año la energía real que se genera anualmente (50MW), la cual se supone constante para todos los años, por el precio al que se es capaz de vender dicha energía generada, es decir, el precio de venta de la electricidad.

Año	2020	2021	2022	2023	2024-2040
Producción energía	50000	50000	50000	50000	50000

Precio	192.84	191.54	191.87	192	192
Ingresos (\$)	9642000	9577000	9593500	9600000	9600000

Tabla. 66: Ingresos por venta de electricidad generada anualmente.

A partir del 2024 en adelante, los ingresos se supondrán constantes por incapacidad de encontrar una estimación fiable de estos. La suma de todos los ingresos a lo largo de los 20 años de horizonte temporal del proyecto asciende a \$182412500, siendo el valor actual de estos, con tasa de descuento del 9.8%, de $V_{\text{Ingresos}} = \$25452226.7$. Este cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$V_{\text{ingresos}} = \frac{9642000}{1+0.098} + \frac{9577000}{(1+0.098)^2} + \dots + \frac{9600000}{(1+0.098)^{20}}$$

Finalmente, cuando se aplique el método binomial en el apartado de opciones reales, se tendrá en cuenta la variabilidad de los ingresos para los diferentes años de la inversión.

Tasa libre de riesgo (Rf)

Para un proyecto de inversión en energías renovables donde se van a aplicar opciones reales, la tasa libre de riesgo equivale a la de los bonos del tesoro con un vencimiento de 10 años. Es por ello, que la empleada para este proyecto se corresponde a 10 años, el cual actualmente (año 2020) es de 4.48% (0.0448).

Cash Flow

Se trata de los cash flow totales que se obtendrían si se acomete la inversión en cada uno de esos 5 años, es decir, si se calcula para el año 2021 se tendrán en cuenta 24 años de inversión, si es para el 2022 serían 23 años de inversión y así sucesivamente. Se obtienen restando el valor actual de los Ingresos – Gastos para cada año en concreto, teniendo en cuenta el periodo de tiempo al que corresponden. Para este cálculo no se está teniendo en cuenta la variabilidad de los ingresos.

Ingresos (año)	(\$)
2020	25452226.7
2021	25448630.4
2022	25446579.2
2023	25445872.8
2024	25400441.5

Tabla. 67: Ingresos

Inversión (año)	(\$)
I0(2020)	17500000

IO(2021)	17286977.25
IO(2022)	17116551.05
IO(2023)	16792735
IO(2024)	16647878.1

Tabla. 68: Inversión inicial parque eólico.

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	11500000
OM (2021)	11479789.8
OM (2022)	11461195.21
OM (2023)	11444342.23
OM (2024)	11428910.72

Tabla. 69: Costos de O&M

Cash flow (año)	(\$)
S ₀ (2020)	13952226.7
S ₀ (2021)	13968840.6
S ₁ (2022)	13985384
S ₂ (2023)	14001530.6
S ₃ (2024)	13971530.8

Tabla. 70: Cash flow primeros 5 años de la inversión

Estos valores, calculados en este apartado, serán de utilidad para el valor de las opciones en los siguientes apartados. Como es apreciable, estos van disminuyendo, puesto que cada año que transcurre se tiene en cuenta un flujo de caja menos.

2.3.1. Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional

Valor de los ingresos: $V \text{ Ingresos} = \$25452226.7$

Valor de los costos de operación & mantenimiento: $V \text{ O\&M} = \$ 11500000$

Valor de los flujos de caja (cash flow). Corresponde con la resta entre los ingresos y los costos de O&M: $\text{Valor de Cash flow} = \13952226.7

VAN TRADICIONAL

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

(I₀): Inversión inicial previa

(F_t): Flujos netos de efectivo representan la diferencia entre los ingresos y gastos que podrán obtenerse por la ejecución de un proyecto de inversión durante su vida útil.

(k): Tasa de descuento también conocida como costo o tasa de oportunidad. es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. Refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente.

(n). Número de periodos que dure el proyecto

$$VAN_{\text{proyecto}} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN_{\text{proyecto}} = -17500000 + 13952226.7 = -\$3547773.3$$

Como podemos observar nos da una VAN negativa haciendo no rentable la inversión, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo, ahora haremos unos de las opciones reales para su valoración.

2.3.2. Cálculos Opciones Reales

Para el cálculo del valor de las opciones se empleará el método binomial construyendo árboles binomiales y para ello, se empleará la herramienta *Microsoft Excel*. Así pues, se procede a realizar una recopilación de los datos necesarios para los cálculos:

La notación a emplear para el cálculo de las opciones reales es la siguiente:

Notación a usar en las opciones reales		valor
S	Valor activo subyacente	\$25452226.7
σ	Volatilidad	0.24
Rf	Tipo de interés sin riesgo	0.0448
u	Coefficiente de ascenso	1.271
d	Coefficiente de descenso	0.787
p	Probabilidad de ascenso	0.532

q	Probabilidad de descenso	0.468
C	Valor del proyecto	*

Tabla. 71: Notación parámetros Opciones Reales

*El valor del proyecto C (última fila de la *Tabla*) no toma un valor fijo, sino que va variando con los años.

Siguiendo en la valoración de opciones por el método binomial.

Opción de diferir - aprender

En la opción de diferir se plantea la opción de prorrogar la inversión en 1, 2, 3 y hasta 4 años. En primer lugar, el VAN del proyecto calculado con anterioridad, toma un valor de -\$ 3547773.3 por lo que antes del cálculo de la opción de diferir no sería rentable entrar en el proyecto de inversión con la valoración que aporta el método tradicional del valor actual neto, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo. Vamos a analizar la evolución de los ingresos esperados del proyecto a lo largo de los 4 posibles años de diferir el proyecto. El coeficiente anual de ascenso es $u = 1.271$ mientras que el de descenso es $d = 0.787$. El árbol de decisión binomial queda de la siguiente forma:

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	66421393.8
						S3	52259161.2		
				S2	41116570.6			S4	41127959.8
		S1	32349780.1			S3	32358741		
S0	25452226.7			S2	25459277			S4	25466329.2
		S1	20030902.4			S3	20036451		
				S2	15764320.2			S4	15768686.9
						S3	12406520		
								S4	9763931.24

Tabla. 72: Árbol Evolución Ingresos.

Así pues, la inversión inicial del proyecto total para el año 2020 es calculado de la siguiente manera (costos generales + costo del terreno, la inversión inicial asciende a: 17500000\$ I0(2020) (Inversión inicial).

Inversión (año)	(\$)
I0(2020)	17500000
I0(2021)	17286977.25
I0(2022)	17116551.05
I0(2023)	16792735
I0(2024)	16647878.1

Tabla. 73: Inversión inicial parque eólico

Costo total (año)	(\$)
CT (2020)	29000000
CT (2021)	28766767.1
CT (2022)	28577746.3
CT (2023)	28237077.2
CT (2024)	28076788.8

Tabla. 74: Costos totales

Estos valores se los restamos al de los ingresos de la opción real (valor actual del proyecto) en cada año ($S_i - CT(i)$) quedando el siguiente árbol de decisión binomial.

2020	2021	2022	2023	2024
So				S4
So-CT				S4-CT
	S1	S2	S3	S4
	S1-CT	S2-CT	S3-CT	S4-CT
		S2	S3	S4
		S2-CT	S3-CT	S4-CT
			S3	S4
			S3-CT	S4-CT
				S4
				S4-CT
				S4
				S4-CT
				S4
				S4-CT
				S4
				S4-CT

Ahora se procede a calcular el valor de la opción (C_{ij}) para los 4 años, lo cual se obtiene:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 66421393.8
				S4-CT 38344605
				C41 38344605
			S3 52259161.17	
			S3-CT 24022083.94	
			C31 25370671.82	
		S2 41116570.6		S4 41127959.8
		S2-CT 12538824.3		S4-CT 13051171
		C21 15371416.9		C42 13051171
	S1 32349780.14		S3 32358741.02	
	S1-CT 3583013.086		S3-CT 4121663.795	
	C11 7703081.175		C32 5476194.368	
So 25452226.7		S2 25459277		S4 25466329.2
So-CT -3547773.3		S2-CT -3118469.29		S4-CT -2610459.63
C0 1859695.379		C22 -276526.871		C43 -2610459.63
	S1 20030902.41		S3 20036450.97	
	S1-CT -8735864.64		S3-CT -8200626.26	
	C12 -4604763.79		C33 -6842415.98	
		S2 15764320.2		S4 15768686.9
		S2-CT -12813426.1		S4-CT -12308101.9
		C23 -9965694.25		C44 -12308101.9
			S3 12406520	
			S3-CT -15830557.2	
			C34 -14470068.5	
				S4 9763931.24
				S4-CT -18312857.6
				C45 -18312857.6

Una vez realizado el árbol de decisión hay que estudiar cuándo es más conveniente realizar la inversión, si en el primer año o en los próximos. Como se puede apreciar en la *Tabla* lo más conveniente es diferir el proyecto por 4 años. Esto es así porque al comparar el valor de la opción C_{ij} en cada año con la resta de los flujos de caja y la inversión en dicho periodo ($S_i - I_0(i)$), es decir, con la opción de ejecutar la inversión en ese mismo año, se comprueba que $C_{ij} > (S_i - I_0(i))$ por lo que es preferible siempre el valor de la opción calculada a 4 años. Este resultado era de esperar de antemano puesto que los costos, a medida que pasan los años se van reduciendo.

Por tanto, el valor actual de la opción C0 es igual a \$1859695.379. El VAN del proyecto calculado por el método tradicional era de -\$3547773.3. El valor actual de la opción de diferir es la diferencia entre el VA de la opción C0 y el VAN del proyecto:

$VAN_{\text{opción diferir}} = C0 - VAN_{\text{proyecto}} = \$1859695.379 - (-\$3547773.3) = \5407468.675 . Es decir, éste es el valor que podría incrementar la valoración del proyecto si se esperase hasta el vencimiento de la opción. Es el valor de diferir la opción de iniciar el proyecto de inversión ahora o dentro de 4 años. En dicho periodo se dejarían de ingresar los 4 flujos de caja correspondientes.

Opción de Diferir - Aprender			
VAN tradicional	-\$3547773.3	Tasa de descuento	9.8%
Valor ingreso	\$25452226.7	Horizonte temporal	20 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Diferir	Flexibilidad
Opción de Diferir		1859695.379	5407468.675

Tabla. 75: Tabla resumen de la opción de diferir

Opción de ampliar

El costo de ampliar la inversión una vez pasado los 4 años del inicio del proyecto (2020), corresponde a la colocación de los nuevos aerogeneradores. Este se calcula multiplicando el costo de colocar esos nuevos generadores por los kilovatios extras de potencia nominal que aportan. El costo de implementar los generadores en el año 2021 sería de 5625 (\$/Kw) multiplicados por los 7500Kw de potencia extra originarían un costo total de la 42187500\$. Por último, se le resta la subvención de \$513755, quedando 41673745\$

Una vez tenemos los parámetros necesarios para el cálculo de la opción pasamos a construir el árbol binomial.

Para obtener los flujos de caja, hay que restarle al árbol de los ingresos los costos de operación y mantenimiento totales. Estos valores actualizados para cada año se restan cada periodo que se difiera el proyecto. Esta operación se realiza ahora, puesto que, se consideran fijados para cada año, sin volatilidad. Se muestran en la siguiente tabla para cada año actualizados a la tasa de descuento correspondiente:

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	11500000
OM (2021)	11479789.8
OM (2022)	11461195.21
OM (2023)	11444342.23
OM (2024)	11428910.72

Tabla. 76: Costos de O&M

Se restan los costos de O&M, a todos los años quedando el siguiente árbol de decisión:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 54992483.13
			S3 40814818.9	S4 29699049.12
	S1 20869990.3	S2 29655375.3	S3 20914398.8	S4 14037418.47
So 13952226.7	S1 8551112.61	S2 13998081.8	S3 8592108.74	S4 4339776.196
		S2 4303124.99	S3 962177.767	S4 -1664979.483

Tabla. 77: Árbol de decisión una vez restados los costos de O&M

Una vez realizado este primer paso, donde se han obtenido los flujos de caja, se procede al cálculo del VAN al final del cuarto año aplicando la opción de ampliar el proyecto. El cálculo se realiza tomando los flujos de caja obtenidos en el cuarto año y multiplicándolos por el incremento de la ampliación, en este caso por dos, puesto que la ampliación proporciona unos flujos de cajas a partir del cuarto año con un incremento del doble de la producción. Finalmente, se le resta el costo de la ampliación en el 2024. A continuación, se realiza dicho cálculo para los cinco flujos de caja obtenidos en el cuarto año en la *Tabla*.

- $VAN1 = -41673745 + (2 \times 54992483.13) = \68311221.26
- $VAN2 = -41673745 + (2 \times 29699049.12) = \17724353.24
- $VAN3 = -41673745 + (2 \times 14037418.47) = -\13598908.06
- $VAN4 = -41673745 + (2 \times 4339776.196) = -\32994192.61
- $VAN5 = -41673745 + (2 \times) = -\45003703.97

Comparando estos resultados con la última columna del árbol sin la opción de ampliar se observa que sería rentable ejecutar la ampliación solo en los 2 primeros casos, donde el VAN (positivo) supera a la opción de no ampliar, en los otros dos escenarios no sería rentable esta inversión extra. Ahora se procede al cálculo del valor de la opción.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 54992483.13 C41 68311221.26
			S3 40814818.9 C31 42722594.8	
		S2 29655375.3 C21 23067921		S4 29699049.12 C42 17724353.24
	S1 20869990.3 C11 8060342.33		S3 20914398.8 C32 2933639.88	
So 13952226.7 C0 3311447.7		S2 13998081.8 C22 -8227966.5		S4 14037418.47 C43 -13598908.06
	S1 8551112.61 C12 -16555347.6		S3 8592108.74 C33 -21703580.8	
		S2 4303124.99 C23 -27606301.3		S4 4339776.196 C44 -32994192.61
			S3 962177.767 C34 -36958885.8	
				S4 -1664979.483 C45 -45003703.97

Tabla. 78: Árbol sin la opción de ampliar

$$VAN_{\text{opción ampliar}} = C0 - VAN_{\text{proyecto}} = \$331447.7 - (-3547773.3) = \$3879221$$

Opción de Inversión - Crecimiento			
VAN tradicional	-\$3547773.3	Tasa de descuento	9.8%
Valor ingreso	\$25452226.7	Horizonte temporal	20 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Ampliar	Flexibilidad
Opción de Inversión - Crecimiento		331447.7	3879221

Tabla. 79: Tabla resumen de la opción de inversión

Opción de Desinvertir – Reducir (abandono)

La opción de abandono otorga la posibilidad de renunciar al proyecto en cualquier momento de la inversión. Vamos a suponer la capacidad de abandonar el proyecto hasta el 4 año del inicio de la inversión. Dada la complejidad de abandonar un proyecto de tal envergadura, se considera la posible absorción de la planta por una empresa capaz de hacerse con el proyecto y su posible explotación. La opción de abandonar el proyecto consiste en obtener una cantidad residual por el proyecto mayor a los flujos de cajas capaces de obtenerse en dicho periodo. El valor residual del proyecto sería el precio de compra de la planta por la empresa absorbente. Al ser el horizonte temporal de la inversión de 20 años y suponiendo una depreciación lineal del 4% anual, el precio dispuesto a pagar una empresa absorbente será la inversión inicial del proyecto que es 2601844.9\$, devaluada un 4% cada año que transcurre. Así pues, el proyecto se podrá vender por los siguientes valores residuales:

Año	Valor residual (\$)
2021	16595498
2022	16431889
2023	16121026
2024	15981962.98

Tabla. 80: Valor residual

En primer lugar, se obtendrían los ingresos multiplicados por sus correspondientes coeficientes de ascenso y descenso, siendo estos idénticos a los utilizados en las opciones de diferir y ampliar el proyecto.

Una vez tenemos los ingresos se le restan los costos de operación y mantenimiento para obtener los flujos de caja y se comparan los valores residuales con los cash flow que se obtienen. Los costos son los siguientes:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 54992483.13
	S1 20869990.3	S2 29655375.3	S3 40814818.9	S4 29699049.12
So 13952226.7	S1 8551112.61	S2 13998081.8	S3 20914398.8	S4 14037418.47
		S2 4303124.99	S3 8592108.74	S4 4339776.196
			S3 962177.767	S4 -1664979.483
Valor Residual	16595498.2	16431889	16121025.6	15981962.98

Comenzando, por ejemplo, por el cuarto año comparamos los 15981962.98\$ por los que se podría vender el proyecto, con los flujos de caja que se obtendrían en el cuarto año. Como es observable, en tres de los 5 casos posibles sería beneficiosa la opción de abandono, es decir, sólo cuando el valor residual que se puede obtener supere al valor del activo subyacente (S), se liquidará el proyecto. Así pues, comparando los valores residuales para cada año, el árbol de decisión quedaría como se muestra en la siguiente tabla.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 54992483.13
			S3 40814818.9	
		S2 29655375.3		S4 29699049.12
	S1 20869990.3		S3 20914398.8	
So 13952226.7				

Por lo que el árbol de decisión no se considera ya entero con todas las ramificaciones, puesto que en algunos escenarios será más rentable el abandono del proyecto. En esos casos, se opta por dejar en blanco esas opciones, quedando el árbol binomial tal como es mostrado. A partir de este, se procede al cálculo del valor de la opción de abandono.

Para la realización de este paso, se utilizará la fórmula ya empleada con anterioridad:

$$C = \frac{p \cdot Cu + (1-p) \cdot Cd}{1 + Rf}$$

Así pues, para el tercer año:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 54992483.13
				C41 54992483.13
			S3 40814818.9	
			C31 41304705.2	
		S2 29655375.3		S4 29699049.12
		C21 31012375		C42 29699049.12
	S1 20869990.3		S3 20914398.8	
	C11 31518446.1		C32 22281252.7	
So 13952226.7				
CO 23482490.9				

Por lo que el valor del proyecto teniendo en consideración la opción de abandono asciende a 23482490.9\$. El valor de los flujos de caja sin considerar la opción de abandonar el proyecto era de 13952226.7\$. En ambos casos hay que restarle la inversión inicial en el 2020, que toma un valor de -3547773.3\$. Comparando los valores actuales netos del proyecto sin la opción de ampliar y con dicha opción se observa que:

$$VA_{\text{proyecto}} = -I_0 (2020) + VA_{\text{Cash flow}} = -\$3547773.3$$

$$VA_{\text{proyecto con opción de abandono}} = -I_0 (2020) + VA_{\text{Cash flow con opción de abandono}} = -17500000\$ + 23482490.9 = 5982490.9\$$$

Por lo que restando ambos valores se obtiene que el valor que aporta la opción de abandono es de 9030264.2\$. Aportando también un valor muy positivo al proyecto de inversión.

Opción de Desinvertir - Reducir			
VAN tradicional	-\$3547773.3	Tasa de descuento	9.8%
Valor ingreso	\$25452226.7	Horizonte temporal	20 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Abandono	Flexibilidad
Opción de Desinvertir		23482490.9	9030264.2

Tabla. 81: Tabla resumen de la opción de desinvertir

3. ENERGIA SOLAR

3.1. ANALISIS PEST DE ENERGIA SOLAR

Tendencia Político	En el proyecto
<p>(+) Ley de incentivos fiscales: Tiene como objeto promover la realización de inversiones en proyectos del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de recursos hidráulicos, geotérmicos, eólico y solar.</p>	Incentiva la inversión en proyectos específicamente de energías renovables.
<p>(+) Ley de Inversiones: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto fomentar las inversiones en general y las inversiones extranjeras en particular, para contribuir al desarrollo económico y social del país, incrementando la productividad, la generación de empleo, la exportación de bienes y servicios y la diversificación de la producción.</p>	Fomenta las inversiones de capital nacional o extranjero, eso abre espacio a este proyecto de energías renovables.
<p>(+/-) Elecciones Legislativas y Municipales 2021 El cambio en el órgano de gobierno legislativo o incluso municipal podría provocar variaciones en algunas políticas.</p>	Puede provocar cambios en las políticas de enfoque en sus prioridades.
<p>(+) Ley de Medio Ambiente: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.</p>	En esta ley se establecen todos los procedimientos en cuanto a permisos ambientales y estudios de impactos ambientales referentes a la realización de proyectos de tipo solar.
<p>(+) Ley General de Electricidad: Regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía.</p>	Muestra el funcionamiento del sistema eléctrico nacional significa una guía que brinda los lineamientos a seguir para la entrada de los proyectos de

	generación de energías renovables.
Tendencia Económico	En el proyecto
(-) Fluctuación en el Precio del petróleo: Los precios cambiantes en el precio internacional del petróleo hacen que algunos costos se eleven debido a que este es un combustible muy utilizado.	Afectaría costos de ejecución del proyecto ya sea en aumento o disminución según sea el caso.
(-) Tecnologías de alto costo: Tecnologías existentes en otros países son de alto costo para ser introducidas en el país.	El proyecto tendría una alta inversión en materia de tecnología.
(-) Pandemia COVID-19: La Pandemia COVID-19 hasta el momento ha paralizado las economías mundiales ha dejado más deuda en los países, más pobreza y recesión económica en algunos países y empresas, El Salvador no es la excepción.	Los efectos de la pandemia en todos los sectores a nivel mundial y nacional sobre todo en los productivos ha sido evidente, el país no ha sido la excepción.
(-) Reducción de la demanda energética Nacional: como consecuencia a la reducción de la productividad en el país, debido a la pandemia, el consumo energético ha disminuido.	Podría verse como no atractiva la inversión en proyectos de aumento de capacidad y diversificación energética.
(-) Fuga de Inversionistas: Debido a las condiciones actuales generadas por el impacto de la pandemia los inversionistas no quieren invertir debido al alto riesgo.	La fuga de inversores, restaría posibilidades de la implementación de estos proyectos.
(-) Devaluación del Dólar: La salida de dólares ha empujado una gigantesca devaluación de las monedas en lo que va de año, con espectaculares caídas del real brasileño, el peso mexicano y el peso colombiano. Y como la mayor parte de la deuda pública de los países de Latinoamérica está en dólares, el efecto es muy negativo.	Los inversores no quieren asumir altos riesgos.
Tendencia Social	En el proyecto
La Población No tiene un estilo de vida verde: No hay cultura de ahorro energético, aunque muchos conocen los productos verdes no los adquieren.	Los usuarios no se interesan por la utilización ni aprovechamiento de energías limpias
Interés por pagar un menor precio: Las personas se interesan por el precio y no ven los beneficios a largo plazo de los productos verdes.	Las personas prefieren pagar menos y no toman en cuenta el gasto de energía o la contaminación
Campañas de ahorro, información y producción de tecnologías limpias: El gobierno y la empresa privada realiza campañas para dar a conocer e informar sobre estos productos.	Estas campañas ayudarían a la difusión del proyecto
Crecimiento del sector residencial	Cada vez hay más personas y más casas lo que provoca
Aumento en el consumo de energía en los hogares	

	aumentos en la cantidad de energía consumida.
Altos índices de delincuencia en el País.	Esto impediría la realización de los proyectos.
Tendencia Tecnológica	En el proyecto
(+) Aumento de mano de obra calificada: en El Salvador, la formación de profesionales en la rama de las energías renovables a en auge, recientemente en el año 2019 la Universidad José Simeón Cañas, apertura la carrera de Ingeniería en Energías, en la Universidad de El Salvador se proyecta apertura a la carrera de Ingeniería de Potencia e Ingeniería de telecomunicaciones	Esto permitiría contratar mano de obra nacional en la ejecución del proyecto.
(+) Implantación de los nuevos parques solares en el país: Esta planta vendrá a diversificar la matriz energética existente en el País.	Demuestra que en el país pueden ejecutarse proyectos innovadores en el tema de energías renovables.
(-) Tecnología en el país es obsoleta: existen nuevas tecnologías en el mundo para la obtención de energía a través de fuentes primarias como es la velocidad promedio del viento.	El no contar con tecnología de punta hace más difícil la ejecución de este tipo de proyectos por lo que se deben importar y en algunos casos no son eficientes.
(+) Importación de tecnología solar	

3.2. EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON ENERGÍA SOLAR.

Paso 1: El problema focal

El espacio es un área privada que impiden la construcción del proyecto; que será nuestro VDP.

Paso 2: La descripción del problema focal

La única forma de generar ingresos para la familia es mediante el cultivo en esas tierras.

Por lo tanto, el VDP será:

D1: Cultivos perdidos

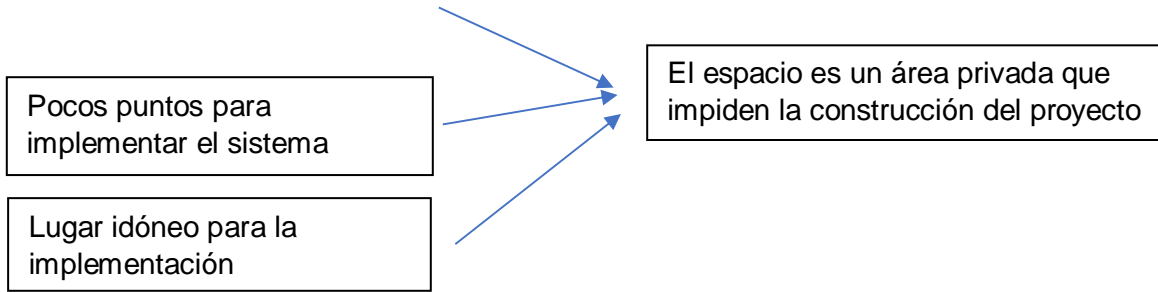
D2: Pérdida de vivienda

D3: D1 y D2

Entonces: $VDP = D1 + D2 + D3$

Paso 3: Graficación de las relaciones Causales. Variables e hipótesis explicativas.

Perdida de tierras



Paso 4: El desarrollo del modelo explicativo. El “mapeo” de cadenas causales.

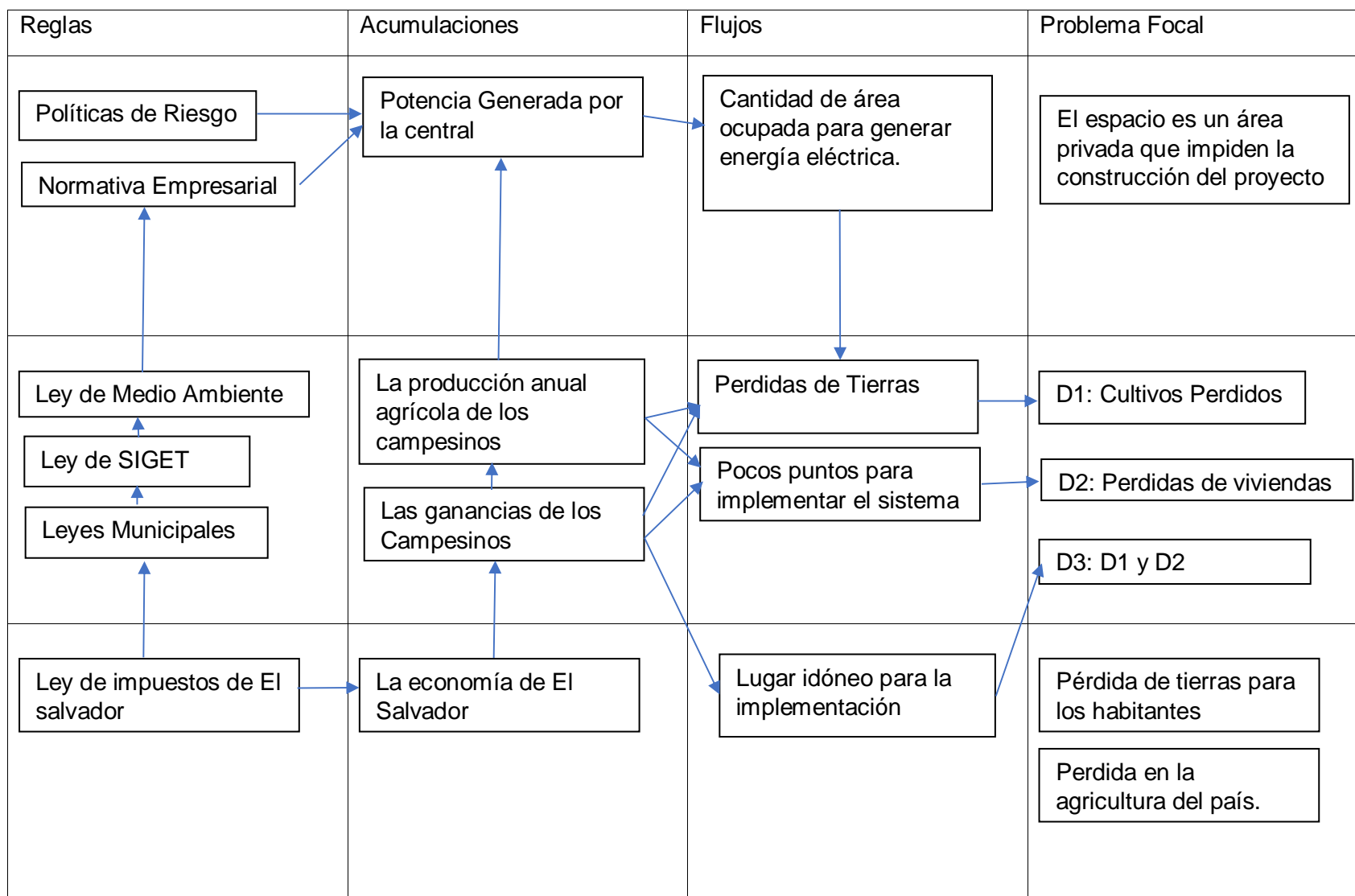


Tabla. 82: Mapeo de cadenas causales de energía solar

Paso 5: La organización de la exploración.

Variable	Indicadores	Fuentes	Instrumentos	Responsables Plazos
Cantidad de área ocupada para generar energía eléctrica.	Potencia Generada por la Central	La propia empresa	Análisis de factibilidad	Carlos Cárcamo 31/12/2020
Perdidas de Tierras	Total de tierras compradas	Actores	Estadística	Mirna Barahona 31/12/2020
Pocos puntos para implementar el sistema	Datos estadísticos de irradiancia	MARN	Muestreos	Mirna Barahona 31/12/2020
Lugar idóneo para la implementación	Estudios del territorio	MARN	Gráfica	Francisco Amaya 31/12/2020

Tabla. 83: Organización de la exploración

Paso 6: Análisis del espacio de Gobernabilidad: El control de Variables.

Reglas	Acumulaciones	Flujos	Problema Focal
<p data-bbox="34 443 323 499">Políticas de Riesgo</p> <p data-bbox="34 533 370 583">Normativa Empresarial</p>	<p data-bbox="428 436 773 520">Potencia Generada por la central</p>	<p data-bbox="815 436 1167 583">Cantidad de área ocupada para generar energía eléctrica.</p>	<p data-bbox="1205 457 1583 569">El espacio es un área privada que impiden la construcción del proyecto</p>
<p data-bbox="34 743 388 793">Ley de Medio Ambiente</p> <p data-bbox="34 827 316 877">Ley de SIGET</p> <p data-bbox="34 911 337 961">Leyes Municipales</p>	<p data-bbox="428 737 773 848">La producción anual agrícola de los campesinos</p> <p data-bbox="428 890 773 961">Las ganancias de los Campesinos</p>	<p data-bbox="815 737 1154 806">Perdidas de Tierras</p> <p data-bbox="815 848 1154 919">Pocos puntos para implementar el sistema</p>	<p data-bbox="1205 743 1528 793">D1: Cultivos Perdidos</p> <p data-bbox="1205 848 1588 898">D2: Perdidas de viviendas</p> <p data-bbox="1205 953 1536 1003">D3: D1 y D2</p>
<p data-bbox="34 1100 376 1178">Ley de impuestos de El salvador</p>	<p data-bbox="428 1100 768 1178">La economía de El Salvador</p>	<p data-bbox="815 1100 1172 1178">Lugar idóneo para la implementación</p>	<p data-bbox="1205 1100 1544 1178">Pérdida de tierras para los habitantes</p> <p data-bbox="1205 1220 1544 1297">Perdida en la agricultura del país.</p>

Tabla. 84: Control de las variables

Paso 7: Definición de los frentes de Ataque.

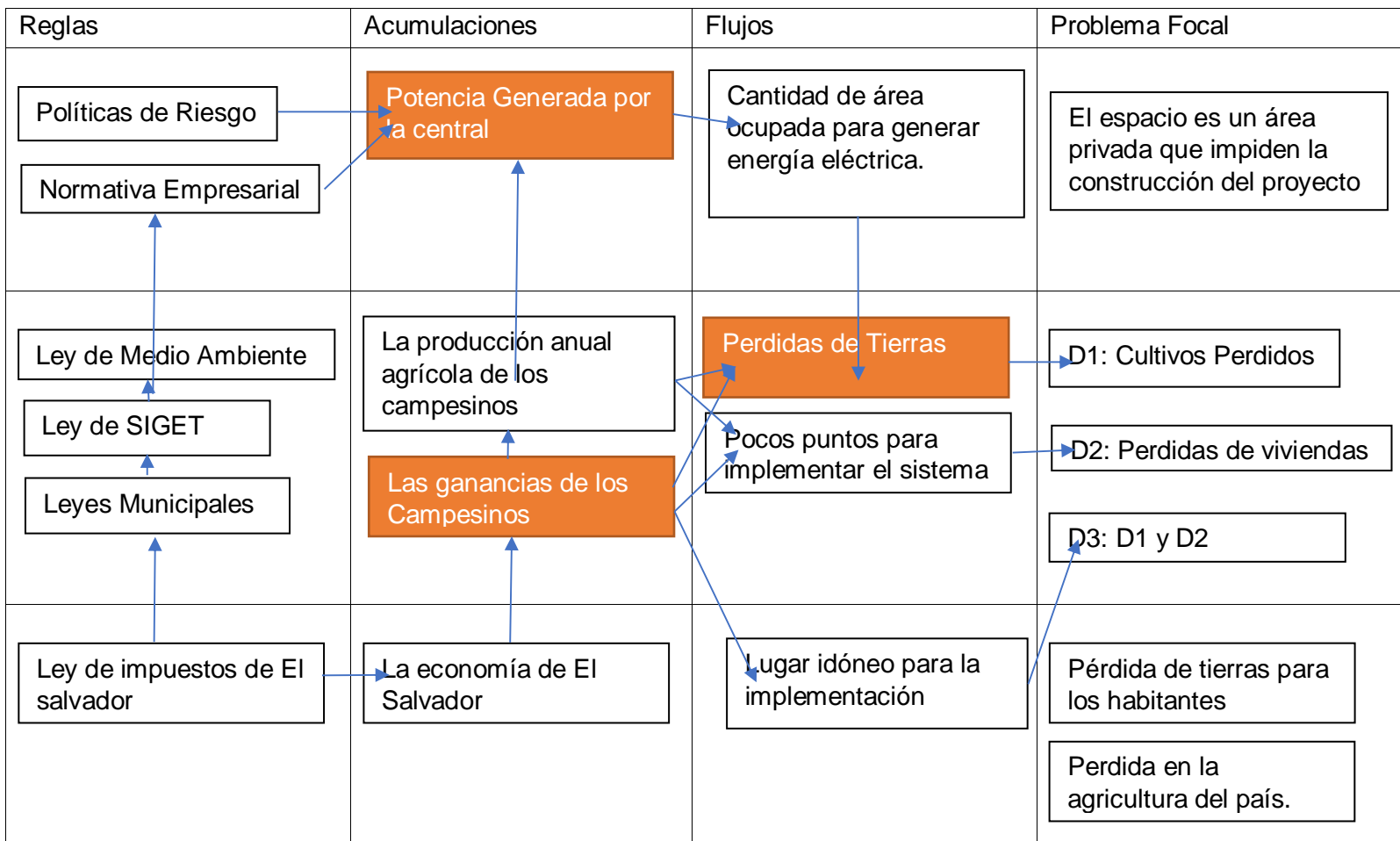


Tabla. 85: Definición de los frentes de ataque

Frente de Ataque	Actor	Recurso
Potencia Generada por la central	La empresa	Reevaluar la necesidad área para la producción
La producción anual agrícola de los campesinos	Campesinos de la zona	Llegar a acuerdo legal
Perdidas de tierras	Campesinos de la zona	Llegar a acuerdo legal

Tabla. 86: Frente de ataque, actores - recursos

Paso 8: La formulación de las apuestas estratégicas.

R1. Estudiar las áreas máximas y mínimas para la implementación del proyecto.

R2. Motivar a firmar un acuerdo de Ganar-Ganar, donde el campesino tiene una entrada de dinero suficiente para poderme movilizar de la zona.

Paso 9: Aproximación a la situación objetivo.

Objetivo General: Orientar a los campesinos de la zona a permitir la implementación del proyecto.

Vector Descripción de resultados:

VDR 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los campesinos

VDR 2= Lograr un punto de equilibrio entre el terreno vendido y su precio.

Apuestas estratégicas.

- Mejorar las relaciones con la alcaldía municipal
- Generar buenas opciones para la reubicación.

Vector descripción de resultados del frente de ataque.

VDRFA 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los campesinos de la potencia generada por la central

VDRFA 2=Lograr un punto de equilibrio entre el terreno vendido y su precio para minimizar el sentimiento de pérdida de tierras

3.3. OPCIONES REALES ENERGIA SOLAR

El estudio a realizar consiste en aplicar las opciones reales a un proyecto de inversión en una instalación fotovoltaica. Se ha elegido la energía fotovoltaica como objeto de estudio porque se trata de una tecnología en desarrollo con alto potencial en reducción de costos. La influencia principal en esta reducción es la mejora de la eficiencia, lo que permitirá disminuir la superficie necesaria por módulo, disminuyendo el costo. Además, se producirán también bajadas de costos debido a la construcción de parques solares de mayor escala y reducción de los costos de operación y mantenimiento.

Datos de entrada

Los datos y cálculos previos necesarios para la aplicación de las opciones reales en la planta solar fotovoltaica son los siguientes:

Dato financiero: Tasa de descuento del proyecto

La tasa de descuento a aplicar en el proyecto, será del 7.8% (nominal y después de impuestos). Esta tasa de descuento es la fijada para el quinquenio 2020-2024 se utilizó el procedimiento establecido por la SIGET para el cálculo de la tasa de descuento de proyectos energéticos vigente en el periodo 2015-2019, aprobado por medio del ACUERDO No. 185-E-2012; para la ejecución de proyectos de energías renovables. El uso de esta tasa de descuento, no es un valor a calcular, pues queda fijado de antemano al estar negociado mediante las empresas de producción de energías renovables y el estado, esto es debido, principalmente a que el precio de venta de la electricidad generada queda fijada también previamente para poder obtener unos beneficios razonables, para este sector la tasa de actualización se mueve entre el 7% y el 9%, por lo que una tasa de 7.8% queda dentro de la establecida.

Horizonte temporal

El horizonte temporal de la inversión será de 25 años (2020-2045), que corresponde con la vida útil de los paneles fotovoltaicos según norma técnica de diseño de la SIGET. Pasados los 25 años, los paneles pierden mucha capacidad de producción disminuyendo el rendimiento de estos. Al final del horizonte temporal, se pueden valorar dos escenarios: considerar que la inversión ha finalizado e iniciar la venta del negocio por un cierto valor residual, o bien, proceder a la renovación de los mismos, invirtiendo en paneles fotovoltaicos nuevos. Éste segundo escenario no se tendrá en cuenta en este proyecto, dando por acabada la inversión una vez finalizado el horizonte temporal. Más adelante, en la opción de abandono, se tendrá en cuenta un valor residual para la planta que se calculará considerando una depreciación anual del 4%. Dicho valor dependerá del año en que se considere el abandono del proyecto.

Irradiación.

La irradiación usada en el proyecto se medirá en horas por día. La insolación en El Salvador a mayor irradiación hay mayor disponibilidad de energía. (esto para saber la producción ideal de la planta). En San Salvador, la Comisión Ejecutiva del Río Lempa (CEL) ha medido la irradiancia diaria por casi tres años desde 2009; Además El Salvador se encuentra en el trópico de cáncer con una latitud de 13° lo cual nos deja entre 11 y 12 horas de sol durante el día.

En la región central del área metropolitana de El Salvador la irradiación solar es alta (5.3 kWh/m²/día), en comparación con la de otros países como Alemania o Tokio (3.3 kWh/m²/día). El mapa de irradiación solar en El Salvador fue creado bajo el proyecto SWERA, el cual muestra el potencial de irradiación solar en promedio diario de un año. Casi en su totalidad en un rango correspondido entre 2400-2800 horas/ año. Vamos a suponer la construcción del parque de generación solar fotovoltaica, zona en la que insolación anual es de las más altas de El Salvador en torno a 2800-3000 horas anuales. Se suponen que dichas horas serán las de funcionamiento de la planta. En la siguiente Ilustración, se puede observar la insolación en todo el territorio de El Salvador y en la Ilustración se aprecia una tabla con el número de horas de insolación de menos a más. Como se puede ver en el mapa, la irradiación por horas es mayor en la zona sur del país, con una irradiación mayor de 2600 horas al año. Sin embargo, la zona con una irradiación menor es la de la zona norte del país.

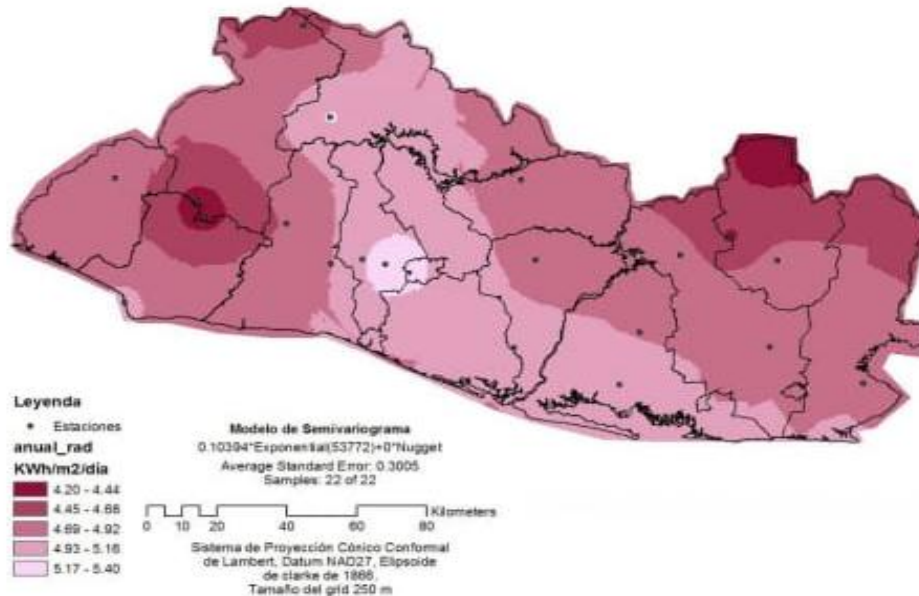


Ilustración 61: El mapa de irradiación solar en El Salvador

**INSOLACIÓN
(horas)**

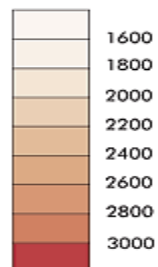


Ilustración 62: Mapa insolación anual El Salvador

Potencia nominal fotovoltaico

Cada módulo fotovoltaico de una potencia nominal de 170W. (plan maestro CNE)

Potencia nominal de la planta

La potencia instalada del parque fotovoltaico será de 5.1MW (5100KW) inicialmente. Se ha elegido esta potencia basándose en plantas similares de empresas del sector de las energías renovables, con parques de generación de energía solar fotovoltaica en El Salvador. Como El parque empresarial American Park y Suntrack Energy Carretera Panamericana, Ciudad Arce, La Libertad, inaugurarán este proyecto solar Central Fotovoltaica American Industrial Park 1, Sin embargo, teniendo en cuenta la opción de ampliar el proyecto, se estudiará la posibilidad de incrementar dicha potencia.

Número de paneles fotovoltaicos

Para el cálculo del número de paneles fotovoltaicos a instalar en el parque solar se divide la potencia nominal que produce el parque (5.1MW) entre la potencia nominal de cada panel (170W) obteniendo 30000 paneles necesarios.

Producción ideal generada por la planta

Para calcular la potencia teórica anual de la planta multiplicamos la potencia instalada del parque solar (5.1MW) por el número de horas que incide el sol en la planta, en el caso de El Salvador (3000 horas/año) obteniendo una potencia anual de 29070 (MW-h/año).

Energía real generada en la planta

El cálculo de la energía real que produce la planta es:

$$Er = Pn * HS * \eta$$

Donde:

Er: es la energía real que produce la planta,

Pn: es la potencia nominal de la planta,

HS: son las horas solares de irradiación en los paneles,

η : corresponde con el rendimiento energético.

Por tanto: $Er = 5100 \text{ (KW)} * 3000 \text{ (h/año)} * 0.8 = 1224 \text{ (MWh/año)}$.

Esta energía será empleada más adelante para el cálculo de los ingresos que se obtendrán en la planta fotovoltaica, multiplicándola por el precio de venta de la energía eléctrica producida. En el caso de ampliación futura del proyecto, la energía producida será mayor.

Dimensiones de los paneles fotovoltaicos y área necesaria del campo solar

Tras realizar una búsqueda de paneles solares con una gama de potencia nominal que abarque los 170 W por panel se ha elegido como medidas de los paneles solares. (Plan maestro)

Dimensiones	(mm)
Largo	1580
Ancho	808
Alto	35

Tabla. 87: Dimensiones paneles fotovoltaicos.

El área de cada panel fotovoltaico será de 1.28 m² y se elegirán con una latitud de 37° que corresponde a la inclinación del panel. Así pues, el largo del panel “b” (Ilustración 3) proyectado sobre el suelo será (Lcosα) siendo L el largo del panel. Esto da un resultado de 1.2618m que multiplicado por el ancho obtenemos el área proyectada sobre el suelo del panel fotovoltaico, 1.02m².

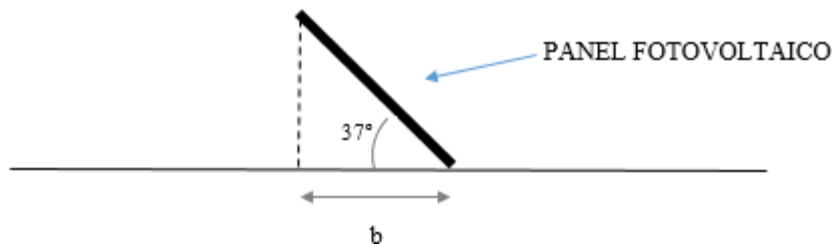


Ilustración 63: Sombra del panel fotovoltaico proyectada sobre el suelo.

Para que cada panel quede con distancia suficiente y no se produzcan sombras necesitamos dejar una distancia “d” entre panel y panel (Ilustración 5). La distancia “d” ha de ser como mínimo igual a h*k, siendo k un factor adimensional y h= Lsenα (SIGET, Normativa)

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Ilustración 64: Valores de k para cada latitud (SIGET)

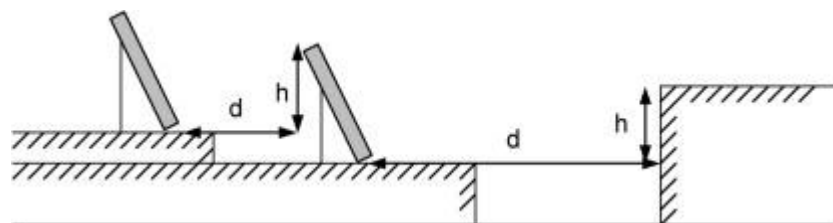


Ilustración 65: Cálculo de distancias entre paneles fotovoltaicos (IDEA, 2011)

Por tanto, “h” será igual a 0.951m y la distancia “d” necesaria será 2.1359m que multiplicado por el ancho del panel queda un área de 1.73m². Así pues, el área necesaria por panel asciende a 2.75m² correspondiente a la suma de (1.02+1.73) m².

Para el cálculo de los metros cuadrados totales del campo solar se multiplica dicha área por los 30000 módulos necesarios, obteniendo un área total de 30734m². Hay que tener en cuenta el espacio extra necesario para caminos y edificios de la instalación, para ello le sumamos un 15% de espacio adicional, siendo el área por panel de (1.15*2.75m²=3.1625m²) para los paneles que se van a utilizar de 170W de potencia. Esto supone un área inferior a los 3.70 m² por panel que consideran para paneles de 230W, obteniendo así un valor razonable. Se necesita finalmente un área total de 3.1625*30000= 35344m² (3.5 ha). En este caso, se podría discutir la necesidad de compra de 0.1 hectárea (1000m²) más o no, en todo caso, el costo de adquisición de ésta es irrelevante en las decisiones de inversión que se vayan a tomar, puesto que el costo de una hectárea no es tan alto en comparación con toda la inversión.

En definitiva, sería necesaria una parcela de unos (3.5 ha) para la inversión inicial y llevar a cabo el proyecto. Dado que se plantea la opción de ampliar el proyecto, la compra del terreno se podrá ampliar al doble de tamaño (7 ha) para posteriores aumentos de potencia de la planta. Esta opción será calculada y analizada posteriormente.

Precio del terreno

El precio del terreno rural en El salvador, que corresponden con los últimos ofrecidos por la página web OLX es de 10,451 (\$/ha). Para el cálculo de la inversión inicial en terreno lo multiplicamos por el número de hectáreas necesarias.

1 hectárea = 1.4184 manzanas

Dimensión (ha)	Manzanas	(\$)
3.5	4.96	36,578.9
7	9.92	73,157

Tabla. 88: Inversión en terreno. (Elaboración propia)

Diseño del parque fotovoltaico

El diseño del parque fotovoltaico (layout) se configura de la siguiente manera.

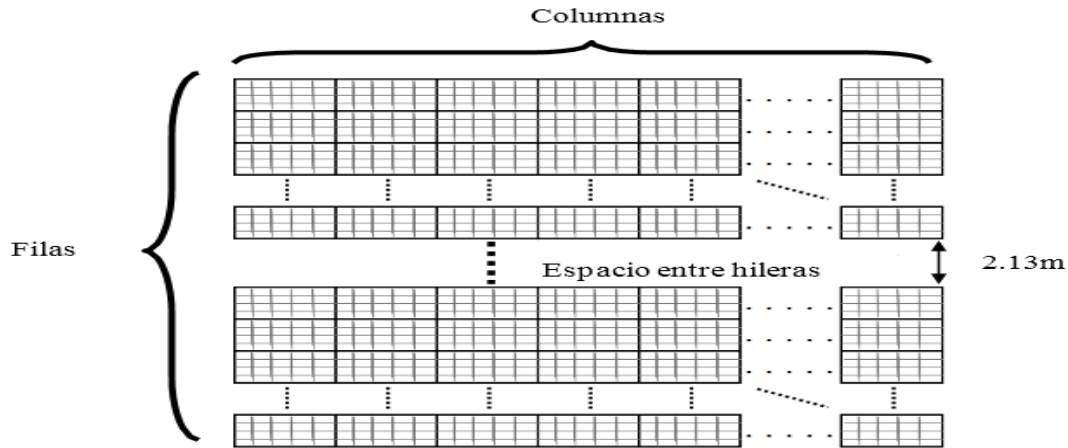


Ilustración 66: Diseño de las hileras de los paneles fotovoltaicos (Elaboración propia)

Con esta estructura de localización de los paneles fotovoltaicos se tiene mayor flexibilidad para añadir nuevos paneles en una opción de ampliar el proyecto.

Volatilidad del proyecto

Para el cálculo de la volatilidad global de los flujos de caja del proyecto, se tiene en cuenta dos tipos de volatilidad que influyen directamente en los cash flow de este, son:

- Volatilidad debido a los precios de venta de la electricidad.
- Volatilidad de las horas de sol anuales en el terreno donde se instalará la planta fotovoltaica.

Para el cálculo de la volatilidad de los precios de venta de la electricidad tomamos los precios medios mensuales del último año (2017-2020) a partir de (SIGET) los cuales se pueden observar en la Tabla.

MESES	PRECIO (\$/MWh)
Enero	\$114.52
Febrero	\$124.19
Marzo	\$129.97
Abril	\$135.09
Mayo	\$148.14
Junio	\$147.70
Julio	\$139.77
Agosto	\$143.82
Septiembre	\$134.95
Octubre	\$119.27

Noviembre	\$125.20
Diciembre	\$137.19

Tabla. 89: Precio medio del mercado eléctrico diario por meses en 2019 El Salvador.

Para calcular la volatilidad histórica de los precios en primer lugar, se calculará la volatilidad mensual y posteriormente la volatilidad anual. La notación empleada es la siguiente:

- t: corresponde a los meses (t=1,...,12),
- n: es el número de periodos,
- S_t : el precio de la electricidad en t,
- \bar{u} : es la media aritmética,
- Δt : intervalo de tiempo con el año como unidad.

Se comienza calculando:

$$u_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$$

Posteriormente se estima la desviación estándar (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^l (u_t - \bar{u})^2}{l - 1}}$$

Siendo

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n u_t$$

Por último, la volatilidad la obtenemos:

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{\Delta t}}$$

Los cálculos realizados en *Microsoft Excel* se muestran en la siguiente tabla.

MESES	PRECIO (\$/MWh)	u_t	
Enero	\$114.52		
Febrero	\$124.19	0.081043787	
Marzo	\$129.97	0.045490044	
Abril	\$135.09	0.038606497	
Mayo	\$148.14	0.092270351	
Junio	\$147.70	-0.003035929	

Julio	\$139.77	-0.05516752	
Agosto	\$143.82	0.028564756	
Septiembre	\$134.95	-0.063640386	
Octubre	\$119.27	-0.123547512	
Noviembre	\$125.20	0.048538161	
Diciembre	\$137.19	0.091488108	
	Desviación típica mensual		0.07041661
	Desviación típica anual		0.24393028

Tabla. 90: Cálculo de la desviación típica.

Así pues, la volatilidad anual de los precios de venta obtenida es $\sigma = 0.24$ (24%).

En segundo lugar, también se debe considerar la variabilidad referida al número de horas de sol en el terreno donde se instalará la planta fotovoltaica. La variabilidad a considerar es del 5% al tratarse de un clima tropical y aunque en una parte del año como puede ser el invierno se identifiquen valores bastante por encima y por debajo de la media es complicado que estos se mantengan durante el año y ocasione una desviación en la variabilidad anual destacable.

Por tanto, para el cálculo de los árboles de decisión se tendrá en cuenta sólo la variabilidad de los precios de venta de la electricidad. Este parámetro es el más importante a la hora de aplicar la opción, pues es lo que da juego a la alta incertidumbre que rodea al mercado eléctrico. Esta volatilidad se empleará para los ingresos a obtener, que son los que depende del precio de venta de la electricidad. Por el contrario, para los costos, no se tendrá en cuenta variabilidad, puesto que estos siguen una disminución cada año sin fluctuaciones, éstos se obtendrán los próximos apartados.

Ingresos

Los ingresos del parque solar dependerán de dos aspectos fundamentalmente: cuanta energía son capaces de generar los paneles fotovoltaicos y a qué precio se vende dicha energía al mercado.

Por tanto, para el cálculo de los ingresos del parque, multiplicamos para cada año la energía real que se genera anualmente (1224MW), la cual se supone constante para todos los años, por el precio al que se es capaz de vender dicha energía generada, es decir, el precio de venta de la electricidad.

Año	2020	2021	2022	2023	2024-2045
Producción energía	1224	1224	1224	1224	1224
Precio	142.84	141.54	141.87	152	152
Ingresos (\$)	174836.16	173244.96	173648.88	186048.	186048

Tabla. 91: Ingresos por venta de electricidad generada anualmente.

A partir del 2024 en adelante, los ingresos se supondrán constantes por incapacidad de encontrar una estimación fiable de estos. La suma de todos los ingresos a lo largo de los 25 años de horizonte temporal del proyecto asciende a \$5792340, siendo el valor actual de estos, con tasa de descuento del 7.8%, de $V_{\text{real Ingresos}} = \2458385.81 . Este cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$V_{\text{real}} = \frac{174836.16}{1+0.078} + \frac{173244.96}{(1+0.078)^2} + \dots + \frac{186048}{(1+0.078)^{25}}$$

Finalmente, cuando se aplique el método binomial en el apartado de opciones reales, se tendrá en cuenta la variabilidad de los ingresos para los diferentes años de la inversión.

Tasa libre de riesgo (Rf):

Para un proyecto de inversión en energías renovables donde se van a aplicar opciones reales, la tasa libre de riesgo según el banco central de reserva (BCR) se equivale a la de los bonos con un vencimiento de 10 años. Es por ello, que la empleada para este proyecto se corresponde a 10 años, el cual actualmente es de 4.48% (0.0448).



Ilustración 67: tasa libre al riesgo, bcr.gob.sv

Cash Flow

Se trata de los cash flow totales que se obtendrían si se acomete la inversión en cada uno de esos 5 años, es decir, si se calcula para el año 2021 se tendrán en cuenta 24 años de inversión, si es para el 2022 serían 23 años de inversión y así sucesivamente. Se obtienen restando el valor actual de los Ingresos – Gastos para cada año en concreto, teniendo en cuenta el periodo de tiempo al que corresponden. Para este cálculo no se está teniendo en cuenta la variabilidad de los ingresos.

Ingresos (año)	(\$)
2020	2458385.81
2021	2454789.5

2022	2456840.68
2023	2457547.06
2024	2412115.73

Tabla. 92: Ingresos

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	454125.62
OM (2021)	433915.42
OM (2022)	415320.83
OM (2023)	398467.85
OM (2024)	383036.34

Tabla. 93: Costos de O&M

Cash flow (año)	(\$)
S ₀ (2020)	2004260.81
S ₀ (2021)	2020874.08
S ₁ (2022)	2041519.85
S ₂ (2023)	2059079.21
S ₃ (2024)	2029079.39

Tabla. 94: Cash flow primeros 5 años de la inversión

Inversión (año)	(\$)
I ₀ (2020)	2023255.9
I ₀ (2021)	1810223.15
I ₀ (2022)	1639796.95
I ₀ (2023)	1315980.9
I ₀ (2024)	1171124

Tabla. 95: Inversión inicial.

Estos valores, calculados en este apartado, serán de utilidad para el valor de las opciones en los siguientes apartados. Como es apreciable, estos van disminuyendo, puesto que cada año que transcurre se tiene en cuenta un flujo de caja menos.

3.3.1. Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional

Valor de los ingresos: VA Ingresos = \$2458385.81

Valor de los costos de operación & mantenimiento: V O&M = \$454125

Valor de los flujos de caja (cash 216low). Corresponde con la resta entre los ingresos y los costos de O&M: Valor de Cash 216low = \$2004260.81.

VAN TRADICIONAL

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

(I₀): Inversión inicial previa

(F_t): Flujos netos de efectivo representan la diferencia entre los ingresos y gastos que podrán obtenerse por la ejecución de un proyecto de inversión durante su vida útil.

(k): Tasa de descuento también conocida como costo o tasa de oportunidad. Es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. Refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente.

(n). Número de periodos que dure el proyecto

$$VAN_{\text{proyecto}} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN_{\text{proyecto}} = -2023255.9 + 2004260.81. = -\$18995.09$$

Como podemos observar nos da una VAN negativa haciendo no rentable la inversión, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo, ahora haremos unos de las opciones reales para su valoración.

3.3.2. Cálculos Opciones Reales

Para el cálculo del valor de las opciones se empleará el método binomial construyendo árboles binomiales y para ello, se empleará la herramienta *Microsoft Excel*. Así pues, se procede a realizar una recopilación de los datos necesarios para los cálculos:

La notación a emplear para el cálculo de las opciones reales es la siguiente:

Notación a usar en las opciones reales	
S	Valor activo subyacente*
σ	Volatilidad
Rf	Tipo de interés sin riesgo

u	Coefficiente de ascenso
d	Coefficiente de descenso
p	Probabilidad de ascenso
q	Probabilidad de descenso
C	Valor del proyecto

Tabla. 96: Notación parámetros Opciones Reales

**El valor del activo subyacente equivaldrá en las opciones reales al valor actual de los flujos de caja que se esperan obtener.*

La variabilidad calculada en el proyecto de inversión corresponde a la de los ingresos, por lo que los árboles binomiales se realizarán en función de estos. Posteriormente serán restados a cada año el valor de los costos, los cuales, vendrán fijados anualmente, sin tener fluctuaciones posibles. De esta manera se calcularán los flujos de cajas en las opciones reales.

En primer lugar, se calcula el valor de los parámetros binomiales de la siguiente manera:

- Coeficiente de ascenso $u = e^{\sigma \sqrt{h}}$, siendo $\sigma = 0.24$, y $h = 1$ puesto que el árbol binomial se realizará anualmente. Este coeficiente de ascenso se multiplicará por el valor actual de los ingresos.
- Coeficiente de descenso: $d = 1/u$ siendo u el coeficiente de ascenso. Dicho coeficiente se multiplicará también por el valor de los ingresos. Se puede observar de forma más precisa en la *Ilustración*.

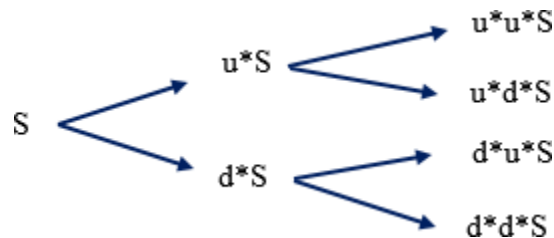


Ilustración 68.: Aumentos y descensos del valor actual de los flujos de caja

- Probabilidad de aumento: $p = \frac{1+R_f-d}{u-d}$ donde R_f es el tipo de interés sin riesgo.
- Probabilidad de descenso: $q = 1-p$
- Valor del proyecto: $C = \frac{p \cdot C_u + (1-p) \cdot C_d}{1+R_f}$ siendo C_u el precio de la opción en el caso de ascenso y C_d el precio de la opción en el caso de descenso.

Los resultados numéricos obtenidos para el proyecto en cuestión son:

Parámetro	Valor
-----------	-------

u	1.822
d	0.5488
p	0.3575
q	0.642
C	*

Tabla. 97: Valor de los parámetros

*El valor del proyecto C (última fila de la *Tabla*) no toma un valor fijo, sino que va variando con los años.

Siguiendo en la valoración de opciones por el método binomial.

Opción de diferir - aprender

En la opción de diferir se plantea la opción de prorrogar la inversión en 1, 2, 3 y hasta 4 años. En primer lugar, el VAN del proyecto calculado con anterioridad, toma un valor de -\$18995.09 por lo que antes del cálculo de la opción de diferir no sería rentable entrar en el proyecto de inversión con la valoración que aporta el método tradicional del valor actual neto, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo.

Vamos a analizar la evolución de los ingresos esperados del proyecto a lo largo de los 4 posibles años de diferir el proyecto. El coeficiente anual de ascenso es $u = 1.822$ mientras que el de descenso es $d = 0.5488$. El árbol de decisión binomial queda de la siguiente forma:

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	27092153,7
						S3	14869458,7		
				S2	8161064,04			S4	8160358,92
		S1	4479178,95			S3	4478791,94		
S0	2458385,81			S2	2458173,41			S4	2457961,02
		S1	1349162,13			S3	1349045,56		
				S2	740420,178			S4	740356,206
						S3	406342,594		
								S4	223000,816

Tabla. 98: Árbol Evolución Ingresos.

El paso realizado consiste en multiplicar los ingresos del proyecto por el coeficiente de ascenso y descenso respectivamente e ir obteniendo los ingresos totales que se obtendrían en cada año que se prorroga.

Por otro lado, el costo de la inversión inicial va disminuyendo cada año por lo que hará más atractiva la opción de retrasar la inversión en el proyecto, a este valor se le denominó $(I_0(i))$ y toma los siguientes valores calculados anteriormente:

Inversión (año)	(\$)
------------------------	-------------

$I_0(2020)$	2023255.9
$I_0(2021)$	1810223.15
$I_0(2022)$	1639796.95
$I_0(2023)$	1315980.9
$I_0(2024)$	1171124

Tabla. 99: Inversión inicial.

Para obtener los flujos de caja, hay que restarle al árbol de los ingresos los costos de operación y mantenimiento totales. Estos valores actualizados para cada año se restan cada periodo que se difiera el proyecto. Esta operación se realiza ahora, puesto que, se consideran fijados para cada año, sin volatilidad. Se muestran en la siguiente tabla para cada año actualizados a la tasa de descuento correspondiente:

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	454125.62
OM (2021)	433915.42
OM (2022)	415320.83
OM (2023)	398467.85
OM (2024)	383036.34

Tabla. 100: Costos O&M totales.

Por tanto, conjuntamente sumando los dos tipos de costos, será lo que hay que restar a los ingresos. Al conjunto de estos dos costos se le denominará CT.

Costo total (año)	(\$)
CT (2020)	2477381.52
CT (2021)	2244138.57
CT (2022)	2055117.78
CT (2023)	1714448.75
CT (2024)	1554160.34

Tabla. 101: Costos totales

Estos valores se los restamos al de los ingresos de la opción real (valor actual del proyecto) en cada año ($S_i - CT(i)$) quedando el siguiente árbol de decisión binomial.

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	27092153,7
								S4-CT	25537993,4
							S3	14869458,7	
							S3-CT	13155009,9	
				S2	8161064,039			S4	8160358,92
				S2-CT	6105946,259			S4-CT	6606198,58
		S1	4479178,95			S3	4478791,94		
		S1-CT	2235040,38			S3-CT	2764343,19		
S0	2458385,81			S2	2458173,405			S4	2457961,02
S0-CT	0			S2-CT	403055,6255			S4-CT	903800,679
		S1	1349162,13			S3	1349045,56		
		S1-CT	0			S3-CT	0		
				S2	740420,1783			S4	740356,206
				S2-CT	0			S4-CT	0
CT(2020)	2477381,52					S3	406342,594		
CT(2021)	2244138,57					S3-CT	0		
CT(2022)	2055117,78							S4	223000,816
CT(2023)	1714448,75							S4-CT	0
CT(2024)	1554160,34								

Tabla. 102: Árbol evolución activo subyacente restada la inversión inicial

La casilla $S_i - CT(i)$ se rellena de la siguiente manera:

$$\text{Max}(S_i - CT(i), 0)$$

Como podemos observar en el cuarto año, se obtienen valores positivos en 3 de los 5 escenarios del último año.

Ahora se procede a calcular el valor de la opción (C_{ij}) para los 4 años, a modo de ejemplo, para el tercer año sería:

$$C_{31} \frac{p * Cu + (1-p) * Cd}{1 + Rf} = \frac{0.3575 * 25537993.4 + 0.642 * 6606198.58}{1 + 0.004} = \$13317741.16$$

Y así sucesivamente para todo el horizonte temporal se obtienen los siguientes resultados

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	27092153,71
								S4-CT	25537993,37
								C41	25537993,37
						S3	14869458,68		
						S3-CT	13155009,93		
						C31	13317741,16		
				S2	8161064,039			S4	8160358,923
				S2-CT	6105946,259			S4-CT	6606198,583
				C21	6615840,031			C42	6606198,583
		S1	4479178,946			S3	4478791,945		
		S1-CT	2235040,376			S3-CT	2764343,195		
		C11	3154513,012			C32	2930235,089		
S0	2458385,81			S2	2458173,405			S4	2457961,019
S0-CT	0			S2-CT	403055,6255			S4-CT	903800,6793
C0	1454524,56			C22	1249171,733			C43	903800,6793
		S1	1349162,133			S3	1349045,565		
		S1-CT	0			S3-CT	0		
		C12	518075,1712			C33	321821,457		
				S2	740420,1783			S4	740356,206
				S2-CT	0			S4-CT	0
				C23	114592,7997			C44	0
						S3	406342,5939		
						S3-CT	0		
						C34	0		
								S4	223000,8155
								S4-CT	0
								C45	0

Tabla. 103: Árbol cálculo del valor de la opción

Una vez realizado el árbol de decisión hay que estudiar cuándo es más conveniente realizar la inversión, si en el primer año o en los próximos. Como se puede apreciar en la *Tabla* lo más conveniente es diferir el proyecto por 4 años. Esto es así porque al comparar el valor de la opción C_{ij} en cada año con la resta de los flujos de caja y la inversión en dicho periodo ($S_i - I_0(i)$), es decir, con la opción de ejecutar la inversión en ese mismo año, se comprueba que $C_{ij} > (S_i - I_0(i))$ por lo que es preferible siempre el valor de la opción calculada a 4 años. Este resultado era de esperar de antemano puesto que los costos, a medida que pasan los años se van reduciendo.

Por tanto, el valor actual de la opción C0 es igual a \$1454524.56. El VAN del proyecto calculado por el método tradicional era de -\$18995.09. El valor actual de la opción de diferir es la diferencia entre el VA de la opción C0 y el VAN del proyecto:

$VAN_{\text{opción diferir}} = C0 - VAN_{\text{proyecto}} = 1454524.56 - (-18995.09) = \1473519.65 . Es decir, éste es el valor que podría incrementar la valoración del proyecto si se esperase hasta el vencimiento de la opción. Es el valor de diferir la opción de iniciar el proyecto de inversión ahora o dentro de 4 años. En dicho periodo se dejarían de ingresar los 4 flujos de caja correspondientes. Si se estiman esos flujos de caja actualizados en \$501727.27, el valor de la opción asciende finalmente a \$933802.2. Proporciona un valor de la inversión muy favorable, por lo que esperar a realizar el proyecto de inversión es muy positivo. Bien es cierto, que este valor no tiene en cuenta que, en esos 4 años, pueda adelantarse la competencia y surgir nuevos

competidores, por lo tanto, no es un valor a considerar estrictamente, sino que, habría que tener en cuenta esos valores no cuantitativos a considerar.

Opción de Diferir – Aprender			
VAN tradicional	-\$18995.09	Tasa de descuento	7.8%
Valor ingreso	\$2458385.81	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co diferir	Flexibilidad
Opción de Diferir – Aprender		1454524.56	1473519.65

Tabla. 104: Tabla resumen de la opción de diferir

Opción de Inversión – crecimiento (Ampliar)

Se propone ampliar el proyecto una vez pasados los 4 años desde su inicio suponiendo que este se produce en 2020. El objetivo de ampliar el proyecto una vez pasados estos cuatro años, se basa en el aprovechamiento de la bajada de los costos de implementar paneles fotovoltaicos en los próximos años, no siendo esta la única ventaja que aporta la opción de ampliación.

A la hora de la compra del terreno necesario para la construcción del parque fotovoltaico, se compró más terreno para tener la posibilidad de aumentar el número de paneles en un futuro, por lo que es un seguro a la hora de querer ampliar el parque solar, ya que en 4 años no se sabe si existirá la posibilidad de comprar dicho terreno. A la hora de hacer la inversión inicial en el terreno necesario, es decir, la compra de las 3.5 ha adicionales para tener 7 ha totales, se consigue otro factor muy importante que es la incorporación al mercado con antelación, consiguiendo anticiparse a posibles competidores y reduciendo el riesgo de que estos aparezcan. Con la opción de ampliación estudiaremos el valor de dicho aumento.

Para la ampliación se cuenta con un terreno extra de (3.5 ha) aumentando el área total de operación a (7 ha). Con esta ampliación, se es capaz de incorporar 1900Kw adicionales de potencia nominal, necesitando para ello 11176 paneles fotovoltaicos extras, incrementando la producción de la planta al doble. Cabe destacar que la inversión de ampliar el proyecto se realiza el cuarto año, obteniendo los flujos de cajas incrementados a partir del quinto año.

El costo de ampliar la inversión una vez pasado los 4 años del inicio del proyecto (2020), corresponde a la colocación de los nuevos paneles necesarios. Este se calcula multiplicando el costo de colocar esos nuevos paneles por los kilovatios extras de potencia nominal que aportan. El costo de implementar los paneles en el año 2021 sería de 896.98 (\$/Kw) multiplicados por los 1900Kw de potencia extra originarían un costo total de la 1704262\$. Por último, se le resta la subvención de 513755\$.

Una vez tenemos los parámetros necesarios para el cálculo de la opción pasamos a construir el árbol binomial.

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	27092153,7
						S3	14869458,7		
				S2	8161064,04			S4	8160358,92
		S1	4479178,95			S3	4478791,94		
S0	2458385,81			S2	2458173,41			S4	2457961,02
		S1	1349162,13			S3	1349045,56		
				S2	740420,178			S4	740356,206
						S3	406342,594		
								S4	223000,816

Tabla. 105: Árbol Evolución activo subyacente

En la *Tabla anterior* se puede observar que se ha calculado el valor del activo subyacente S (ingresos esperados), multiplicando este por los coeficientes de ascenso y descenso respectivamente.

Para obtener los flujos de caja, hay que restarle al árbol de los ingresos los costos de operación y mantenimiento totales. Estos valores actualizados para cada año se restan cada periodo que se difiera el proyecto. Esta operación se realiza ahora, puesto que, se consideran fijados para cada año, sin volatilidad. Se muestran en la siguiente tabla para cada año actualizados a la tasa de descuento correspondiente:

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	454125.62
OM (2021)	433915.42
OM (2022)	415320.83
OM (2023)	398467.85
OM (2024)	383036.34

Tabla. 106: Costos de O&M

Se restan los costos de O&M, a todos los años quedando el siguiente árbol de decisión:

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	26709117,4
						S3	14470990,8		
				S2	7745743,209			S4	7777322,58
		S1	4045263,53			S3	4080324,09		
S0	2004260,19			S2	2042852,575			S4	2074924,68
		S1	915246,713			S3	950577,715		
				S2	325099,3483			S4	357319,866
						S3	7874,74387		
								S4	0

Tabla. 107: Árbol de decisión una vez restados los costos de O&M

Una vez realizado este primer paso, donde se han obtenido los flujos de caja, se procede al cálculo del VAN al final del cuarto año aplicando la opción de ampliar el proyecto. El cálculo se realiza tomando los flujos de caja obtenidos en el cuarto año y multiplicándolos por el incremento de la ampliación, en este caso por dos, puesto que la ampliación proporciona unos flujos de cajas a partir del cuarto año con un incremento del doble de la producción. Finalmente, se le resta el costo de la ampliación en el 2024. A continuación, se realiza dicho cálculo para los cinco flujos de caja obtenidos en el cuarto año en la *Tabla*.

- VAN1= -1190507+ (2*26709117) = \$52227727
- VAN2 = -1190507+ (2*7773223) = \$14364139
- VAN3= -1190507+ (2*2074925) = \$2959343
- VAN4= -1190507+ (2*357319.9) = -\$475867.2
- VAN5= -1190507+ (2*0) = -\$1190507

Comparando estos resultados con la última columna del árbol sin la opción de ampliar se observa que sería rentable ejecutar la ampliación solo en los 3 primeros casos, donde el VAN (positivo) supera a la opción de no ampliar, en los otros dos escenarios no sería rentable esta inversión extra. Ahora se procede al cálculo del valor de la opción a partir de la siguiente ecuación.

$$C = \frac{p*Cu+(1-p)*Cd}{1+Rf}$$

Se procede a dicho cálculo de derecha a izquierda arrastrando los valores hasta obtener Co.

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	26709117,4
								C41	52227727
						S3	14470990,8		
						C31	27782061,4		
				S2	7745743,21			S4	777322,58
				C21	14373120,4			C42	14364139
		S1	4045263,53			S3	4080324,09		
		C11	7144216,93			C32	7007049,7		
S0	2004260,19			S2	2042852,58			S4	2074924,68
C0	3418817,74			C22	3168852,44			C43	2959343
		S1	915246,713			S3	950577,715		
		C12	1368279,54			C33	1053750,12		
				S2	325099,348			S4	357319,866
				C23	375214,809			C44	0
						S3	7874,74387		
						C34	0		
								S4	0
								C45	0

Tabla. 108: Árbol cálculo del valor de la opción

Así pues, el VAN considerando la opción de ampliación sería 3418817.74\$ menos la inversión inicial para el año 2020, (2059834\$), quedando un valor de 1358983.74\$. Sin embargo, si no se

acomete la ampliación tenemos 2004260.19\$ menos la inversión inicial (terreno de 3.5 ha) (2023255.9\$), quedando -18995.71\$. Por tanto, el valor total de la opción de ampliar es: 3418817.74-2004260.19 = 1414557.55\$

Por lo que la opción de ampliar el proyecto resulta muy rentable. En el caso de que no se empleara la opción de ampliación, no se comprara el terreno extra de 3.5 ha, sino que la inversión se realizará en su totalidad al comienzo de la inversión y valorada con la herramienta convencional del VAN, se obtendría un valor de -18995.71\$, por lo que en comparación con el VAN de la opción de ampliar (1414557.55\$) aporta mucho valor esta última, pasando de no ser rentable el proyecto a serlo. También aporta más valor que la opción de diferir cuatro años el proyecto.

Opciones de crecimiento			
VAN tradicional	-\$18995.09	Tasa de descuento	7.8%
Valor ingreso	\$2458385.81	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co ampliado	Flexibilidad
Opción de ampliación		3418817.74	1414557.55

Tabla. 109: Tabla resumen de la opción de crecimiento

Opción de Desinvertir - Reducir (Abandono)

La opción de abandono otorga la posibilidad de renunciar al proyecto en cualquier momento de la inversión. Vamos a suponer la capacidad de abandonar el proyecto hasta el 4 año del inicio de la inversión. Dada la complejidad de abandonar un proyecto de tal importancia, se considera la posible absorción de la planta por un inversionista capaz de hacerse con el proyecto y su posible explotación. La opción de abandonar el proyecto consiste en obtener una cantidad residual por el proyecto mayor a los flujos de cajas capaces de obtenerse en dicho periodo. El valor residual del proyecto sería el precio de compra de la planta por la empresa absorbente. Al ser el horizonte temporal de la inversión de 25 años y suponiendo una depreciación lineal del 4% anual, el precio dispuesto a pagar una empresa absorbente será la inversión inicial del proyecto que es 2023255.9\$. Así pues, el proyecto se podrá vender por los siguientes valores residuales:

Año	Valor residual (\$)
2021	1942325.7\$
2022	1864632.6\$
2023	1790047.3\$
2024	1718445.4\$

Tabla. 110: Valor residual del proyecto

En primer lugar, se obtendrían los ingresos multiplicados por sus correspondientes coeficientes de ascenso y descenso como se muestran en la *tabla 52*, siendo estos idénticos a los utilizados en las opciones de diferir y ampliar el proyecto.

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	27092153,7
						S3	14869458,7		
				S2	8161064,04			S4	8160358,92
		S1	4479178,95			S3	4478791,94		
S0	2458385,81			S2	2458173,41			S4	2457961,02
		S1	1349162,13			S3	1349045,56		
				S2	740420,178			S4	740356,206
						S3	406342,594		
								S4	223000,816

Tabla. 111: Árbol Evolución de los ingresos

Una vez tenemos los ingresos se le restan los costos de operación y mantenimiento para obtener los flujos de caja y se comparan los valores residuales con los cash flow que se obtienen. Los costos son los siguientes:

Costos O&M (año)	Euros (\$)
OM (2020)	454125.62
OM (2021)	433915.42
OM (2022)	415320.83
OM (2023)	398467.85
OM (2024)	383036.34

Tabla. 112: Costos de O&M

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	26709117,4
						S3	14470990,8		
				S2	7745743,209			S4	7777322,58
		S1	4045263,53			S3	4080324,09		
S0	2004260,19			S2	2042852,575			S4	2074924,68
		S1	915246,713			S3	950577,715		
				S2	325099,3483			S4	357319,866
						S3	7874,74387		
								S4	0
Valor Residual		19423225.7		1864632.6		1790047.3			1718445.4

Tabla. 113: Árbol Evolución de los ingresos una vez restados los costos de O&M

Comenzando, por ejemplo, por el cuarto año comparamos los 1718445.4\$ por los que se podría vender el proyecto, con los flujos de caja que se obtendrían en el cuarto año. Como es observable, únicamente en dos de los 5 casos posibles sería beneficiosa la opción de abandono, es decir, sólo cuando el valor residual que se puede obtener supere al valor del activo subyacente (S), se liquidará el proyecto. Así pues, comparando los valores residuales para cada año, el árbol de decisión quedaría como se muestra en la *Ilustración*:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 26709117,4
			S3 14470991	
		S2 7745743,2		S4 7777322,58
	S1 4045263,5		S3 4080324,1	
S0 2004260,2		S2 2042852,6		S4 2074924,68

Tabla. 114: Árbol Evolución activo subyacente

Por lo que el árbol de decisión no se considera ya entero con todas las ramificaciones, puesto que en algunos escenarios será más rentable el abandono del proyecto. En esos casos, se opta por dejar en blanco esas opciones, quedando el árbol binomial tal como es mostrado. A partir de este, se procede al cálculo del valor de la opción de abandono.

Para la realización de este paso, se utilizará la fórmula ya empleada con anterioridad:

$$C = \frac{p \cdot Cu + (1-p) \cdot Cd}{1+Rf}$$

Así pues, para el tercer año:

$$C_{31} = \frac{p \cdot Cu + (1-p) \cdot Cd}{1+Rf} = \frac{0.3575 \cdot 26709117.4 + 0.642 \cdot 7777322.58}{1+0.004} = 14483616\$$$

$$C_{32} = \frac{p \cdot Cu + (1-p) \cdot Cd}{1+Rf} = \frac{0.3575 \cdot 7777322.58 + 0.642 \cdot 2074924.68}{1+0.004} = 4096110.27\$$$

Para el cálculo del valor del proyecto en el 2º año, se puede observar que para el cálculo de C22 el valor empleado en el parámetro Cd será el valor residual del 2º año, es decir, 1790047.3\$. De esta forma:

$$C_{21} = \frac{p \cdot Cu + (1-p) \cdot Cd}{1+Rf} = \frac{0.3575 \cdot 14483616.1 + 0.642 \cdot 4096110.27}{1+0.004} = 7776489.591\$$$

$$C_{22} = \frac{p \cdot Cu + (1-p) \cdot Cd}{1+Rf} = \frac{0.3575 \cdot 4096110.27 + 0.642 \cdot 1790047.3}{1+0.004} = 2674553.413\$$$

Realizando estos cálculos para los años restantes se obtiene el árbol binomial final como se puede observar en la *Tabla*:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 26709117,4
				C41 26709117,4
			S3 14470991	
			C31 14483616,1	
		S2 7745743,2		S4 7777322,58
		C21 7776489,59		C42 7777322,58
	S1 4045263,5		S3 4080324,1	
	C11 4479241,355		C32 4096110,27	
		S2 2042852,6		S4 2074924,68
		C22 2674553,41		C43 2074924,68
S0 2004260,2				
C0 2836954,07				

Tabla. 115: Árbol Cálculo del valor de la opción

Por lo que el valor del proyecto teniendo en consideración la opción de abandono asciende a 2836954\$. El valor de los flujos de caja sin considerar la opción de abandonar el proyecto era de 2004260,2\$. En ambos casos hay que restarle la inversión inicial en el 2020, que toma un valor de 2023255.9\$, Comparando los valores actuales netos del proyecto sin la opción de ampliar y con dicha opción se observa que:

$$\text{VA proyecto} = -10 (2020) + \text{VA Cash flow} = -2023255.9\$ + 2004260.81\$ = -18995.09\$$$

$$\text{VA}_{\text{proyecto con opción de abandono}} = -10 (2020) + \text{VA Cash flow}_{\text{con opción de abandono}} = -2023255.9\$ + 2836954 = 832693.87\$$$

Por lo que restando ambos valores se obtiene que el valor que aporta la opción de abandono es de 851688.96\$. Aportando también un valor muy positivo al proyecto de inversión.

Opción de abandono			
VAN tradicional	-\$18995.09	Tasa de descuento	7.8%
Valor ingreso	\$2458385.81	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co abandono	2836954.07
		Flexibilidad	832693.87
Opción de abandono			

Tabla. 116: Tabla resumen de la opción de abandono

CONCLUSIÓN

Tras el análisis de las opciones reales de ampliar, diferir y abandono, se puede observar cómo las dos últimas aportan al proyecto un valor bastante similar, siendo la opción de ampliar la que más rentabilidad aporta. Existe la posibilidad de minimizar las pérdidas en ambos casos, bien sea, no instalando más paneles solares o vendiendo el negocio a una empresa absorbente. En el caso de la opción de diferir también ha resultado muy positivo el valor que aporta, sin embargo, teniendo en cuenta que los años en los que se difiere la opción no se reciben los flujos de cajas correspondientes, hace que se bajen un poco los resultados deseados, obteniendo una valoración muy parecida a la de la opción de abandono.

4. ENERGIA GEOTERMICA

4.1. ANALISIS PEST ENERGIA GEOTERMICA

Tendencia Político	En el proyecto
<p>(+) Ley de incentivos fiscales: Tiene como objeto promover la realización de inversiones en proyectos del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de recursos hidráulicos, geotérmicos, eólico y solar.</p>	<p>Incentiva la inversión en proyectos específicamente de energías renovables.</p>
<p>(+) Ley de Inversiones: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto fomentar las inversiones en general y las inversiones extranjeras en particular, para contribuir al desarrollo económico y social del país, incrementando la productividad, la generación de empleo, la exportación de bienes y servicios y la diversificación de la producción.</p>	<p>Fomenta las inversiones de capital nacional o extranjero, eso abre espacio a este proyecto de energías renovables.</p>
<p>(+/-) Elecciones Legislativas y Municipales 2021 El cambio en el órgano de gobierno legislativo o incluso municipal podría provocar variaciones en algunas políticas.</p>	<p>Puede provocar cambios en las políticas de enfoque en sus prioridades.</p>
<p>(+) Ley de Medio Ambiente: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.</p>	<p>En esta ley se establecen todos los procedimientos en cuanto a permisos ambientales y estudios de impactos ambientales referentes a la realización de proyecto de Geotermia.</p>
<p>(+) Ley General de Electricidad: Regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía.</p>	<p>Muestra el funcionamiento del sistema eléctrico nacional significa una guía que brinda los lineamientos a seguir para la entrada de los proyectos de generación de energías renovables.</p>
Tendencia Económico	En el proyecto
<p>(-) Fluctuación en el Precio del petróleo: Los precios cambiantes en el precio internacional del petróleo hacen que algunos costos se eleven debido a que este es un combustible muy utilizado.</p>	<p>Afectaría costos de ejecución del proyecto ya sea en aumento o disminución según sea el caso.</p>
<p>(-) Tecnologías de alto costo:</p>	<p>El proyecto tendría una alta inversión en materia de tecnología.</p>

Tecnologías existentes sobre geotermia en otros países son de alto costo para ser introducidas en el país.	
(-) Pandemia COVID-19: La Pandemia COVID-19 hasta el momento ha paralizado las economías mundiales ha dejado más deuda en los países, más pobreza y recesión económica en algunos países y empresas, El Salvador no es la excepción.	Los efectos de la pandemia en todos los sectores a nivel mundial y nacional sobre todo en los productivos ha sido evidente, el país no ha sido la excepción.
(-) Reducción de la demanda energética Nacional: como consecuencia a la reducción de la productividad en el país, debido a la pandemia, el consumo energético ha disminuido.	Podría verse como no atractiva la inversión en proyectos de aumento de capacidad y diversificación energética.
(-) Fuga de Inversionistas: Debido a las condiciones actuales generadas por el impacto de la pandemia los inversionistas no quieren invertir debido al alto riesgo.	La fuga de inversores, restaría posibilidades de la implementación de estos proyectos.
(-) Devaluación del Dólar: La salida de dólares ha empujado una gigantesca devaluación de las monedas en lo que va de año, con espectaculares caídas del real brasileño, el peso mexicano y el peso colombiano. Y como la mayor parte de la deuda pública de los países de Latinoamérica está en dólares, el efecto es muy negativo.	Los inversores no quieren asumir altos riesgos.
Tendencia Social	En el proyecto
La Población No tiene un estilo de vida verde: No hay cultura de ahorro energético, aunque muchos conocen los productos verdes no los adquieren.	Los usuarios no se interesan por la utilización ni aprovechamiento de energías limpias
Interés por pagar un menor precio: Las personas se interesan por el precio y no ven los beneficios a largo plazo de los productos verdes.	Las personas prefieren pagar menos y no toman en cuenta el gasto de energía o la contaminación
Campañas de ahorro, información y producción de tecnologías limpias: El gobierno y la empresa privada realiza campañas para dar a conocer e informar sobre estos productos.	Estas campañas ayudarían a la difusión del proyecto
Crecimiento del sector residencial	Cada vez hay más personas y más casas lo que provoca aumentos en la cantidad de energía consumida.
Aumento en el consumo de energía en los hogares	
Altos índices de delincuencia en el País.	Esto impediría la realización de los proyectos.
Tendencia Tecnológica	En el proyecto
(+) Aumento de mano de obra calificada: en El Salvador, la formación de profesionales en la rama de las energías renovables a en auge, recientemente en el año 2019 la Universidad José Simeón Cañas, apertura la carrera de Ingeniería en Energías, en la Universidad	Esto permitiría contratar mano de obra nacional en la ejecución del proyecto.

de El Salvador se proyecta apertura a la carrera de Ingeniería de Potencia e Ingeniería de telecomunicaciones	
(+) Implantación de la nueva planta geotermia en el país: Esta planta vendrá a diversificar la matriz energética existente en el País.	Demuestra que en el país pueden ejecutarse proyectos innovadores en el tema de energías renovables.
(-) Tecnología en el país es obsoleta: existen nuevas tecnologías en el mundo para la obtención de energía a través de fuentes primarias como es la velocidad promedio del viento.	El no contar con tecnología de punta hace más difícil la ejecución de este tipo de proyectos por lo que se deben importar y en algunos casos no son eficientes.
(+) Importación de tecnología de generación de energía por geotermia	

4.2. EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON ENERGÍA GEOTÉRMICA.

Paso 1: El problema focal

El espacio es un área privada que impiden la construcción del proyecto; que será nuestro VDP.

Paso 2: La descripción del problema focal

La única forma de generar ingresos para la familia es mediante el cultivo en esas tierras.

Por lo tanto, el VDP será:

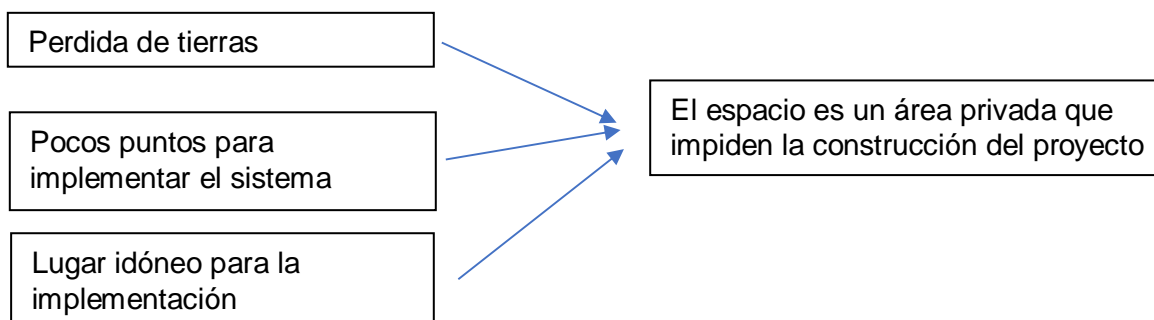
D1: Cultivos perdidos

D2: Perdida de vivienda

D3: D1 y D2

Entonces: $VDP = D1 + D2 + D3$

Paso 3: Graficación de las relaciones Causales. Variables e hipótesis explicativas.



Paso 4: El desarrollo del modelo explicativo. El “mapeo” de cadenas causales.

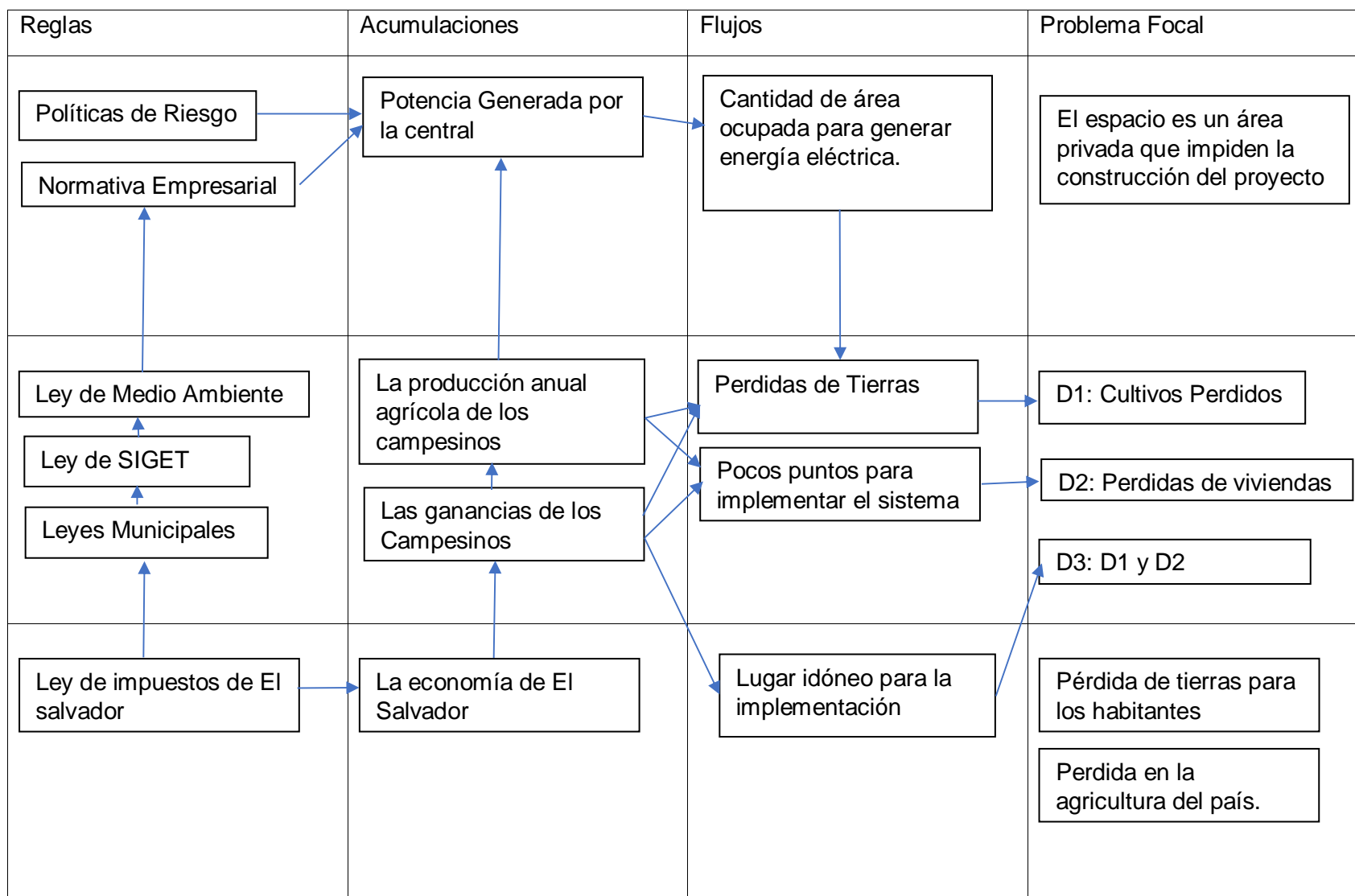


Tabla. 117: Mapeo de cadenas causales de energía geotérmica

Paso 5: La organización de la exploración.

Variable	Indicadores	Fuentes	Instrumentos	Responsables Plazos
Cantidad de área ocupada para generar energía eléctrica.	Potencia Generada por la Central	La propia empresa	Análisis de factibilidad	Carlos Cárcamo 31/12/2020
Perdidas de Tierras	Total, de tierras compradas	Actores	Estadística	Mirna Barahona 31/12/2020
Pocos puntos para implementar el sistema	Datos estadísticos de irradiancia	MARN	Muestreos	Mirna Barahona 31/12/2020
Lugar idóneo para la implementación	Estudios del territorio	MARN	Gráfica	Francisco Amaya 31/12/2020

Tabla. 118: Organización de la exploración

Paso 6: Análisis del espacio de Gobernabilidad: El control de Variables.

Reglas	Acumulaciones	Flujos	Problema Focal
<p data-bbox="34 436 326 499">Políticas de Riesgo</p> <p data-bbox="34 527 371 583">Normativa Empresarial</p>	<p data-bbox="423 436 777 520">Potencia Generada por la central</p>	<p data-bbox="813 436 1167 583">Cantidad de área ocupada para generar energía eléctrica.</p>	<p data-bbox="1203 457 1581 569">El espacio es un área privada que impiden la construcción del proyecto</p>
<p data-bbox="34 737 391 793">Ley de Medio Ambiente</p> <p data-bbox="34 821 318 877">Ley de SIGET</p> <p data-bbox="34 905 339 961">Leyes Municipales</p>	<p data-bbox="423 730 777 842">La producción anual agrícola de los campesinos</p> <p data-bbox="423 884 777 968">Las ganancias de los Campesinos</p>	<p data-bbox="813 730 1154 814">Perdidas de Tierras</p> <p data-bbox="813 842 1154 926">Pocos puntos para implementar el sistema</p>	<p data-bbox="1203 737 1528 800">D1: Cultivos Perdidos</p> <p data-bbox="1203 842 1588 905">D2: Perdidas de viviendas</p> <p data-bbox="1203 947 1536 1010">D3: D1 y D2</p>
<p data-bbox="34 1094 378 1178">Ley de impuestos de El salvador</p>	<p data-bbox="423 1094 769 1178">La economía de El Salvador</p>	<p data-bbox="813 1094 1170 1178">Lugar idóneo para la implementación</p>	<p data-bbox="1203 1094 1544 1178">Pérdida de tierras para los habitantes</p> <p data-bbox="1203 1199 1544 1283">Perdida en la agricultura del país.</p>

Tabla. 119: Control de variables

Paso 7: Definición de los frentes de Ataque.

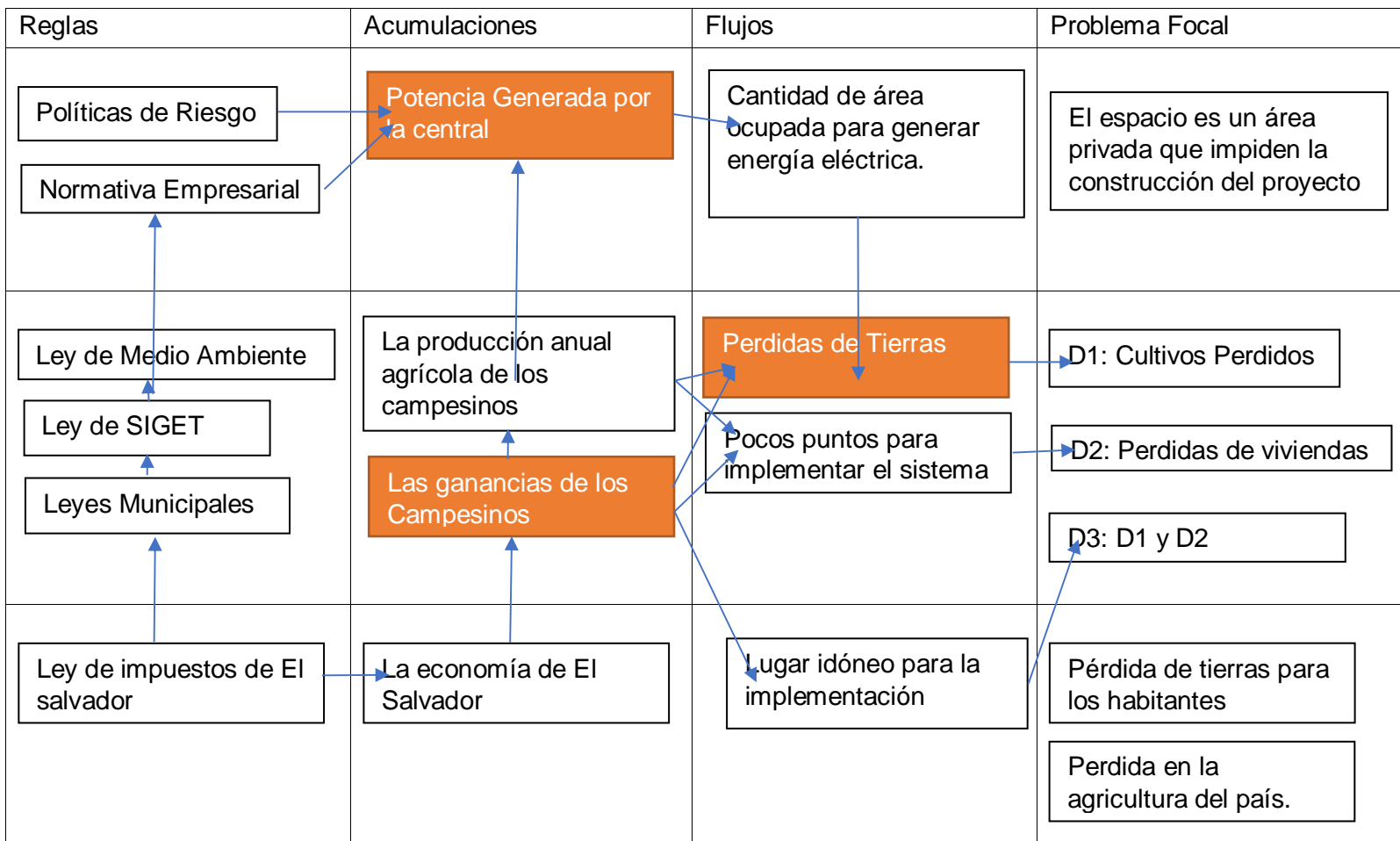


Tabla. 120: Frentes de ataque

Fronte de Ataque	Actor	Recurso
Potencia Generada por la central	La empresa	Reevaluar la necesidad área para la producción
La producción anual agrícola de los campesinos	Campesinos de la zona	Llegar a acuerdo legal
Perdidas de tierras	Campesinos de la zona	Llegar a acuerdo legal

Tabla. 121: Frente de ataque, actor - recursos

Paso 8: La formulación de las apuestas estratégicas.

R1. Estudiar las áreas máximas y mínimas para la implementación del proyecto.

R2. Motivar a firmar un acuerdo de Ganar-Ganar, donde el campesino tiene una entrada de dinero suficiente para poderme movilizar de la zona.

Paso 9: Aproximación a la situación objetivo.

Objetivo General: Orientar a los campesinos de la zona a permitir la implementación del proyecto.

Vector Descripción de resultados:

VDR 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los campesinos

VDR 2= Lograr un punto de equilibrio entre el terreno vendido y su precio.

Apuestas estratégicas.

- Mejorar las relaciones con la alcaldía municipal
- Generar buenas opciones para la reubicación.

Vector descripción de resultados del frente de ataque.

VDRFA 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los campesinos de la potencia generada por la central

VDRFA 2=Lograr un punto de equilibrio entre el terreno vendido y su precio para minimizar el sentimiento de pérdida de tierras

4.3. OPCIONES REALES ENERGÍA GEOTERMICA

Actualmente, LaGeo es la única empresa dedicada a la explotación de la energía geotérmica en El Salvador.

Tasa de descuento del proyecto

La tasa de descuento a aplicar en el proyecto, será del 11.8% (nominal y después de impuestos).

Horizonte temporal

El horizonte temporal de la inversión será de 25 años (2020-2045), que corresponde con la vida útil promedio de los generadores. Pasados los 25 años, los generadores pierden mucha capacidad de producción disminuyendo el rendimiento de estos. Al final del horizonte temporal, se pueden valorar dos escenarios: considerar que la inversión ha finalizado e iniciar la venta del negocio por un cierto valor residual, o bien, proceder a la renovación de los mismos, invirtiendo en paneles fotovoltaicos nuevos. Más adelante, en la opción de abandono, se tendrá en cuenta un valor residual para la planta que se calculará considerando una depreciación anual del 4%. Dicho valor dependerá del año en que se considere el abandono del proyecto.

Ingresos

Los ingresos dependerán de dos aspectos fundamentalmente: cuanta energía son capaces de generar y a qué precio se vende dicha energía al mercado.

Por tanto, para el cálculo de los ingresos, multiplicamos para cada año la energía real que se genera anualmente (204MW) según LaGeo, la cual se supone constante para todos los años, por el precio al que se es capaz de vender dicha energía generada, es decir, el precio de venta de la electricidad.

El diagrama muestra un volcán con una fumarola saliendo de él. Debajo del volcán, se encuentra una tabla que resume la energía geotérmica generada en dos ubicaciones: Ahuachapán y Berlín. La tabla tiene tres columnas: Ubicación, MW y %. Los datos son: Ahuachapán (95.0 MW, 5.7%), Berlín (109.4 MW, 6.6%) y un total de 204.4 MW (12.3%).

	MW	%
AHUACHAPÁN	95.0	5.7%
BERLÍN	109.4	6.6%
Total	204.4	12.3%

Ilustración 69: Energía geotérmica Generada

Año	2020	2021	2022	2023	2024-2040
Producción energía	204000	204000	204000	204000	204000
Precio	192.84	191.54	191.87	192	192
Ingresos (\$)	39339360	39074160	39141480	39168000	39168000

Tabla. 122: Ingresos por venta de electricidad generada anualmente.

A partir del 2024 en adelante, los ingresos se supondrán constantes por incapacidad de encontrar una estimación fiable de estos. La suma de todos los ingresos a lo largo de los 25 años de horizonte temporal del proyecto asciende a \$744243000, siendo el valor actual de estos, con tasa de descuento del 11.8%, de $V_{\text{Ingreso}} = \$45867684$. Este cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$V_{\text{ingresos}} = \frac{39339360}{1+0.118} + \frac{39074160}{(1+0.118)^2} + \dots + \frac{39168000}{(1+0.118)^{20}}$$

Finalmente, cuando se aplique el método binomial en el apartado de opciones reales, se tendrá en cuenta la variabilidad de los ingresos para los diferentes años de la inversión.

Tasa libre de riesgo (Rf)

Para un proyecto de inversión en energías renovables donde se van a aplicar opciones reales, la tasa libre de riesgo equivale a la de los bonos del tesoro con un vencimiento de 10 años. Es por ello, que la empleada para este proyecto se corresponde a 10 años, el cual actualmente (año 2020) es de 4.48% (0.0448).

Inversión inicial del parque Geotérmico

Para obtener una aproximación de la inversión inicial en la planta se obtendrán los costos aproximados.

Año	Costo (\$/Kw)
2020	5345.47
2021	6233.34
2022	7143.65
2023	973.22
2024	1096.98

Tabla. 123: Costos de inversión inicial

Inversión (año)	(\$)
I0(2020)	35002227
I0(2021)	34789204.25
I0(2022)	34618778.05
I0(2023)	34294962
I0(2024)	34150105.1

Tabla. 124: Inversión inicial parque Geotérmico

Cash Flow

Se trata de los cash flow totales que se obtendrían si se acomete la inversión en cada uno de esos 5 años, es decir, si se calcula para el año 2021 se tendrán en cuenta 24 años de inversión, si es para el 2022 serían 23 años de inversión y así sucesivamente. Se obtienen restando el valor

actual de los Ingresos – Gastos para cada año en concreto, teniendo en cuenta el periodo de tiempo al que corresponden. Para este cálculo no se está teniendo en cuenta la variabilidad de los ingresos.

Ingresos (año)	(\$)
2020	45867684
2021	45864087.7
2022	45862036.5
2023	45861330.1
2024	45815898.8

Tabla. 125: Ingresos

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	13433096.4
OM (2021)	13412886.2
OM (2022)	13394291.6
OM (2023)	13377438.7
OM (2024)	13362007.1

Tabla. 126: Costos de O&M

Cash flow (año)	(\$)
$S_0(2020)$	32434587.58
$S_0(2021)$	32451201.5
$S_1(2022)$	32467744.9
$S_2(2023)$	32483891.5
$S_3(2024)$	32453891.7

Tabla. 127: Cash flow primeros 5 años de la inversión

4.3.1. Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional

Valor de los ingresos: $V \text{ Ingresos} = \$45867684$

Valor de los costos de operación & mantenimiento: $V \text{ O\&M} = \$13433096.42$

Valor de los flujos de caja (cash flow). Corresponde con la resta entre los ingresos y los costos de O&M: Valor de Cash flow = $\$32434587.58$

VAN TRADICIONAL

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

(I₀): Inversión inicial previa

(F_t): Flujos netos de efectivo representan la diferencia entre los ingresos y gastos que podrán obtenerse por la ejecución de un proyecto de inversión durante su vida útil.

(k): Tasa de descuento también conocida como costo o tasa de oportunidad. es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. Refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente.

(n). Número de periodos que dure el proyecto

$$VAN_{\text{proyecto}} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN_{\text{proyecto}} = -35002227 + 32434587.58 = -\$2567639.12$$

Como podemos observar nos da una VAN negativa haciendo no rentable la inversión, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo, ahora haremos unos de las opciones reales para su valoración.

4.3.2. Cálculos Opciones Reales

Para el cálculo del valor de las opciones se empleará el método binomial construyendo árboles binomiales y para ello, se empleará la herramienta *Microsoft Excel*. Así pues, se procede a realizar una recopilación de los datos necesarios para los cálculos:

La notación a emplear para el cálculo de las opciones reales es la siguiente:

Notación a usar en las opciones reales		valor
S	Valor activo subyacente	\$45867684
σ	Volatilidad	0.24
Rf	Tipo de interés sin riesgo	0.0448
u	Coefficiente de ascenso	1.271
d	Coefficiente de descenso	0.787
p	Probabilidad de ascenso	0.532

q	Probabilidad de descenso	0.468
C	Valor del proyecto	*

Tabla. 128: Notación parámetros Opciones Reales

Siguiendo en la valoración de opciones por el método binomial.

Opción de diferir – aprender

En la opción de diferir se plantea la opción de prorrogar la inversión en 1, 2, 3 y hasta 4 años. En primer lugar, el VAN del proyecto calculado con anterioridad, toma un valor de -\$2567639.12 por lo que antes del cálculo de la opción de diferir no sería rentable entrar en el proyecto de inversión con la valoración que aporta el método tradicional del valor actual neto, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo. Vamos a analizar la evolución de los ingresos esperados del proyecto a lo largo de los 4 posibles años de diferir el proyecto. El coeficiente anual de ascenso es $u = 1.271$ mientras que el de descenso es $d = 0.787$. El árbol de decisión binomial queda de la siguiente forma:

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	119698584
						S3	94176698.9		
				S2	74096537.3			S4	74117062
		S1	58297826.4			S3	58313974.9		
S0	45867684			S2	45880389.3			S4	45893098.2
		S1	36097867.3			S3	36107866.4		
				S2	28409021.6			S4	28416890.9
						S3	22357900		
								S4	17595667.3

Tabla. 129: Árbol Evolución Ingresos.

Así pues, la inversión inicial del proyecto total para el año 2020 es calculado de la siguiente manera (costos generales + costo del terreno, la inversión inicial asciende a: \$35002227 IO(2020) (Inversión inicial).

Costo total (año	(\$)
CT (2020)	48435323.4
CT (2021)	48202090.5
CT (2022)	48013069.7
CT (2023)	47672400.7
CT (2024)	47512112.2

Tabla. 130: Costos totales

Estos valores se los restamos al de los ingresos de la opción real (valor actual del proyecto) en cada año ($S_i - CT(i)$) quedando el siguiente árbol de decisión binomial

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	119698584
								S4-CT	72186472.1
							S3	94176698.9	
							S3-CT	46504298.3	
				S2	74096537.3			S4	74117062
				S2-CT	26083467.6			S4-CT	26604949.8
		S1	58297826.4			S3	58313974.9		
		S1-CT	10095735.9			S3-CT	10641574.2		
S0	45867684			S2	45880389.3			S4	45893098.2
S0-CT	-2567639.42			S2-CT	-2132680.33			S4-CT	-1619014.02
		S1	36097867.3			S3	36107866.4		
		S1-CT	-12104223.2			S3-CT	-11564534.2		
				S2	28409021.6			S4	28416890.9
				S2-CT	-19604048.1			S4-CT	-19095221.4
CT(2020)	48435323.4					S3	22357900		
CT(2021)	48202090.5					S3-CT	-25314500.7		
CT(2022)	48013069.7							S4	17595667.3
CT(2023)	47672400.7							S4-CT	-29916445
CT(2024)	47512112.2								

Ahora se procede a calcular el valor de la opción (Cij) para los 4 años, lo cual se obtiene:

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	119698584
								S4-CT	72186472
								C41	72186472
						S3	94176698.9		
						S3-CT	46504298.3		
						C31	48673736.3		
				S2	74096537			S4	74117062
				S2-CT	26083468			S4-CT	26604950
				C21	30527367			C42	26604950
		S1	58297826.4			S3	58313974.9		
		S1-CT	10095735.9			S3-CT	10641574.2		
		C11	16586998.1			C32	12821721.6		
S0	45867684			S2	45880389			S4	45893098
S0-CT	-2567639.42			S2-CT	-2132680.3			S4-CT	-1619014
C0	5940583.99			C22	2328068.8			C43	-1619014
		S1	36097867.3			S3	36107866.4		
		S1-CT	-12104223			S3-CT	-11564534		
		C12	-5593078.7			C33	-9377755.6		
				S2	28409022			S4	28416891
				S2-CT	-19604048			S4-CT	-19095221
				C23	-15132866			C44	-19095221
						S3	22357900		
						S3-CT	-25314501		
						C34	-23123616		
								S4	17595667
								S4-CT	-29916445
								C45	-29916445

Una vez realizado el árbol de decisión hay que estudiar cuándo es más conveniente realizar la inversión, si en el primer año o en los próximos. Como se puede apreciar en la *Tabla* lo más conveniente es diferir el proyecto por 4 años. Esto es así porque al comparar el valor de la opción

C_{ij} en cada año con la resta de los flujos de caja y la inversión en dicho periodo ($S_i - I_0(i)$), es decir, con la opción de ejecutar la inversión en ese mismo año, se comprueba que $C_{ij} > (S_i - I_0(i))$ por lo que es preferible siempre el valor de la opción calculada a 4 años. Este resultado era de esperar de antemano puesto que los costos, a medida que pasan los años se van reduciendo.

Por tanto, el valor actual de la opción C0 es igual a \$5940583.99. El VAN del proyecto calculado por el método tradicional era de -\$2567639.12. El valor actual de la opción de diferir es la diferencia entre el VA de la opción C0 y el VAN del proyecto:

$VAN_{\text{opción diferir}} = C_0 - VAN_{\text{proyecto}} = \$5940583.99 - (-\$2567639.12) = \8508223.11 . Es decir, éste es el valor que podría incrementar la valoración del proyecto si se esperase hasta el vencimiento de la opción. Es el valor de diferir la opción de iniciar el proyecto de inversión ahora o dentro de 4 años. En dicho periodo se dejarían de ingresar los 4 flujos de caja correspondientes.

Opción de Diferir - Aprender			
VAN tradicional	-\$2567639.12	Tasa de descuento	11.8%
Valor ingreso	\$45867684	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Diferir	Flexibilidad
Opción de Diferir		5940583.99	8508223.11

Tabla. 131: Tabla resumen de la opción de diferir

Opción de Inversión - Crecimiento (ampliar)

El costo de ampliar la inversión una vez pasado los 4 años del inicio del proyecto (2020), corresponde a la colocación de nuevos generadores. Este se calcula multiplicando el costo de colocar esos nuevos generadores por los kilovatios extras de potencia nominal que aportan. El costo de implementar los generadores en el año 2021 sería de 1096.98 (\$/Kw) multiplicados por los 75MW (75000Kw) de potencia extra originarían un costo total de la 82273500\$. Por último, se le resta la subvención de \$513755, quedando 81759745\$. Una vez tenemos los parámetros necesarios para el cálculo de la opción pasamos a construir el árbol binomial.

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	13433096.42
OM (2021)	13412886.22
OM (2022)	13394291.63
OM (2023)	13377438.65
OM (2024)	13362007.14

Tabla. 132: Costos de O&M

Se restan los costos de O&M, a todos los años quedando el siguiente árbol de decisión

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 106336577.2
			S3 80799260.3	
		S2 60702245.7		S4 60755054.91
	S1 44884940.1		S3 44936536.2	
S0 32434587.6		S2 32486097.7		S4 32531091.08
	S1 22684981.1		S3 22730427.8	
		S2 15014729.9		S4 15054883.73
			S3 8980461.33	
				S4 4233660.142

Tabla. 133: Árbol de decisión una vez restados los costos de O&M

Una vez realizado este primer paso, donde se han obtenido los flujos de caja, se procede al cálculo del VAN al final del cuarto año aplicando la opción de ampliar el proyecto. El cálculo se realiza tomando los flujos de caja obtenidos en el cuarto año y multiplicándolos por el incremento de la ampliación, en este caso por dos, puesto que la ampliación proporciona unos flujos de cajas a partir del cuarto año con un incremento del doble de la producción. Finalmente, se le resta el costo de la ampliación en el 2024. A continuación, se realiza dicho cálculo para los cinco flujos de caja obtenidos en el cuarto año en la *Tabla*.

- $VAN1 = -81759745 + (2 \cdot 106336577) = \130913409
- $VAN2 = -81759545 + (2 \cdot 60755054.9) = \39750364.8
- $VAN3 = -81759545 + (2 \cdot 32531091.1) = -\16697562.8
- $VAN4 = -81759545 + (2 \cdot 15054883.7) = -\51649977.6
- $VAN5 = -81759545 + (2 \cdot 4233660.14) = -\$73292424,72$

Comparando estos resultados con la última columna del árbol sin la opción de ampliar se observa que sería rentable ejecutar la ampliación solo en los 2 primeros casos, donde el VAN (positivo) supera a la opción de no ampliar, en los otros tres escenarios no se acometería esta inversión extra. Ahora se procede al cálculo del valor de la opción.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 106336577.2
				C41 130913409
			S3 80799260.3	
			C31 84465069.2	
		S2 60702245.7		S4 60755054.91
		C21 48724716.3		C42 39750364.8
	S1 44884940.1		S3 44936536.2	
	C11 21372677		C32 12761040.1	
S0 32434587.6		S2 32486097.7		S4 32531091.08
C0 585877.745		C22 -7673880.74		C43 -16697562.8
	S1 22684981.1		S3 22730427.8	
	C12 -22987476.6		C33 -31637914.4	
		S2 15014729.9		S4 15054883.73
		C23 -42595750.1		C44 -51649977.6
			S3 8980461.33	
			C34 -59129635.2	
				S4 4233660.142
				C45 -73292424.72

Tabla. 134: Árbol Calculo del valor de la opción

Así pues, el VAN considerando la opción de ampliación $VAN_{opción} = 245low245ar = C0 - VAN_{proyecto} = \$585877.745 - (-\$2567639.12) = \315316.865 .

Opción de Inversión – Crecimiento			
VAN tradicional	-\$2567639.12	Tasa de descuento	11.8%
Valor ingreso	\$45867684	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Ampliar	Flexibilidad
Opción de Inversión – Crecimiento	585877.745	315316.865.	

Tabla. 135: Tabla resumen de la opción de crecimiento

Opción de Desinvertir – Reducir (abandono)

La opción de abandono otorga la posibilidad de renunciar al proyecto en cualquier momento de la inversión. Vamos a suponer la capacidad de abandonar el proyecto hasta el 4 año del inicio de la inversión. Dada la complejidad de abandonar un proyecto de tal envergadura, se considera la posible absorción de la planta por una empresa capaz de hacerse con el proyecto y su posible explotación. La opción de abandonar el proyecto consiste en obtener una cantidad residual por el proyecto mayor a los flujos de cajas capaces de obtenerse en dicho periodo. El valor residual del proyecto sería el precio de compra de la planta por la empresa absorbente. Al ser el horizonte temporal de la inversión de 25 años y suponiendo una depreciación lineal del 4% anual, el precio dispuesto a pagar una empresa absorbente será la inversión inicial del proyecto que es 35002227\$, devaluada un 4% cada año que transcurre. Así pues, el proyecto se podrá vender por los siguientes valores residuales:

Año	Valor residual (\$)
2021	42421635.8
2022	32274026.6
2023	29083163.2
2024	23184100.61

Tabla. 136: Valor residual

En primer lugar, se obtendrían los ingresos multiplicados por sus correspondientes coeficientes de ascenso y descenso, siendo estos idénticos a los utilizados en las opciones de diferir y ampliar el proyecto.

Una vez tenemos los ingresos se le restan los costos de operación y mantenimiento para obtener los flujos de caja y se comparan los valores residuales con los cash 246low que se obtienen. Los costos son los siguientes:

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 106336577.2
			S3 80799260.3	
		S2 60702245.7		S4 60755054.91
	S1 44884940.1		S3 44936536.2	
S0 32434587.6		S2 32486097.7		S4 32531091.08
	S1 22684981.1		S3 22730427.8	
		S2 15014729.9		S4 15054883.73
			S3 8980461.33	
				S4 4233660.142
Valor Residual	42421635.8	32274026.6	29083163.2	23184100.61

Comenzando, por ejemplo, por el cuarto año comparamos los 23184100.61\$ por los que se podría vender el proyecto, con los flujos de caja que se obtendrían en el cuarto año. Como es observable, únicamente dos de los 5 casos posibles sería beneficiosa la opción de abandono, es decir, sólo cuando el valor residual que se puede obtener supere al valor del activo subyacente (S), se liquidará el proyecto. Así pues, comparando los valores residuales para cada año, el árbol de decisión quedaría tal y como se muestra a continuación.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 106336577.2
		S2 60702245.7	S3 80799260.3	S4 60755054.91
	S1 44884940.1		S3 44936536.2	S4 32531091.08
So 32434587.6		S2 32486097.7		

Por lo que el árbol de decisión no se considera ya entero con todas las ramificaciones, puesto que en algunos escenarios será más rentable el abandono del proyecto. En esos casos, se opta por dejar en blanco esas opciones, quedando el árbol binomial tal como es mostrado. A partir de este, se procede al cálculo del valor de la opción de abandono.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 106336577.2
			S3 80799260.3	C41 106336577.2
		S2 60702245.7	C31 81359518.3	S4 60755054.91
	S1 44884940.1	C21 59936201	S3 44936536.2	C42 60755054.91
	C11 63125350.9		C32 41320681.8	S4 32531091.08
So 32434587.6		S2 32486097.7		C43 32531091.08
C0 51144728.4		C22 34067307.7		

Por lo que el valor del proyecto teniendo en consideración la opción de abandono asciende a 51144728.4\$. El valor de los flujos de caja sin considerar la opción de abandonar el proyecto era de 32434587.6\$. En ambos casos hay que restarle la inversión inicial en el 2020, que toma un valor de 35002227\$. Comparando los valores actuales netos del proyecto sin la opción de ampliar y con dicha opción se observa que:

Valor actual del proyecto, corresponde con el valor actual de los flujos de caja restando la inversión inicial: $VA_{\text{proyecto}} = -I_0(2020) + VA_{\text{Cash 247low}} = -2567639.12\$$

$VAN_{\text{proyecto con opción de abandono}} = -I_0(2020) + VA_{\text{Cash 247low con opción de abandono}} = -35002227\$ + 51144728 = \16142501

Por lo que restando ambos valores se obtiene que el valor que aporta la opción de abandono es de 18710140.12\$. Aportando también un valor muy positivo al proyecto de inversión.

Opción de Desinvertir – Reducir			
VAN tradicional	-\$2567639.12	Tasa de descuento	11.8%
Valor ingreso	\$45867684	Horizonte temporal	25 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Abandono	Flexibilidad
Opción de Desinvertir		51144728.4	18710140.12

Tabla. 137: Tabla resumen de la opción de desinvertir

5. ENERGIA BIOMASA

5.1. ANALISIS PEST ENERGIA BIOMASA

Tendencia Político	En el proyecto
<p>(+) Ley de incentivos fiscales: Tiene como objeto promover la realización de inversiones en proyectos del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de recursos hidráulicos, geotérmicos, eólico y solar.</p>	<p>Incentiva la inversión en proyectos específicamente de energías renovables.</p>
<p>(+) Ley de Inversiones: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto fomentar las inversiones en general y las inversiones extranjeras en particular, para contribuir al desarrollo económico y social del país, incrementando la productividad, la generación de empleo, la exportación de bienes y servicios y la diversificación de la producción.</p>	<p>Fomenta las inversiones de capital nacional o extranjero, eso abre espacio a este proyecto de energías renovables.</p>
<p>(+/-) Elecciones Legislativas y Municipales 2021 El cambio en el órgano de gobierno legislativo o incluso municipal podría provocar variaciones en algunas políticas.</p>	<p>Puede provocar cambios en las políticas de enfoque en sus prioridades.</p>
<p>(+) Ley de Medio Ambiente: Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.</p>	<p>En esta ley se establecen todos los procedimientos en cuanto a permisos ambientales y estudios de impactos ambientales referentes a la realización de proyectos.</p>
<p>(+) Ley General de Electricidad: Regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía.</p>	<p>Muestra el funcionamiento del sistema eléctrico nacional significa una guía que brinda los lineamientos a seguir para la</p>

	entrada de los proyectos de generación de energías renovables.
Tendencia Económico	En el proyecto
(-) Fluctuación en el Precio del petróleo: Los precios cambiantes en el precio internacional del petróleo hacen que algunos costos se eleven debido a que este es un combustible muy utilizado.	Afectaría costos de ejecución del proyecto ya sea en aumento o disminución según sea el caso.
(-) Tecnologías de alto costo: Tecnologías existentes en otros países son de alto costo para ser introducidas en el país.	El proyecto tendría una alta inversión en materia de tecnología.
(-) Pandemia COVID-19: La Pandemia COVID-19 hasta el momento ha paralizado las economías mundiales ha dejado más deuda en los países, más pobreza y recesión económica en algunos países y empresas, El Salvador no es la excepción.	Los efectos de la pandemia en todos los sectores a nivel mundial y nacional sobre todo en los productivos han sido evidentes, el país no ha sido a la excepción.
(-) Reducción de la demanda energética Nacional: como consecuencia a la reducción de la productividad en el país, debido a la pandemia, el consumo energético ha disminuido.	Podría verse como no atractiva la inversión en proyectos de aumento de capacidad y diversificación energética.
(-) Fuga de Inversionistas: Debido a las condiciones actuales generadas por el impacto de la pandemia los inversionistas no quieren invertir debido al alto riesgo.	La fuga de inversores, restaría posibilidades de la implementación de estos proyectos.
(-) Devaluación del Dólar: La salida de dólares ha empujado una gigantesca devaluación de las monedas en lo que va de año, con espectaculares caídas del real brasileño, el peso mexicano y el peso colombiano. Y como la mayor parte de la deuda pública de los países de Latinoamérica está en dólares, el efecto es muy negativo.	Los inversores no quieren asumir altos riesgos.
Tendencia Social	En el proyecto
La Población No tiene un estilo de vida verde: No hay cultura de ahorro energético, aunque muchos conocen los productos verdes no los adquieren.	Los usuarios no se interesan por la utilización ni aprovechamiento de energías limpias
Interés por pagar un menor precio: Las personas se interesan por el precio y no ven los beneficios a largo plazo de los productos verdes.	Las personas prefieren pagar menos y no toman en cuenta el gasto de energía o la contaminación
Campañas de ahorro, información y producción de tecnologías limpias: El gobierno y la empresa privada realiza campañas para dar a conocer e informar sobre estos productos.	Estas campañas ayudarían a la difusión del proyecto
Crecimiento del sector residencial	

Aumento en el consumo de energía en los hogares	Cada vez hay más personas y más casas lo que provoca aumentos en la cantidad de energía consumida.
Altos índices de delincuencia en el País.	Esto impediría la realización de los proyectos.
Tendencia Tecnológica	En el proyecto
(+) Aumento de mano de obra calificada: en El Salvador, la formación de profesionales en la rama de las energías renovables a en auge, recientemente en el año 2019 la Universidad Jose Simeón Cañas, apertura la carrera de Ingeniería en Energías, en la Universidad de El Salvador se proyecta apertura a la carrera de Ingeniería de Potencia e Ingeniería de telecomunicaciones	Esto permitiría contratar mano de obra nacional en la ejecución del proyecto.
(+) Implantación de la nueva planta de generación a través de biomasa en el país: Esta planta vendrá a diversificar la matriz energética existente en el País.	Demuestra que en el país pueden ejecutarse proyectos innovadores en el tema de energías renovables.
(-) Tecnología en el país es obsoleta: existen nuevas tecnologías en el mundo para la obtención de energía a través de fuentes primarias como es la velocidad promedio del viento.	El no contar con tecnología de punta hace más difícil la ejecución de este tipo de proyectos por lo que se deben importar y en algunos casos no son eficientes.
(+) Importación de tecnología	

5.2. EJEMPLO DE PROBLEMA APLICABLE PARA PES CON ENERGÍA BIOMASA.

Paso 1: El problema focal

Los agricultores quieren una parte de lo generado por el bagazo de caña; que será nuestro VDP.

Paso 2: La descripción del problema focal

La única forma de generar ingresos para la familia es mediante el cultivo en esas tierras.

Por lo tanto, el VDP será:

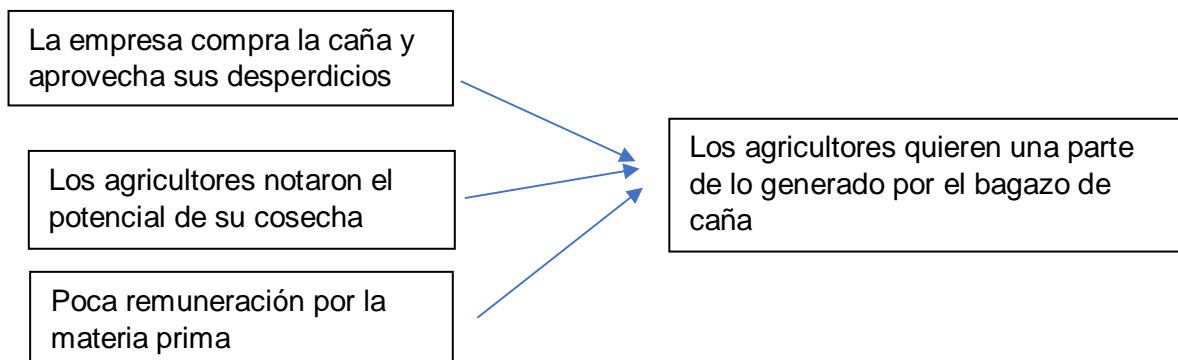
D1: Perdida de ingresos

D2: Mala asignación de recursos

D3: D1 y D2

Entonces: $VDP = D1 + D2 + D3$

Paso 3: Graficación de las relaciones Causales. Variables e hipótesis explicativas.



Paso 4: El desarrollo del modelo explicativo. El "mapeo" de cadenas causales.

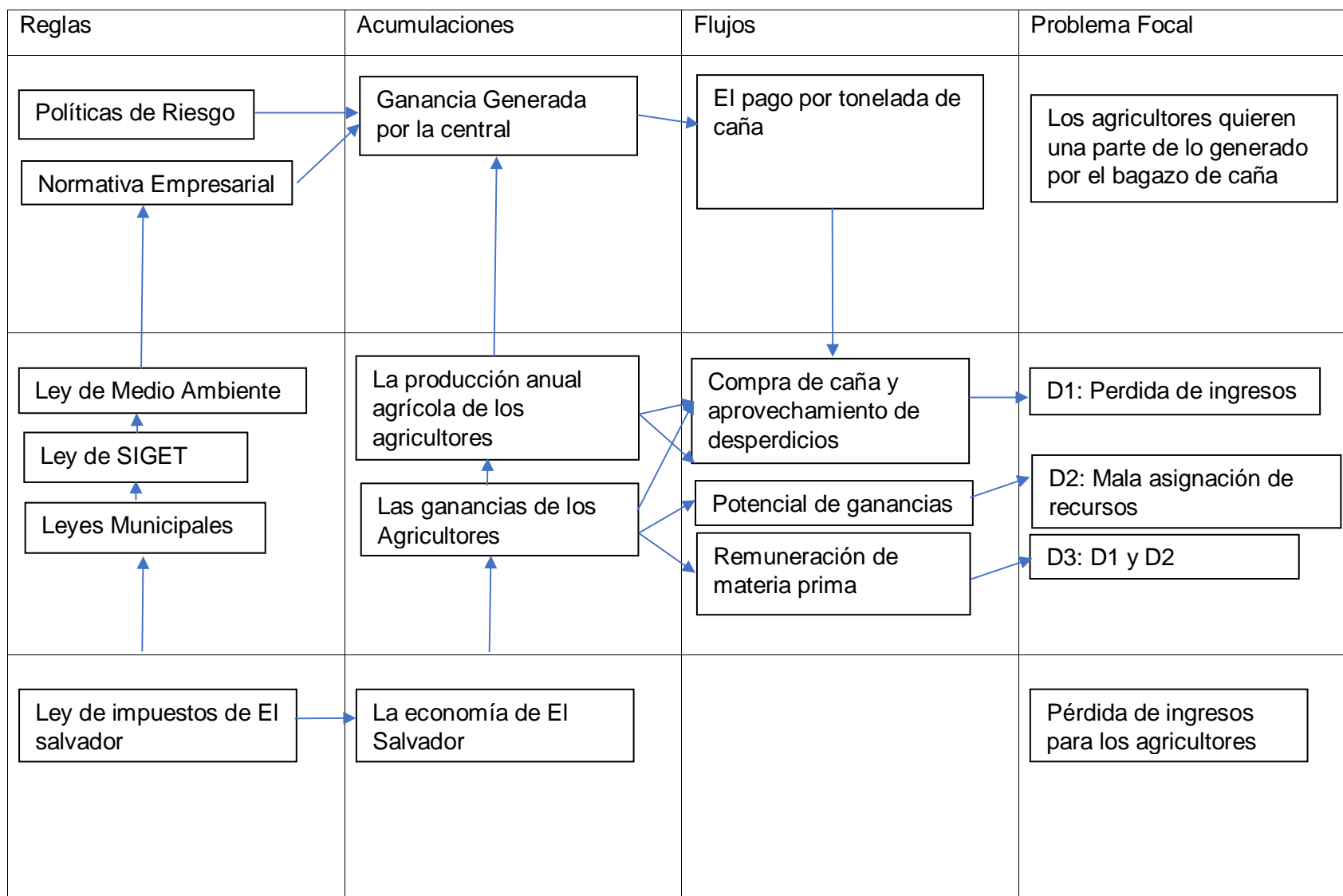


Tabla. 138: Mapeo de cadenas causales Energía Biomasa

Paso 5: La organización de la exploración.

Variable	Indicadores	Fuentes	Instrumentos	Responsables Plazos
Pago por tonelada de caña	Precio por de caña a nivel nacional	El mercado	Estudio de mercado	Carlos Cárcamo 31/12/2020
Compra de caña y aprovechamiento	Total, de caña comprada	Actores	Estadística	Mirna Barahona 31/12/2020
Potencial de ganancias	Datos estadísticos de precios de energía	La empresa	Muestreos	Mirna Barahona 31/12/2020
Remuneración de materia prima	Estudios del territorio	El mercado	Gráfica	Francisco Amaya 31/12/2020

Tabla. 139: Organización de la exploración.

Paso 6: Análisis del espacio de Gobernabilidad: El control de Variables.

Reglas	Acumulaciones	Flujos	Problema Focal
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Políticas de Riesgo</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Normativa Empresarial</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ganancia Generada por la central</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">El pago por tonelada de caña</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Los agricultores quieren una parte de lo generado por el bagazo de caña</div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Ley de Medio Ambiente</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Ley de SIGET</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Leyes Municipales</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">La producción anual agrícola de los agricultores</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Las ganancias de los Agricultores</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Compra de caña y aprovechamiento de desperdicios</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Potencial de ganancias</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Remuneración de materia prima</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">D1: Perdida de ingresos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">D2: Mala asignación de recursos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D3: D1 y D2</div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ley de impuestos de El salvador</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">La economía de El Salvador</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Pérdida de ingresos para los agricultores</div>

Tabla. 140: Control de variables

Paso 7: Definición de los frentes de Ataque.

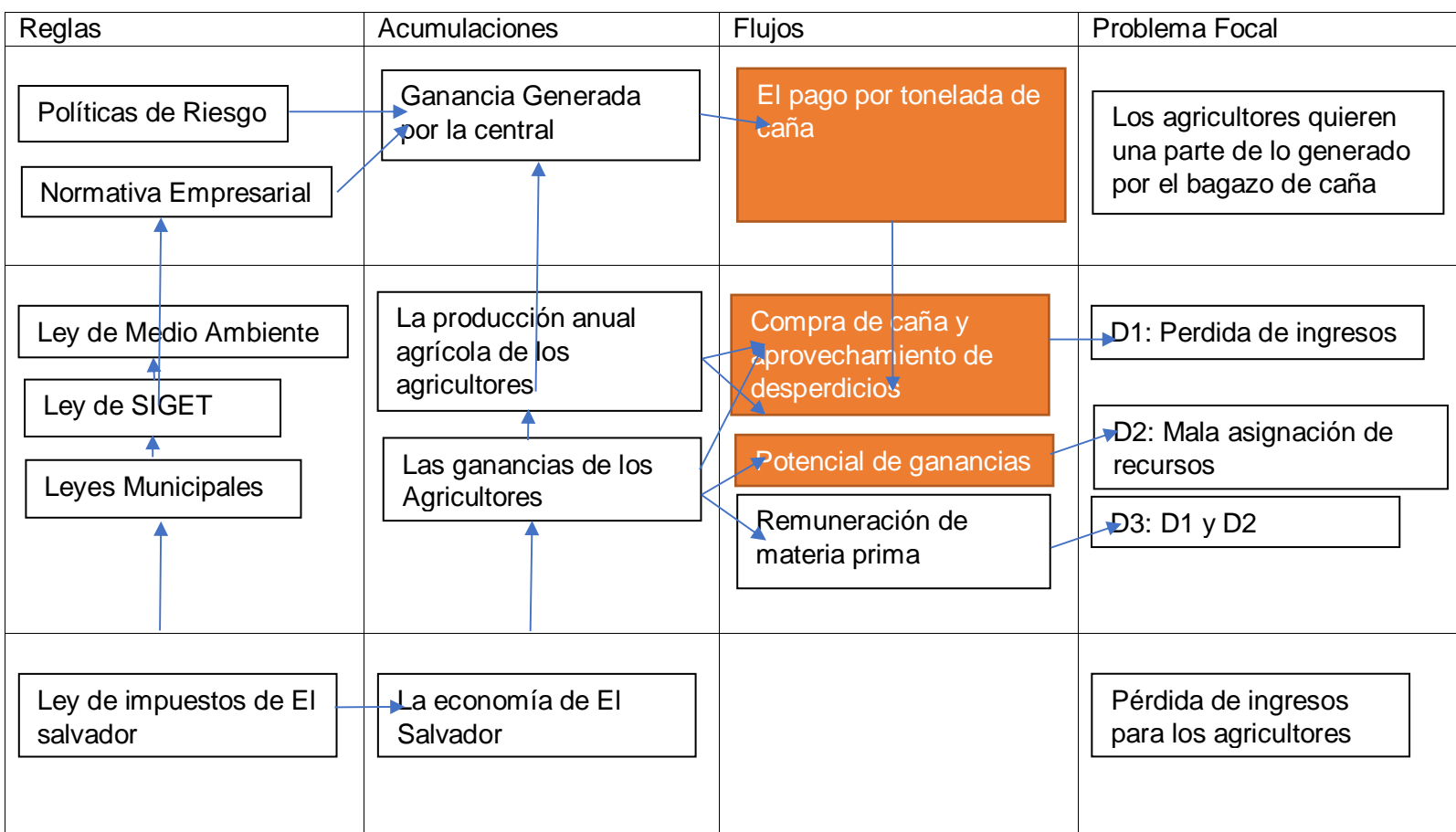


Tabla. 141: Frentes de ataque

Frente de Ataque	Actor	Recurso
Pago por tonelada de caña	La empresa	Reevaluar la necesidad área para el pago por tonelada
Compra de caña y aprovechamiento de desperdicios	Campesinos de la zona	Llegar a acuerdo legal
Potencial de ganancias	Campesinos de la zona	Llegar a acuerdo legal

Tabla. 142: Frente de ataque, actores – recursos

Paso 8: La formulación de las apuestas estratégicas.

R1. Estudiar los puntos de equilibrio máximos y mínimos para el desarrollo del proyecto.

R2. Motivar a firmar un acuerdo de Ganar-Ganar, donde el campesino tiene una entrada de dinero suficiente para generar mejores ingresos sin perjudicar los intereses empresariales.

Paso 9: Aproximación a la situación objetivo.

Objetivo General: Eliminar las quejas de los precios puestos por tonelada de caña de los agricultores

Vector Descripción de resultados:

VDR 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los agricultores

VDR 2= Lograr un punto de equilibrio entre el bagazo producido y su remuneración.

Apuestas estratégicas.

- Mejorar las relaciones con la alcaldía municipal
- Generar buenas opciones para el cultivo.

Vector descripción de resultados del frente de ataque.

VDRFA 1= Llegar a un acuerdo bilateral con los agricultores del pago por tonelada de caña

VDRFA 2= Lograr un punto de equilibrio entre el bagazo producido y su remuneración por el aprovechamiento de desperdicios.

Salidas

Una vez realizados los métodos y procedimientos para realizar el análisis cualitativo de todos los actores involucrando tanto al inversionista como a los actores de su entorno, se deben de obtener las siguientes salidas para poder darles respuesta al riesgo:

- 1- Plan de aproximación a los actores externos (Obtenida del análisis PES)
- 2- Diseño de incentivos para actores externos (Para poder motivar a los actores)
- 3- Clasificación relativa de riesgos (Obtenida del análisis cualitativo del inversionista)
- 4- Riesgos agrupados por su forma de respuesta (proactiva, evaluativa y reactiva)
- 5- Propuesta de respuestas a los riesgos a corto, mediano y largo plazo (Obtenidos de la clasificación y respuesta al riesgo)
- 6- Influencias del riesgo (detonantes)

5.3. OPCIONES REALES ENERGIA BIOMASA

En cuanto a los recursos de biomasa, se ha evaluado el potencial de la caña de azúcar, la cáscara de café y la cáscara de arroz. El potencial de la cáscara de café y la cáscara de arroz es demasiado pequeño como para generar electricidad en una planta de procesamiento. La caña de azúcar tiene mayor potencial y mayor capacidad para generar energía eléctrica a partir del bagazo, el cual puede crecer y evolucionar un poco más a través del enfoque orientado al mercado.

Tasa de descuento del proyecto

La tasa de descuento a aplicar en el proyecto, será del 8.4% (nominal y después de impuestos).

Horizonte temporal

El horizonte temporal de la inversión será de 20 años (2020-2040), que corresponde con la vida útil promedio de los generadores. Pasados los 20 años, los generadores pierden mucha capacidad de producción disminuyendo el rendimiento de estos. Al final del horizonte temporal, se pueden valorar dos escenarios: considerar que la inversión ha finalizado e iniciar la venta del negocio por un cierto valor residual, o bien, proceder a la renovación de los mismos, invirtiendo en paneles fotovoltaicos nuevos. Más adelante, en la opción de abandono, se tendrá en cuenta un valor residual para la planta que se calculará considerando una depreciación anual del 4%. Dicho valor dependerá del año en que se considere el abandono del proyecto.

Potencia nominal de la planta

La potencia instalada de planta de Biomasa será de 21MW (21000KW) inicialmente. Se ha elegido esta potencia basándose en plantas similares de empresas del sector de las energías renovables, como la pequeña de Cabañas. Sin embargo, teniendo en cuenta la opción de ampliar el proyecto, se estudiará la posibilidad de incrementar dicha potencia.

Ingresos

Los ingresos dependerán de dos aspectos fundamentalmente: cuanta energía son capaces de generar y a qué precio se vende dicha energía al mercado. Por tanto, para el cálculo de los ingresos, multiplicamos para cada año la energía real que se genera anualmente (24966MW) según CNE del plan maestro, la cual se supone constante para todos los años, por el precio al que se es capaz de vender dicha energía generada, es decir, el precio de venta de la electricidad.

Año	2020	2021	2022	2023	2024-2040
Producción energía	24966	24966	24966	24966	24966
Precio	192.84	191.54	191.87	192	192
Ingresos (\$)	4814443.44	4781987.64	4790226.42	4793472	4793472

Tabla. 143: Ingresos por venta de electricidad generada anualmente.

A partir del 2024 en adelante, los ingresos se supondrán constantes por incapacidad de encontrar una estimación fiable de estos. La suma de todos los ingresos a lo largo de los 20 años de horizonte temporal del proyecto asciende a \$91030280.2, siendo el valor actual de estos, con tasa de descuento del 8.4%, de $V_{\text{ingresos}} = \$28437356.6$. Este cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$V_{\text{ingresos}} = \frac{4814443.44}{1+0.084} + \frac{4781987.64}{(1+0.084)^2} + \dots + \frac{4793472}{(1+0.084)^{20}}$$

Finalmente, cuando se aplique el método binomial en el apartado de opciones reales, se tendrá en cuenta la variabilidad de los ingresos para los diferentes años de la inversión.

Tasa libre de riesgo (Rf)

Para un proyecto de inversión en energías renovables donde se van a aplicar opciones reales, la tasa libre de riesgo equivale a la de los bonos del tesoro con un vencimiento de 10 años. Es por ello, que la empleada para este proyecto se corresponde a 10 años, el cual actualmente (año 2020) es de 4.48% (0.0448).

Inversión inicial

Para obtener una aproximación de la inversión inicial en la planta se obtendrán los costos aproximados.

Año	Costo (\$/Kw)
2020	2345.47
2021	2233.34
2022	2143.65
2023	873.22
2024	996.98

Tabla. 144: Costos de inversión inicial

Inversión (año)	(\$)
I0(2020)	15002226.7
I0(2021)	14789203.95
I0(2022)	14618777.75
I0(2023)	14294961.7
I0(2024)	14150104.8

Tabla. 145: Inversión inicial parque Geotérmico

Cash Flow

Se trata de los cash flow totales que se obtendrían si se acomete la inversión en cada uno de esos 5 años, es decir, si se calcula para el año 2021 se tendrán en cuenta 24 años de inversión, si es para el 2022 serían 23 años de inversión y así sucesivamente. Se obtienen restando el valor actual de los Ingresos – Gastos para cada año en concreto, teniendo en cuenta el periodo de tiempo al que corresponden. Para este cálculo no se está teniendo en cuenta la variabilidad de los ingresos.

Ingresos (año)	(\$)
2020	28437356.6
2021	15433760.3
2022	15431709.1
2023	15431002.7
2024	15385571.4

Tabla. 146: Ingresos

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	13433096.42
OM (2021)	13412886.22
OM (2022)	13394291.63
OM (2023)	13377438.65
OM (2024)	13362007.14

Tabla. 147: Costos de O&M

Cash flow (año)	(\$)
$S_0(2020)$	2004260.18
$S_0(2021)$	2020874.07
$S_1(2022)$	2037417.48
$S_2(2023)$	2053564.08
$S_3(2024)$	2023564.26

Tabla. 148: Cash flow primeros 5 años de la inversión

5.3.1. Cálculos Valor Actual Neto (VAN) tradicional

Valor de los ingresos: $V \text{ Ingresos} = \$28437356.6$

Valor de los costos de operación & mantenimiento: $V \text{ O\&M} = \$13433096.42$

Valor de los flujos de caja (cash flow). Corresponde con la resta entre los ingresos y los costos de O&M: Valor de Cash flow = $\$15004260.18$

VAN TRADICIONAL

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

(I_0): Inversión inicial previa

(F_t): Flujos netos de efectivo representan la diferencia entre los ingresos y gastos que podrán obtenerse por la ejecución de un proyecto de inversión durante su vida útil.

(k): Tasa de descuento también conocida como costo o tasa de oportunidad. es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. Refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente.

(n). Número de periodos que dure el proyecto

$$VAN_{\text{proyecto}} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN_{\text{proyecto}} = -15002226.7 + 15004260.18 = -\$13504033.48$$

Como podemos observar nos da una VAN negativa haciendo no rentable la inversión, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo, ahora haremos unos de las opciones reales para su valoración.

5.3.2. Cálculos Opciones Reales

Para el cálculo del valor de las opciones se empleará el método binomial construyendo árboles binomiales y para ello, se empleará la herramienta *Microsoft Excel*. Así pues, se procede a realizar una recopilación de los datos necesarios para los cálculos:

La notación a emplear para el cálculo de las opciones reales es la siguiente:

Notación a usar en las opciones reales		valor
S	Valor activo subyacente	\$28437356.6
σ	Volatilidad	0.24
Rf	Tipo de interés sin riesgo	0.0448
u	Coefficiente de ascenso	1.271
d	Coefficiente de descenso	0.787
p	Probabilidad de ascenso	0.532
q	Probabilidad de descenso	0.468
C	Valor del proyecto	*

Tabla. 149: Notación parámetros Opciones Reales

Siguiendo en la valoración de opciones por el método binomial.

Opción de diferir - aprender

En la opción de diferir se plantea la opción de prorrogar la inversión en 1, 2, 3 y hasta 4 años. En primer lugar, el VAN del proyecto calculado con anterioridad, toma un valor de -\$13504033.48 por lo que antes del cálculo de la opción de diferir no sería rentable entrar en el proyecto de inversión con la valoración que aporta el método tradicional del valor actual neto, sin embargo, con este método no se está teniendo en cuenta la volatilidad del mismo. Vamos a analizar la evolución de los ingresos esperados del proyecto a lo largo de los 4 posibles años de diferir el proyecto. El coeficiente anual de ascenso es $u = 1.271$ mientras que el de descenso es $d = 0.787$. El árbol de decisión binomial queda de la siguiente forma

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 74211537
			S3 5838806	
		S2 45938871.8		S4 45951595.9
	S1 36143880.2		S3 36153892.1	
S0 28437356.6		S2 28445233.7		S4 28453113.1
	S1 22380199.6		S3 22386399	
		S2 17613217.1		S4 17618096
			S3 13861601.9	
				S4 1090980.7

Tabla. 150: Árbol Evolución Ingresos.

Sumando conjuntamente los dos tipos de costos, será lo que hay que restar a los ingresos. Al conjunto de estos dos costos se le denomina CT.

Costo total (año)	(\$)
CT (2020)	28435323.1
CT (2021)	28202090.2
CT (2022)	28013069.4
CT (2023)	27672400.4
CT (2024)	27512111.9

Tabla. 151: Costos totales

Estos valores se los restamos al de los ingresos de la opción real (valor actual del proyecto) en cada año ($S_i - CT(i)$) quedando el siguiente árbol de decisión binomial.

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	74211537
								S4-CT	46699425
						S3	58388306		
						S3-CT	30715905.7		
				S2	45938871.8			S4	45951596.9
				S2-CT	17925802.4			S4-CT	18439484.9
		S1	36143880.2			S3	36153892.1		
		S1-CT	7941790.07			S3-CT	8481491.74		
S0	28437356.6			S2	2844533.7			S4	28453113.1
S0-CT	2033.48			S2-CT	432164.368			S4-CT	941001.138
		S1	22380199.6			S3	22386399		
		S1-CT	-5821890.53			S3-CT	-5286001.39		
				S2	17613217.1			S4	17618096
				S2-CT	-10399852.3			S4-CT	-9894015.96
CT	28435323					S3	13861601.9		
(2020	28202090					S3-CT	-13810798.5		
CT(2021	28013069							S4	10909080.7
)	27672400							S4-CT	-16603031.3
CT(2022	27512112								
)									
CT(2023									
)									
CT(2024									
)									

Como podemos observar en el cuarto año, se obtienen valores positivos en 3 de los 5 escenarios del último año. Ahora se procede a calcular el valor de la opción (C_{ij}) para los 4 años, lo cual se obtiene

2020		2021		2022		2023		2024	
								S4	74211537
								S4-CT	46699425
								C41	46699425
						S3	58388306		
						S3-CT	30715905.7		
						C31	32038450.5		
				S2	45938872			S4	45951597
				S2-CT	17925802			S4-CT	1839485
				C21	20708128			C42	18439485
		S1	36143880.2			S3	36153892.1		
		S1-CT	7941790.07			S3-CT	8481491.74		
		C11	11988891.9			C32	9810676.21		
S0	28437356.6			S2	28445234			S4	28453113
S0-CT	2033.48			S2-CT	432164.37			S4-CT	941001.14
C0	5315140.05			C22	3224936.4			C43	941001.14
		S1	22380199.6			S3	22386399		
		S1-CT	-5821890.5			S3-CT	-5286001.4		
		C12	-1762461.9			C33	-3952705.7		
				S2	17613217			S4	17618096
				S2-CT	-10399852			S4-CT	-9894016
				C23	-7600611.9			C44	-9894016
						S3	13861601.9		
						S3-CT	-13810798		
						C34	-12474957		
								S4	10909081
								S4-CT	-16603031
								C45	-16603031

Una vez realizado el árbol de decisión hay que estudiar cuándo es más conveniente realizar la inversión, si en el primer año o en los próximos. Como se puede apreciar en la *Tabla* lo más conveniente es diferir el proyecto por 4 años. Esto es así porque al comparar el valor de la opción C_{ij} en cada año con la resta de los flujos de caja y la inversión en dicho periodo ($S_i - I_0(i)$), es decir, con la opción de ejecutar la inversión en ese mismo año, se comprueba que $C_{ij} > (S_i - I_0(i))$ por lo que es preferible siempre el valor de la opción calculada a 4 años. Este resultado era de esperar de antemano puesto que los costos, a medida que pasan los años se van reduciendo.

Por tanto, el valor actual de la opción C0 es igual a \$5315140.05. El VAN del proyecto calculado por el método tradicional era de -13504033.48\$. El valor actual de la opción de diferir es la diferencia entre el VA de la opción C0 y el VAN del proyecto:

$VAN_{\text{opción diferir}} = C0 - VAN_{\text{proyecto}} = \$5315140.05 - (-13504033.48) = \18819173.53 . Es decir, éste es el valor que podría incrementar la valoración del proyecto si se esperase hasta el vencimiento de la opción. Es el valor de diferir la opción de iniciar el proyecto de inversión ahora o dentro de 4 años. En dicho periodo se dejarían de ingresar los 4 flujos de caja correspondientes.

Opción de Diferir - Aprender			
VAN tradicional	-\$13504033.48	Tasa de descuento	8.4%
Valor ingreso	\$28437356.6	Horizonte temporal	20 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Diferir	Flexibilidad
Opción de Diferir		5315140.05	18819173.53.

Tabla. 152: Tabla resumen de la opción de diferir

Opción de Inversión - Crecimiento

El costo de ampliar la inversión una vez pasado los 4 años del inicio del proyecto (2020), corresponde a la colocación de nuevos generadores. Este se calcula multiplicando el costo de colocar esos nuevos generadores por los kilovatios extras de potencia nominal que aportan. El costo de implementar los generadores en el año 2021 sería de 996.98 (\$/Kw) multiplicados por los 21Mw(21000Kw) de potencia extra originarían un costo total de la 20936580\$. Por último, se le resta la subvención de \$513755, quedando 20422825\$

Una vez tenemos los parámetros necesarios para el cálculo de la opción pasamos a construir el árbol binomial.

Costos O&M (año)	(\$)
OM (2020)	13433096.42
OM (2021)	13412886.22
OM (2022)	13394291.63
OM (2023)	13377438.65
OM (2024)	13362007.14

Tabla. 153: Costos de O&M

Se restan los costos de O&M, a todos los años quedando el siguiente árbol de decisión:

2020	2021	2022	2023	2024
				\$4 60849529.83
			\$3 45010867.4	
		\$2 32544580.2		\$4 32589589.71
	\$1 22730994		\$3 22776453.4	
\$0 15004260.2		\$2 15050942.1		\$4 15091105.94
	\$1 8967313.42		\$3 9008960.31	
		\$2 4218925.42		\$4 4256088.841
			\$3 484163.223	
				\$4 -2452926.466

Tabla. 154: Árbol de decisión una vez restados los costos de O&M

Una vez realizado este primer paso, donde se han obtenido los flujos de caja, se procede al cálculo del VAN al final del cuarto año aplicando la opción de ampliar el proyecto. El cálculo se realiza tomando los flujos de caja obtenidos en el cuarto año y multiplicándolos por el incremento de la ampliación, en este caso por dos, puesto que la ampliación proporciona unos flujos de cajas a partir del cuarto año con un incremento del doble de la producción. Finalmente, se le resta el costo de la ampliación en el 2024. A continuación, se realiza dicho cálculo para los cinco flujos de caja obtenidos en el cuarto año en la *Tabla*.

- $VAN1 = -20422825 + (2 \times 60849529.83) = \101276234.7
- $VAN2 = -20422825 + (2 \times 32589589.71) = \44756354.42
- $VAN3 = -20422825 + (2 \times 15091105.94) = \9759386.88
- $VAN4 = -20422825 + (2 \times 4256088.841) = -\11910647.32
- $VAN5 = -20422825 + (2 \times 0) = -\20422825

Comparando estos resultados con la última columna del árbol sin la opción de ampliar se observa que sería rentable ejecutar la ampliación solo en los 3 primeros casos, donde el VAN (positivo) supera a la opción de no ampliar, en los otros dos escenarios no se acometería esta inversión extra. Ahora se procede al cálculo del valor de la opción.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 60849529.8
				C41 101276235
			S3 45010867	
			C31 71616511	
		S2 32544580		S4 32589589.7
		C21 48632575		C42 44756354.4
	S1 22730994		S3 22776453	
	C11 30884674		C32 27160962	
S0 15004260		S2 15050942		S4 15091105.9
C0 17438509		C22 13666192		C43 9759386.88
	S1 8967313.4		S3 9008960.3	
	C12 3822879.1		C33 -365801.23	
		S2 4218925.5		S4 4256088.84
		C23 -7000576.7		C44 -11910647.3
			S3 484163.22	
			C34 -15212812	
				S4 -2452926.47
				C45 -20422825

Tabla. 155: Cálculo del valor de la opción

$$VAN_{\text{opción ampliar}} = C0 - VAN_{\text{proyecto}} = \$17438509 - (-13504033.48) = \$30942542.48$$

Opción de Inversión - Crecimiento			
VAN tradicional	-\$13504033.48	Tasa de descuento	8.4%
Valor ingreso	\$28437356.6	Horizonte temporal	20 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Ampliar	Flexibilidad

Opción de Inversión - Crecimiento	17438509	30942542.48.	
-----------------------------------	----------	--------------	--

Tabla. 156: Tabla resumen de opción de crecimiento

Opción de Desinvertir - Reducir (abandono)

La opción de abandono otorga la posibilidad de renunciar al proyecto en cualquier momento de la inversión. Vamos a suponer la capacidad de abandonar el proyecto hasta el 4 año del inicio de la inversión. Dada la complejidad de abandonar un proyecto de tal envergadura, se considera la posible absorción de la planta por una empresa capaz de hacerse con el proyecto y su posible explotación. La opción de abandonar el proyecto consiste en obtener una cantidad residual por el proyecto mayor a los flujos de cajas capaces de obtenerse en dicho periodo. El valor residual del proyecto sería el precio de compra de la planta por la empresa absorbente. Al ser el horizonte temporal de la inversión de 20 años y suponiendo una depreciación lineal del 4% anual, el precio dispuesto a pagar una empresa absorbente será la inversión inicial del proyecto que es 15002226.7\$, devaluada un 4% cada año que transcurre. Así pues, el proyecto se podrá vender por los siguientes valores residuales:

Año	Valor residual (\$)
2021	14197635.8
2022	14034026.6
2023	13723163.2
2024	13584100.61

Tabla. 157: Valor residual

En primer lugar, se obtendrían los ingresos multiplicados por sus correspondientes coeficientes de ascenso y descenso, siendo estos idénticos a los utilizados en las opciones de diferir y ampliar el proyecto.

Una vez tenemos los ingresos se le restan los costos de operación y mantenimiento para obtener los flujos de caja y se comparan los valores residuales con los cash flow que se obtienen. Los costos son los siguientes:

2020	2021	2022	2023	2024
				\$4 60849529.83
			\$3 45010867.4	
		\$2 32544580.2		\$4 32589589.71
	\$1 22730994		\$3 22776453.4	
\$0 15004260.2		\$2 15050942.1		\$4 15091105.94
	\$1 8967313.42		\$3 900890.31	
		\$2 4218925.49		\$4 4256088.841
			\$3 484163.223	
				\$4 -2452926.466
Valor Residual	14197635.8	14034026.6	13723163.2	13584100.61

Comenzando, por ejemplo, por el cuarto año comparamos los 13584100.61\$ por los que se podría vender el proyecto, con los flujos de caja que se obtendrían en el cuarto año. Como es observable, únicamente en dos de los 5 casos posibles sería beneficiosa la opción de abandono, es decir, sólo cuando el valor residual que se puede obtener supere al valor del activo subyacente (S), se liquidará el proyecto. Así pues, comparando los valores residuales para cada año, el árbol de decisión quedaría tal y como se muestra a continuación.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 60849529.83
			S3 45010867.4	
		S2 32544580.2		S4 32589589.71
	S1 22730994		S3 22776453.4	
S0 15004260.2		S2 15050942.1		S4 15091105.94

Por lo que el árbol de decisión no se considera ya entero con todas las ramificaciones, puesto que en algunos escenarios será más rentable el abandono del proyecto. En esos casos, se opta por dejar en blanco esas opciones, quedando el árbol binomial tal como es mostrado. A partir de este, se procede al cálculo del valor de la opción de abandono.

2020	2021	2022	2023	2024
				S4 60849529.83
				C41 60849529.83
			S3 45010867	
			C31 45581813	
		S2 32544580		S4 32589589.71
		C21 33368393		C42 32589589.71
	S1 22730994		S3 22776453	
	C11 33926992		C32 226779002	
S0 1500460		S2 15050942		
C0 23634814		C22 17694936		

Por lo que el valor del proyecto teniendo en consideración la opción de abandono asciende a 23634814\$. El valor de los flujos de caja sin considerar la opción de abandonar el proyecto era de 1500460\$. En ambos casos hay que restarle la inversión inicial en el 2020, que toma un valor de 15002227\$. Comparando los valores actuales netos del proyecto sin la opción de ampliar y con dicha opción se observa que:

$$VAN_{\text{proyecto}} = -I_0(2020) + VA_{\text{Cash flow}} = -28437356.6\$ + 1500460\$ = -13504033.48\$$$

$VAN_{\text{proyecto con opción de abandono}} = -I_0 (2020) + VA_{\text{Cash flow con opción de abandono}} = -15002227\$ + 23634814 = \8632587

Por lo que restando ambos valores se obtiene que el valor que aporta la opción de abandono es de 22136620.48\$. Aportando también un valor muy positivo al proyecto de inversión.

Opción de Desinvertir - Reducir			
VAN tradicional	-\$13504033.48	Tasa de descuento	8.4%
Valor ingreso	\$28437356.6	Horizonte temporal	20 años
		Tasa libre de riesgo	4.48%
		Co Abandono	Flexibilidad
Opción de Desinvertir		23634814	22136620.48

Tabla. 158: Tabla resumen de la opción de desinvertir

C. RELACIÓN ENTRE EL VALOR ACUAL NETO Y EL RIESGO

Desde antes de desarrollar la teoría de los principios del equilibrio de activos financieros, ya se tomaba en cuenta los ajustes de riesgo en el presupuesto de capital. Naturalmente los inversionistas querían una mayor rentabilidad cuando el riesgo era algo, y los más conservadores, aseguraban su dinero con un riesgo muy bajo, por lo tanto; para todas las energías renovables que se hablan en este trabajo de grado, se puede concluir que el riesgo es directamente proporcional a la rentabilidad del proyecto.

$$VAN \equiv k_{\text{energía}} \times \text{Riesgo}$$

Por lo tanto, usamos la tabla de comparaciones de riesgo para obtener las rentabilidades de los proyectos energéticos.

Nivel de Riesgo	Solar Foto	Solar térmica	Eólica	Biomasa	Hidro-eléctrica	Geo-térmica
BAJO	X				X	
MEDIO		X	X	X		
ALTO						X

Se puede observar que si bien es cierto la geotérmica es la más riesgosa y tiene ajustes más severos en su TMAR, este proyecto es el que poseerá el VAN más alto de todos, por lo tanto:

Energía	Escala de Riesgo	Escala de VAN
Solar Fotovoltaica	3	3
Hidroeléctrica	4	4
Solar Térmica	5	5

Eólica	6	6
Biomasa	7	7
Geotérmica	8	8

Tabla. 159: Relación del VAN y el riesgo

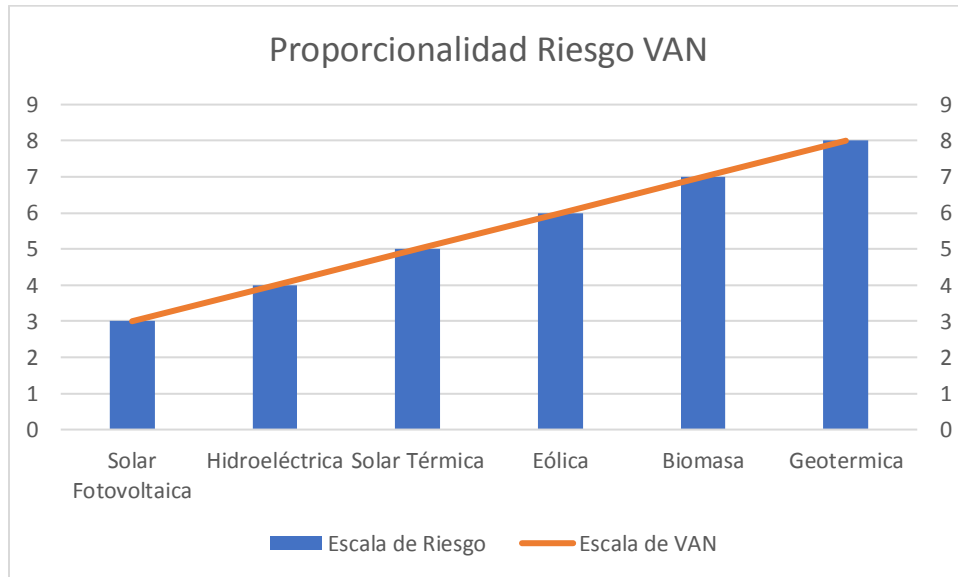


Ilustración 70: Proporcionalidad de riesgo – VAN

CAPITULO IV: EVALUACIÓN DEL ESTUDIO

A. EVALUACIÓN ECONOMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL

1. INVERSIÓN DEL PROYECTO

Las inversiones del proyecto, son los desembolsos que se efectúan en la unidad de tiempo para la adquisición de determinados equipos o materiales que permiten implementar el modelo evaluador de proyectos de energía renovables

Para el modelo evaluador de inversión de proyectos de energía renovable las inversiones genéricas que intervienen en el desarrollo del proyecto son las siguientes:

1.1. Inversión fija

Son las inversiones que se realizan en la etapa de implementación del modelo evaluador de proyectos de energía renovable, dichas inversiones tienen una naturaleza tangible o intangible y se emplea a lo largo de su vida útil, se divide en:

- Pre – inversión

1.2. Capital de trabajo

Se entiende por capital de trabajo el patrimonio en cuenta corriente que se necesita para atender las operaciones de compra materiales e insumos necesarios para el funcionamiento de modelo evaluador de energías renovables, dentro de un periodo establecido en seis meses.

A continuación, se especifican los rubros de las inversiones en que se incurren para la ejecución del proyecto.

Pre – Inversión

- **Costos de diseño**

El costo de diseño se refiere al pago de honorarios al consultor por el Diseño del modelo evaluador de energías, el cual es calculado en base al pago de un Consultor.

Costo específico:

Este rubro se refiere al costo de ingeniería, que constituye el pago a consultores por el diseño del modelo evaluador, esto incluye:

Diseño del modelo

Todas estas actividades han sido desarrolladas en el presente trabajo de graduación, se incluirá para propósitos de conocer los costos que comprende el proyecto.

No	Actividad	Duración (hr.)	Inversión
1	Realización de análisis cualitativo de riesgo de inversión método PEST	15	\$80 X 15 = 1200.00
2	Realización de análisis cualitativo de evaluación de riesgo para actores externos usando método PES (Planeación estratégica situacional)	15	\$80 X 15 = 1200.00
3	Realizar análisis cuantitativo con un enfoque binomial utilizando opciones reales	27	\$80 X 35 = 2160.000
TOTAL		57	\$4,560.00

Tabla. 160: Costos de Diseño

- **Investigación y estudios previos.**

En éste se incluyen los gastos incurridos en la realización de los estudios previos al desarrollo del proyecto, como el presente, que se ha realizado, por lo que su costo total se reparte equitativamente para efectos de evaluación. A continuación, se presentan los gastos de dicho estudio:

CONCEPTO DEL COSTO	MONTO (\$)
Papelería y útiles	38.00
Impresiones	46.00
Fotocopias	54.00

Servicio de consultoría (3 analistas)	4,560.00
Atención a terceros	195.00
Transporte	80.00
Teléfono	48.00
Internet	70.00
Electricidad	50.00
Agua	20.00
Depreciación de equipo de oficina	28.00
Viáticos	80.00
SUB - TOTAL	5,269.00
Imprevistos (5% del sub- total)	263.45
TOTAL	5,532.45

Tabla. 161: Investigación y Estudios Previos.

- **Costos de capacitación**

Los Costos de Capacitación están dirigidos directamente al siguiente personal:

- Inversionistas, socios o accionistas.
- Entidades como SIGET, CEL, GEO Y CNE.

En este rubro se encuentran detallados los costos de capacitación, las capacitaciones consideradas son de dos tipos: Generales, de naturaleza informativa y dirigidas a todo el personal de cada unidad de negocios en las que se desarrollan los aspectos generales del modelo evaluador; y las Especiales, sobre temáticas específicas y dirigidas a personal clave en el desarrollo del modelo, entendiéndose como tal a las entidades como la SIGET, CEL, GEO Y CNE, etc. Para efectos de reducir los costos de implantación se propone el desarrollo que las capacitaciones a nivel de todo el personal, se desarrolle simultáneamente para las entidades involucradas y las capacitaciones específicas de para cada inversionista.

Los Cursos de Capacitación serán gestionados con apoyo de INSAFORP, una Institución autónoma que ofrece dos tipos de cursos:

- **Cursos de Capacitación Abierta:** son aquellos solicitados por empresas externas en los que pueden participar personas que pertenezcan o no a la empresa misma. En este caso INSAFORP absorbe el 60% del costo del curso, teniendo que aportar la empresa el 40% restante.

- **Cursos de Capacitación Cerrada:** son aquellos solicitados por empresas externas en los que solo participa personal propio de la empresa, en los que se tratarán temas o problemas específicos de la misma. En este caso INSAFORP aporta un 85% del monto del curso teniendo que aportar la empresa el 15% restante. Según la clasificación anterior para el presente proyecto se recomienda a las empresas realizar las capacitaciones de tipo Cerrada, por lo que el aporte de la Empresa sería del 15% e INSAFORP aportaría el restante 85% del Monto del Curso.

Costos de capacitaciones propuestas

El Costo Total de Capacitación se calculará a partir de la siguiente fórmula: Costo de Capacitación = Desembolso por Capacitación + Costo de Refrigerios.

A continuación, se muestra el detalle de los Cursos más importantes en los que deben Capacitar el personal que se verán involucrados dentro del proceso de implementación del modelo evaluador de inversión de energías renovables:

TEMATICA DE CAPACITACIÓN	
No	Modulo
1	Introducción a las energías renovables
2	Tipos de energía renovables
3	Introducción a la electricidad
4	Implementación de las energías renovables como ahorro económico

Tabla. 162: Temática de capacitaciones

A continuación, se presenta el detalle de los cursos antes mencionados, en los que se debe capacitar al personal involucrado en la implementación del modelo evaluador de energía renovables

Módulo I: Introducción a las energías renovables

Duración	6 HORAS
objetivo	El objetivo de este módulo es que los Miembros conozcan en qué consiste las energías renovables.
Dirigido a:	Inversionistas, socios o accionistas. Entidades como SIGET, CEL, GEO Y CNE.
Contenido:	1.1 energías renovables
	1.2 fuentes no renovables
	1.3 normativa
	1.4 factores de riesgo
	1.5 Medidas de seguridad

Modulo II: Tipos de energía renovables

Duración	6 HORAS
objetivo	El objetivo de este módulo es conocer a fondo los diferentes tipos de energía renovables
Dirigido a:	Inversionistas, socios o accionistas. Entidades como SIGET, CEL, GEO Y CNE.
Contenido:	1.1 energía geotérmica
	1.2 energía hidroeléctrica

	1.3 energía eólica
	1.4 energía biomasa
	1.5 energía solar

Modulo III: Introducción a la electricidad

Duración	6 HORAS
objetivo	El objetivo de este módulo es que se conozca el aprovechamiento de las energías renovables para producir electricidad
Dirigido a:	Inversionistas, socios o accionistas. Entidades como SIGET, CEL GEO Y CNE.
Contenido:	1.1 conceptos de la electricidad
	1.2 instalaciones para el aprovechamiento de energía eléctrica renovable
	1.3 elementos de los sistemas fotovoltaicos
	1.4 tipos y partes de los aerogeneradores
	1.5 Aprovechamiento de la energía hidroeléctrica
	1.6 integración de la tecnología de energías renovables

Modulo IV: Implementación de las energías renovables como ahorro económico

Duración	6 HORAS
objetivo	El objetivo de este módulo es que se conozca el ahorro económico al implementar las energías renovables para producir electricidad
Dirigido a:	Inversionistas, socios o accionistas. Entidades como SIGET, CEL, GEO Y CNE.
Contenido:	1.1 Implementación de las energías renovables como ahorro económico
	1.2 evaluación de impacto ambiental
	1.3 Desarrollo sostenible
	1.4 funcionamiento de las tarifas energéticas y subsidios en consumo eléctrico
	1.5 consumo energético
	1.6 Demanda energética

El Costo de este curso siguiendo este contenido es de aproximadamente \$850 + IVA para un grupo pedagógico máximo de 25 participantes incluyendo las horas de Capacitación, el material didáctico escrito y Diplomas para los participantes. Para este curso de Capacitación aplica el apoyo de INSAFORP.

A continuación, se muestran los costos previstos para el desarrollo de las capacitaciones:

CAPACITACIÓN	I	II	III	IV
PERSONAL A CAPACITAR	Inversionistas, socios o accionistas. Entidades como SIGET, CEL, GEO Y CNE.			
IMPARTIDO POR	INSAFORP			
PARTICIPANTES MAXIMOS	25 PERSONAS	25 PERSONAS	25 PERSONAS	25 PERSONAS
DURACIÓN	6 HORAS	6 HORAS	6 HORAS	6 HORAS
APOYO DEL INSAFORP	85%	85%	85%	85%
COSTO DE LA EMPRESA	\$127.50	\$127.50	\$127.50	\$127.50

Tabla. 163: Costo de desarrollo de capacitaciones

El costo a cancelar en concepto de capacitación es de: \$510

Costo de Refrigerios

A continuación, se presenta el resumen de costos de Refrigerios que se brindarían después de cada sesión de los diferentes cursos de capacitación

No	TITULO DEL CURSO	No de personas por curso	No de instructores	No de sesiones por curso	No de refrigerios
1	Introducción a las energías renovables	25	1	3	78
2	Tipos de energía renovables	25	1	3	78
3	Introducción a la electricidad	25	1	3	78
4	Implementación de las energías renovables como ahorro económico	25	1	3	78
TOTAL, DE REFRIGERIOS					312
COSTO DE REFRIGERIO (\$1.00 C/U)					\$312.00

Tabla. 164: Costo de refrigerio para capacitaciones

A continuación, se presenta el cálculo para obtener el costo total en concepto de capacitación:

Costo de Capacitación = Desembolso por Capacitación + Costo de Refrigerios

COSTO TOTAL DE CAPACITACIÓN	
RUBRO	DESEMBOLSO
COSTO (DESEMBOLSO) DE LAS CAPACITACIONES	\$510
COSTO DE REFRIGERIOS	\$312
TOTAL	\$822

Tabla. 165: Costo total de capacitaciones

- **Costos de la Ejecución del modelo evaluador.**

Se incluyen en este los gastos por salarios de personal, en caso de contratar personal necesario para dicha función. Se propone que sea el mismo personal de las empresas quienes intervengan en el desarrollo del proyecto, se define el personal adecuado para gestionar la realización del proyecto en un periodo de seis meses.

A continuación, se muestran los costos previstos para la ejecución del Proyecto energéticos renovables:

Cargo en empresa	Cargo en Proyecto	Salario Mensual (\$)
Externo	Coordinador	571.42
Gerente	Director del proyecto	914.29
Contador	Encargado de Aspectos Técnicos - Administrativos	541.75
TOTAL, MENSUAL		2,027.46
TOTAL, DEL PROYECTO (6 MESES)		12,164.76

Tabla. 166: Costos de la ejecución del modelo evaluador

- **Insumos empleados en la Ejecución del modelo evaluador.**

Se refiere a los insumos administrativos requeridos para ejecutar el modelo y se presentan a continuación:

Insumo	Costo Mensual (\$)	Costo Total (\$)
Papelería y Útiles	10.00	60.00
Agua	10.00	60.00
Electricidad	20.00	120.00
Servicio telefónico	25.00	150.00
Otros	15.00	90.00
TOTAL	80.00	480.00

Tabla. 167: Costos de insumos administrativos

El costo total de los insumos para ejecutar el proyecto es de \$480.00

Capital de Trabajo

- **Materiales e Insumos**

Se incluyen en dicho rubro los materiales e insumos necesarios para el uso del modelo evaluador de inversión de energía renovables, durante un lapso de seis meses, definido como el tiempo necesario para el progreso del modelo. A continuación, se presentan los insumos en consideración:

INSUMO	COSTO MENSUAL (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Papelería y útiles	20	120.00
Agua	10	60.00
Electricidad	10	60.00
Servicio telefónico	20	120.00
Otros	10	60.00
TOTAL	70	420.00

Tabla. 168: Materiales e Insumos.

El Costos en Materiales e Insumos empleados en la Puesta en Marcha del modelo evaluador es de \$420.00

Imprevistos.

Todo proyecto tiene inconvenientes, producto de situaciones espontáneas que surgen dentro de su ejecución, lo que justifica la inclusión de una cuantía económica extra determinada como un porcentaje de la inversión total. se asigna para este propósito el 5% del valor de las inversiones totales del proyecto. ("Se emplea un porcentaje entre el 5% o hasta el 10% de Imprevistos, como medida de protección para el inversionista". Fuente: Evaluación de Proyectos, Autor: Gabriel Baca Urbina. 2001).

1.3. INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO

INVERSIÓN			COSTO (\$)
FIJA	Pre - inversión	Investigación y estudios previos	5,532.45
		Capacitaciones	822
		Costos de la ejecución del modelo evaluador	12,164.76
		Insumos empleados en la ejecución del modelo	480
CAPITAL DE TRABAJO	Materiales e insumos		420
SUB -TOTAL			19,419.21

IMPREVISTOS (5%)	970.96
TOTAL	20,390.17

Tabla. 169: Inversión Total del Proyecto.

2. COSTOS DE OPERACIÓN

Los Costos de Operación del modelo de evaluación en proyectos de inversión riesgosos en el sector de energías renovables, en los que tienen que incurrir las empresas en el desarrollo de la modelística dependerá de las decisiones antes tomadas sobre los riesgos el número de actores externos que se deban investigar y los acuerdos a los que se llegaran, ya que estos repercuten directamente en el análisis cuantitativo de los riesgos (proactiva y reactiva son las formas de abordar un riesgo).

Estos costos han sido obtenidos de fuentes de información secundarias, puesto que la recolección de ellos sería de un trabajo de campo y según la normativa de la universidad se deben de tomar datos secundarios para la realización de la tesis en el marco del COVID-19, por lo tanto; se han obtenido de las siguientes fuentes:

- Tesis de años anteriores
- Tesis de países de la región
- Tesis de países de América
- Fuentes de información de páginas de internet

Todas estas fuentes de información han sido debidamente analizadas por el método de aprobación de fuentes de información secundaria, descrito en la tesis de grado.

2.1. Costos de riesgos abordados proactivamente.

Los riesgos abordados proactivamente, dependerán de la zona roja en la matriz de riesgos, estos son abordados porque el eliminarlos es mejor que esperar a que pasen. A continuación, se presentan una lista de posibles riesgos a reaccionar proactivamente generalizada para todas las energías.

Riesgos con tratamiento proactivo				
Nombre del riesgo	Calificación	Costo del riesgo	Costo de eliminarlo	Ahorro
La comunicación con la municipalidad no ha sido fluida	Amenaza	\$20,000.00	\$5,000.00	\$15,000.00
Acceso limitado al sector por solo 1 punto de acceso	Amenaza	\$30,000.00	\$17,000.00	\$13,000.00
Posibles pérdidas de los campesinos en cultivos	Amenaza	\$60,000.00	\$23,000.00	\$37,000.00
Fallo de una maquinaria y que no se pueda reparar en el país	Amenaza	\$35,000.00	\$20,000.00	\$15,000.00
Condiciones de temperatura muy desfavorables para el concreto	Amenaza	\$40,000.00	\$5,000.00	\$35,000.00

Las precipitaciones pueden atrasar la construcción	Amenaza	\$40,000.00	\$5,000.00	\$35,000.00
Ley de incentivos Fiscales	Oportunidad	\$100,000.00	\$20,000.00	\$80,000.00
Ley de inversiones	Oportunidad	\$100,000.00	\$20,000.00	\$80,000.00
Tecnologías obsoletas	Amenaza	\$46,000.00	\$17,000.00	\$29,000.00
Valor actual neto primario Negativo	Amenaza	\$1,200,000.00	\$55,000.00	\$1,255,000.00
Atraso en la tramitación de permisos	Amenaza	\$26,000.00	\$10,000.00	\$16,000.00
Total, de ahorro				\$1,610,000.00

Tabla. 170: Riesgos abordados proactivamente.

2.2. Costos de riesgos abordados reactivamente.

Los riesgos abordados reactivamente, dependerán de la zona verde en la matriz de riesgos, estos se dejan pasar porque el eliminarlos es la peor opción que esperar a que pasen. A continuación, se presentan una lista de posibles riesgos a reaccionar reactivamente generalizada para todas las energías.

Riesgos con tratamiento reactivo				
Nombre del riesgo	Calificación	Costo de eliminarlo	Costo del riesgo	Ahorro
Huelga de los trabajadores	Amenaza	\$30,000.00	\$7,000.00	\$23,000.00
Atrasos en los proveedores	Amenaza	\$17,000.00	\$3,000.00	\$14,000.00
Problemas auditivos	Amenaza	\$23,000.00	\$5,000.00	\$18,000.00
Variaciones en el costo de la obra	Amenaza	\$43,000.00	\$21,000.00	\$22,000.00
Jornadas de trabajo extensas causando fatiga	Amenaza	\$53,000.00	\$20,000.00	\$33,000.00
Cercanía con los proveedores	Oportunidad	\$20,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00
Colaborar con el crecimiento de la zona	Oportunidad	\$20,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00
Falta de liquidez	Amenaza	\$100,000.00	\$30,000.00	\$70,000.00
El banco no puede cumplir con los contratos económicos	Amenaza	\$40,000.00	\$23,000.00	\$17,000.00
Total, de ahorro				\$217,000.00

Tabla. 171: Riesgo con tratamiento reactivo.

3. BENEFICIOS DE APLICAR EL MODELO.

Los beneficios del modelo, dependerán de quien lo esté utilizando, por lo tanto; se analizarán nada más los posibles usuarios del sistema, estos serán:

Usuario	Posible uso del modelo
Consejo Nacional de la Energía (CNE)	Generar los Términos de Referencia (TDR) de los proyectos energéticos renovables, teniendo en cuenta los posibles riesgos encontrados en los proyectos, mejorando así las condiciones de contratación.
Superintendencia general de energía y telecomunicaciones (SIGET)	Ayudar a la eficiencia en los proyectos de energías renovables a implantar en el país, ya que puede tomarse para mejorar el marco legal de la misma a la hora de considerar los riesgos.
Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL)	Mejorar la utilización de los recursos para las energías renovables que se implanten a futuro en país, así como también la mejora en la planificación de los posibles riesgos que se encuentren en los proyectos, fomentando la calidad de los mismos.
Unidad de transacciones (UT)	Innovar en la red energética de El Salvador, mediante la atracción de los inversores al mercado mayorista, dándoles a conocer los riesgos que se pueden enfrentar durante el desarrollo del proyecto.
Empresas Privadas	El modelo ayuda a incentivar a los inversionistas para adecuar sus proyectos al tipo de empresario, ya sea conservador o arriesgado, siendo este modelo de ayuda para poder generar las inversiones en el país.
Empresas privadas aliadas	Ayudando a poder cooperar con los conocimientos de los riesgos que se tienen por cada una de sus partes para así, estar mejor preparados y generar una buena toma de decisiones para implementar el proyecto.
Asocios públicos privados	Para poder mejorar las relaciones y generar inversiones seguras donde las partes involucradas puedan asegurar de que el proyecto se desarrolle con normalidad, implementando las técnicas descritas para poder hacer correctamente una buena planificación estratégica situacional.

Tabla. 172: Beneficios de aplicar el modelo.

3.1 Externalidades positivas y negativas

Externalidades positivas	Cantidad Social
Aumento de accesibilidad a la zona	\$ 30,000
Tecnología especializada	\$ 10,000
Aumento de educación de la zona	\$ 25,000

Turismo (Interés técnico)	\$ 60,000
Menor contaminación por consumo energético	\$ 35,000
Aumento del comercio local	\$ 15,000
TOTAL	\$ 175,000

Tabla. 173: Externalidades positivas

Externalidades Negativas	Cantidad Social
Tala de árboles para la limpieza del terreno de construcción.	\$ 16,000
Perdida de fauna del sector	\$ 12,000
Perdida de posibles viviendas	\$ 25,000
Desalojo de tierras por sonidos	\$ 13,000
Degradación del paisaje	\$ 15,000
Posibles inundaciones	\$ 10,000
TOTAL	\$ 91,000

Tabla. 174: Externalidades negativas.

4.2. Beneficios a las diferentes entidades

Lo que se creara es un instrumento que permitirá la evaluación y cuantificación de los riesgos que permita a los tomar de decisiones sobre sobre invertir en proyectos de energía renovable.

De ser viables y factible dichos proyectos tendrían beneficios a la población objetivo.

ENTIDAD	DESCRIPCION	BENEFICIOS QUE RECIBE	CAMPOS QUE APLICAN
Escuela de Ingeniería Industrial (EII)	Es la unidad académica en el área de ciencia y tecnología, responsable de la formación integral de profesionales competentes en el campo de la ingeniería industrial, comprometidos a enfrentar y resolver problemas con el planteamiento socio técnicos de sistemas en los sectores productivos, contribuyendo al desarrollo sostenible de la nación.	Planteamiento de soluciones técnicas para un sistema de producción en el rubro de la energía.	Desarrollo social Innovación
Superintendencia General de Electricidad y	Encargada de Regular los sectores de electricidad y telecomunicaciones, con justicia y transparencia, por	Propiciara las condiciones para la inversión en proyectos de energía de calidad con cobertura y	Empleo Innovación Eficiencia energética

Telecomunicaciones SIGET	medio de la aplicación efectiva del marco legal y técnico vigente; propiciando servicios públicos de calidad, con cobertura y accesibilidad, promoviendo la participación ciudadana y social en un marco de desarrollo sustentable.	accesibilidad promoviendo la participación ciudadana y social en un marco de desarrollo sustentable	
Applied Energy Services (AES El Salvador)	En AES El Salvador, tiene como compromiso operar de manera sostenible y ambientalmente responsable al tiempo de crear valor para las comunidades a las que sirven los impulsa a innovar en el quehacer empresarial.	Ya que AES participa en tres rubros en el mercado eléctrico en El Salvador (Generación, Distribución y División Soluciones), el estudio le servirá para la toma de decisiones para la creación de proyectos energéticos renovables que generen valor para las comunidades a través de la electrificación de las comunidades, así como el suministro del mismo a través de las distribuidoras que reúne AES.	<p>Eficiencia Energética</p> <p>Reducción de Contaminantes</p> <p>Empleo</p> <p>Calidad de Vida</p> <p>Desarrollo social</p>
Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL)	Tiene como función principal el mantenimiento y la expansión del sistema de transmisión de energía eléctrica, de manera oportuna y efectiva, para garantizar la continuidad del suministro eléctrico en El Salvador.	El uso del estudio impactaría en la red eléctrica nacional, ya que al llamar la atención de los inversionistas a proyectos de energía renovables permitiría llegar a lugares que no poseen electricidad dando paso a la ampliación de la red eléctrica nacional	<p>Desarrollo social</p> <p>Calidad de Vida</p> <p>Empleo</p>
Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Rio Lempa (CEL)	Contribuir al bienestar de los salvadoreños, a través del aprovechamiento eficiente de los recursos renovables del país en forma sustentable, para la generación de energía eléctrica.	El estudio aportaría al aprovechamiento eficiente de los recursos renovables en el país mediante la implementación exitosa y rentable de proyectos de energía renovable de manera sustentable para la generación de electricidad.	<p>Eficiencia Energética</p> <p>Reducción de Contaminantes Ambientales</p> <p>Calidad de Vida</p> <p>Desarrollo Social</p> <p>Empleo</p>
Consejo Nacional de Energía (CNE)	Establecer e impulsar una política y estrategia energética que contribuya con el desarrollo sustentable de El Salvador.	El estudio será una herramienta que les permita recomendar a instituciones o inversionistas interesados	<p>Desarrollo social</p> <p>Generación de Empleo</p> <p>Innovación</p>

		en impulsar proyectos de energía renovable permitiendo impulsar sus políticas estratégicas de energía para contribuir al desarrollo sustentable del País.	
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Recuperar el entorno estratégico ambiental salvadoreño y reducir los riesgos socio-ambientales, a través de promover una vigorosa cultura ciudadana y coordinación interinstitucional bajo principios institucionales	El estudio aportara a tomar en cuenta cualquier riesgo de tipo ambiental en el que pueda incurrirse por lo tanto esto se traduce en la facilitación de la labor del MARN, ya que se pretende que los proyectos sean lo más amigables con el medio ambiente además de que las promociones de los mismos aportan a la reducción de la huella de carbono y del uso del combustible fósil.	<p>Eficiencia Energética</p> <p>Ahorro de energía</p> <p>Ahorro de materiales</p> <p>Reducción de contaminantes medioambientales</p> <p>Calidad de Vida</p> <p>Desarrollo social</p>
Sistema de Interconexión Eléctricas de los Países de América Central (SIEPAC)	Apoyar la formación y consolidación progresiva de un Mercado Eléctrico Regional (MER) mediante la creación y establecimiento de los mecanismos legales, institucionales y técnicos apropiados, que faciliten la participación del sector privado en el desarrollo de las adiciones de generación eléctrica	Este estudio facilitaría la participación del sector privado en inversiones de proyectos de energías renovables apoyando a la formación y consolidación de un mercado eléctrico participativo.	<p>Desarrollo social</p> <p>Integración económica</p> <p>Eficiencia Energética</p> <p>Impacto en la estructura del sistema</p> <p>Cultura cooperativa</p>
La Geo	contribuir con el desarrollo socioeconómico del país aportando un suministro energético constante y a precio razonable, trabajamos por mejorar de forma integral la calidad de vida de nuestros públicos de interés, entre ellos: las comunidades cercanas a sus instalaciones mediante la ejecución de planes y programas de desarrollo económico y bienestar social y los colaboradores de la institución.	El uso correcto del estudio permitirá que la inversión en proyectos geotérmicos sea exitosa ayudando a mejorar la calidad de vida de forma integral.	<p>Eficiencia Energética</p> <p>Reducción de contaminantes ambientales</p> <p>Calidad de vida</p> <p>Desarrollo social</p> <p>Creación de empleo</p>

Asociación Salvadoreña de Energías Renovables (ASER)	Institución que representa al sector energético, que promueve el desarrollo sostenible de proyectos de generación de energía limpia mediante fuentes renovables y eficiencia energética.	El estudio servirá para asistir a los interesados en el desarrollo de proyectos de energía renovables a tomar en cuenta los riesgos posibles en la implementación de los mismos.	Medio ambiente Cambio Climático Eficiencia Energética Acceso Universal a la Energía.
--	--	--	---

Tabla. 175: Beneficios a la población objetivo

Situación de la población objetivo sin la implementación del proyecto

- Sin dinamización de la economía.
- Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- No existe innovación de la matriz energética.
- No habría generación de empleos.
- No habría inclusión o acercamiento industria-sociedad.
- No habría potenciación del Desarrollo energético.
- No habría potenciación de la calidad de vida de las personas.

Situación con la implementación del proyecto

- Dinamización de la economía.
- Inversión en el rubro energético
- Diversificación de la matriz energética.
- Innovación en la tecnología a nivel nacional.
- Generación de nuevos empleos
- Inclusión de la sociedad en la implementación de proyectos de ER.
- Reducción de los contaminantes ambientales.
- Acercamiento del sector energético a la Sociedad.
- Potenciación de la calidad de vida de las personas.
- Generación de nuevas habilidades y competencias a nivel País

4. EVALUACIÓN SOCIOECONOMICA.

4.1. Cálculos de Beneficio - Costo

El análisis de costo-beneficio es una herramienta de toma de decisiones para desarrollar sistemáticamente información útil acerca de los efectos deseables e indispensables de los proyectos. En otras palabras, el análisis de costo-beneficio pretende determinar si los beneficios superan los costos. Estas decisiones de inversión usualmente implican gran cantidad de gastos y sus beneficios se esperan que ocurran a lo largo de un período extenso.

La Evaluación Económica Beneficio - Costo se realiza de la siguiente manera:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}}$$

Criterios:

Si B/C es mayor a 1: Se acepta el proyecto

Si B/C es menor o igual a 1: Se rechaza el proyecto

4.2. Costos globales del proyecto

Resumen de costos Globales del proyecto		
Tipo de Costo	Rubro	Monto Anual
Pre Inversión	Investigación y estudios previos	\$5,532.45
	Costos de Capacitación	\$822.00
	Costos de la ejecución del modelo evaluador	\$12,164.00
	Insumos administrativos	\$480.00
Inversión	Capital de trabajo	\$420.00
Gestión de Riesgo	Costo de oportunidad Proactivo	\$1,174,861.00
	Costo de oportunidad Reactivo	\$129,000.00
Externalidad	Externalidad negativa	\$91,000.00
TOTAL		\$1,414,279.45

Tabla. 176: Costos globales del proyecto.

4.3. Resumen de beneficios

RESUMEN DE BENEFICIOS		
Gestión de Riesgo	Beneficios Proactivos	\$1,610,000.00
	Beneficios Reactivos	\$217,000.00
Externalidad	Externalidad positiva	\$175,000.00
TOTAL		\$2,002,000.00

Tabla. 177: Resumen de beneficios.

Por lo tanto:

$$\frac{B}{C} = \frac{2,002,000.00}{1,414,279.45}$$
$$\frac{B}{C} = 1.29$$

Por lo tanto, al calcular la relación Beneficio – costo resulta VIABLE ya que el valor obtenido de dicha evaluación es mayor que uno.

TMAR

La tasa mínima atractiva de retorno para los proyectos sociales, se elaborará con el promedio de la tasa ofrecida por el “Banco centroamericano de Integración Económica” BCIE y el “Fondo Salvadoreño para Estudios de Preinversión” FOSEP.

BCIE	1.5%
FOSEP	5.5%
TMAR Social	3.5%

Tabla. 178: TMAR Social.

Por lo tanto, la relación beneficio costo, hay que modificarla en torno a la TMAR para obtener nuestro retorno en un horizonte potencial de 5 años de retorno.

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable.

Entonces la VAN para 5 años con la TMAR social queda de la siguiente manera:

$$VAN = \frac{587720.55}{(1 + 0.035)^1} + \frac{617106.58}{(1 + 0.035)^2} + \frac{647961.91}{(1 + 0.035)^3} + \frac{680360.00}{(1 + 0.035)^4} + \frac{714378}{(1 + 0.035)^5} - 1414279.45$$

$$VAN = \$1,508,448.14$$

Por lo tanto, la tasa de retorno social es viable para los proyectos.

5. EVALUACIÓN SOCIAL

La evaluación social se define como a aquella que se detiene en indagar en los efectos de una intervención social cualquiera, englobando sus externalidades positivas y negativas, efectos directos o secundarios en el tiempo y que se realiza en dos momentos específicos del ciclo de vida de la intervención del proyecto.

La evaluación establece en qué medida la intervención del proyecto logra mejorar la situación para lo que fue diseñado, la magnitud que tuvieron los cambios, si los hubo o no, a qué segmento de la población objetivo afectó y en qué medida.

Se establecen 2 momentos de análisis, la situación inicial versus situación final operacional, cuyos tiempos de levantamiento son antes de la aplicación de la intervención (programa o proyecto) y después de la ejecución de la misma. De este modo, se pretende establecer la diferencia existente entre un conjunto de impactos de la ejecución del proyecto y sus características y las oportunidades perdidas para la sociedad en caso el proyecto no se lleve a cabo.

5.1. Consideraciones para una evaluación social

- **Población objetivo claramente delimitada.**

En el primer caso ello es imprescindible, puesto que, al generarse la intervención por el proyecto, se construyó el diagnóstico de la situación problema, por lo tanto, es el primer acercamiento a la situación inicial que dará origen a la línea de base.

La delimitación de la población objetivo resulta esencial, puesto que es en ella donde se deben producir cambios a partir de la ejecución de la intervención social. Dada la naturaleza lógica de los proyectos, sin una clara demarcación de la población objetivo no es posible implementar programas o proyectos.

- **El proyecto inicia a afectar desde su formulación**

Ha de tenerse en cuenta que la sola formulación del proyecto es intervención, lo cual produce cambios en la población objetivo. Ello debe ser tomado en cuenta, cuando se procede al levantamiento de la línea de base.

- **Tipo de proyecto a implementar**

Se debe de considerar el tipo de proyecto puesto que hay proyectos que son más benéficos para la sociedad que otros, además que los beneficios sociales no son los mismos para cada proyecto.

5.2. El propósito de la evaluación

Fundamentalmente, la finalidad de la evaluación de la evaluación socioeconómica de un proyecto puede dividirse en tres elementos:

- Ser una fuente de información adicional a los socios del proyecto para mejorar el impacto social de los bienes y servicios que se generen gracias a dicho proyecto.
- Mejorar el grado de conciencia entre los gestores de actividades de investigación y desarrollo (I+D) e innovación sobre las consecuencias de los bienes y servicios que surgen del proyecto y de la utilidad de la evaluación de impacto social.
- Extender entre los responsables de proyectos la relevancia de los impactos sociales como una buena práctica de gestión de las actividades de investigación, desarrollo e innovación.

5.3. Los impactos generados por los proyectos.

Los impactos potenciales de los proyectos, forman un conjunto heterogéneo. Estos impactos potenciales pueden organizarse en las siguientes categorías:

1. Impactos medioambientales: que se refieren al grado en que la tecnología contribuye al eco-diseño del producto y del proceso es decir eficiencia energética, ahorro de energía de materiales, etc.
2. Temas sociales: impactos sobre la seguridad y la calidad de vida de los usuarios finales, desarrollo social, diseño universal incluyendo requisitos para la integración de discapacitados, sobre las relaciones sociales, etc.
3. El sistema de innovación: impacto sobre la estructura del sistema de innovación como capital humano, aportación de poder a los agentes innovadores, usos alternativos de la energía, etc y sobre la cultura del sistema de innovación (cultura corporativa en innovación, shock tecnológico, etc.);
4. Empleo: impactos sobre la creación y transformación de empleo (efectos de la deslocalización, sustitución de puestos de trabajo, salud y seguridad humana, etc.);
5. Temas económicos estratégicos: impacto sobre el desarrollo endógeno, el desarrollo geográficamente equilibrado y la atribución de poder a las pymes en un nivel competitivo.

Impacto socioeconómico del proyecto **“MODELO DE EVALUACIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN RIESGOSOS EN EL SECTOR DE ENERGÍAS RENOVABLES”**

Objetivo: identificar los posibles impactos sociales generados por la implementación del proyecto.

6. EVALUACION AMBIENTAL

Los Bonos del Carbono o Bonos Verdes

Uno de los problemas más estudiados en la actualidad es el que surge de la inmensa cantidad de CO₂ que estamos emitiendo a la atmósfera al quemar los combustibles fósiles, ya que este gas tiene un importante efecto invernadero y se podría estar provocando un calentamiento global de todo el planeta con cambios en el clima que podrían ser catastróficos.

Otro impacto negativo asociado a la quema de petróleo y gas natural es la lluvia ácida, en este caso no tanto por la producción de óxidos de azufre, como en el caso del carbón, sino sobre todo por la producción de óxidos de nitrógeno.

Los daños derivados de la producción y el transporte se producen sobre todo por los vertidos de petróleo, accidentales o no, y por el trabajo en las refinerías.

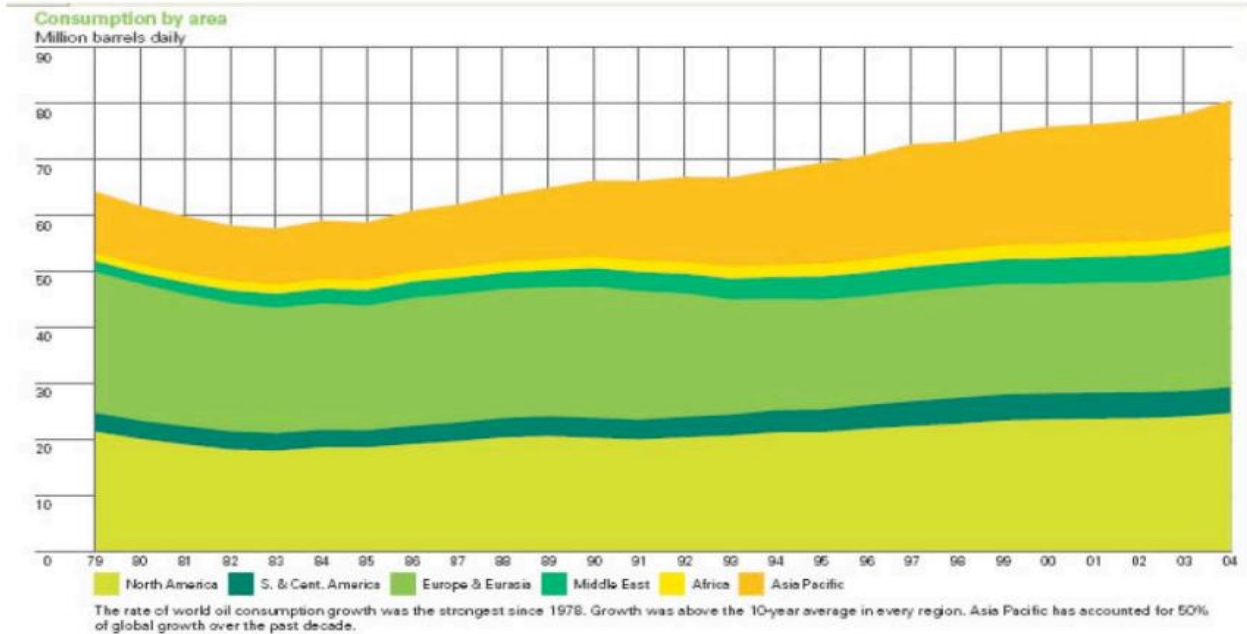


Ilustración 71: Bonos al carbono.

Desde el punto de vista ambiental la energía hidroeléctrica es una de las más limpias, aunque esto no quiere decir que sea totalmente inocua por- que los pantanos que hay que construir suponen un impacto importante. El pantano altera gravemente el ecosistema fluvial; se destruyen hábitats, se modifica el caudal del río y cambian las características del agua como su temperatura, grado de oxigenación y otras. También los pantanos producen un impacto paisajístico y humano, porque con frecuencia su construcción exige trasladar a pueblos enteros y sepultar bajo las aguas tierras de cultivo, bosques y otras zonas silvestres.

El impacto ambiental de este sistema de obtención de energía eólica es bajo. Es, sobre todo, estético, porque deforman el paisaje, aunque también hay que considerar la muerte de aves por choque con las aspas de los molinos.

La biomasa puede ser utilizada directamente como combustible. Alrededor de la mitad de la población mundial sigue dependiendo de la biomasa como fuente principal de energía. El problema es que en muchos lugares se está quemando madera y destruyendo a un ritmo mayor que el que se reponen, por lo que se están causando graves daños ambientales: deforestación, pérdida de biodiversidad, desertificación, degradación de las fuentes de agua, etc.

Desde el punto de vista ambiental la energía geotermal tiene varios problemas. Por una parte, al agua caliente extraída el subsuelo es liberada en la superficie, contaminando térmicamente los ecosistemas, al aumentar su temperatura natural. Por otra parte, el agua extraída asciende con sales y otros elementos disueltos que contaminan la atmósfera y las aguas si no es purificada

También se puede usar la biomasa para preparar combustibles líquidos, como el metanol o el etanol, que luego se usan en los motores.

El principal problema de este proceso es que su rendimiento es bajo, ya que de un 30 a un 40%

de la energía contenida en el material de origen se pierde en la preparación del alcohol.

Efecto Invernadero Natural

La absorción de energía por un determinado gas tiene lugar cuando la frecuencia de la radiación electromagnética es similar a la frecuencia vibracional molecular del gas. Cuando un gas absorbe energía, esta se transforma en movimiento molecular interno que produce un aumento de temperatura.

Forzamiento del efecto invernadero

Algunos gases emitidos por actividades humanas (denominados Gases de Efecto Invernadero - GEI) como el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el metano, algunos halocarbonos (como los CFCs, HCFCs, HFCs y los PFCs), así como el ozono troposférico (el cual se forma a partir del monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y otros compuestos orgánicos volátiles), son buenos absorbentes de la radiación infrarroja y específicamente los halocarbonos porque muchos de ellos absorben energía en la región de longitudes de onda donde la energía no es absorbida por el dióxido de carbono ni el vapor de agua (región denominada como ventana atmosférica).

Efectos del aumento del Dióxido de Carbono

Los efectos del aumento del CO₂, así como del forzamiento radiactivo están trayendo unas consecuencias inesperadas para el medio ambiente. Ya se han observado muchos impactos del cambio climático, incluido el retroceso de los glaciares, cambios en el tiempo de los eventos estacionales, como el florecimiento precoz de las plantas, y cambios en la productividad agrícola.

Los gases de efecto invernadero están atrapados dentro en la atmósfera y aumentan la temperatura terrestre. Así, los estudios indican que las olas de calor serán cada vez más frecuentes durante los próximos años y en el futuro será 100 veces peor. Esto dará lugar a un aumento de enfermedades relacionadas con el calor y también desencadenará innumerables incendios.

Por otro lado, cuando la temperatura de los océanos se vuelve más cálida, las tormentas son más intensas. Por ello, el agua caliente del océano alimentará la intensidad de las tormentas y dará como resultado un mayor número de huracanes extremadamente devastadores. Esto provocará inundaciones, pérdida de vidas, así como cuantiosos daños materiales.

Contrariamente, otro de los efectos serán el aumento de sequías. Debido al calentamiento global, está disminuyendo el agua dulce, lo que a su vez lleva a un deterioro de la agricultura. Esto traerá consigo hambrunas cada vez más duraderas, como la que asolan determinados lugares de África como Somalia o Etiopía. Especies en extinción y destrucción de ecosistemas

Los Bonos del Carbono

La Convención Marco sobre el Cambio Climático realizada por las Naciones Unidas en 1992, tenía como propósito fundamental generar acciones puntuales para mitigar el calentamiento global. El Protocolo de Kyoto se aprueba en 1997 como un anexo de la Convención, en él se desarrolla el Mercado de Carbono cuyo fin es la comercialización de los bonos de carbono, que pretende básicamente disminuir la emisión de los gases efecto invernadero² (GEI) (Jasc, 2002; Fraume, 2007), implícitamente también busca proporcionar oportunidades de negocio rentables; este comercio es parte de los mercados ambientales³, fundamentado en el interés mundial por reducir los gases efecto invernadero (GEI) causantes del cambio climático. Hacen parte de este mercado, entre otros, los Bonos de Carbono conocidos también como Bonos Verdes.

Los Bonos de Carbono son un instrumento financiero, perteneciente al mercado de capitales, en el cual se deben cumplir unas condiciones mínimas para su funcionamiento, para garantizar transparencia, seguridad y eficiencia en su compra y venta. Genéricamente estas actividades y sus títulos pertenecen al mercado financiero. Las bolsas de valores son las que crean un mercado de carbono, razón por la cual se explica la estructura del mercado financiero donde, además de otros mercados, se encuentra el mercado de capitales donde se ubica el mercado no intermediado que comprende el mercado bursátil.

El Protocolo de Kyoto (1997) define la arquitectura del mercado de carbono donde se establecen los objetivos cuantificados de estas reducciones de emisiones y se definen los mecanismos de mercado para disminuir el costo de la implementación. El mercado de carbono comprende el uso de bosques y plantaciones forestales como sumideros de carbono (Bravo 2006), además es muy importante y con muchas posibilidades de crecimiento ya que en el futuro se establecerán mayores restricciones para la emisión de GEI.

Definición

El mercado de carbono es el lugar donde se compran, venden y valorizan instrumentos financieros denominados certificaciones o bonos de carbono destinados a la reducción de emisión de GEI, con el propósito de que los países a los que hace referencia el Protocolo de Kyoto puedan cumplir con los compromisos de reducción adquiridos. A continuación, se presentan las siguientes definiciones, de algunos autores:

- a. El mercado de carbono es un sistema de comercio en el cual se compran y venden emisiones reducidas o secuestradas de Gases Efecto Invernadero obtenidas a través del desarrollo de proyectos creados para este fin específico, disminuyendo el efecto nocivo causante del cambio climático; además contribuyendo a la transferencia de tecnología y el desarrollo sostenible, pero además a alcanzar beneficios económicos (Samayoa 2011).
- b. El mercado de carbono es un “sistema de intercambio de los bonos o créditos de carbono. Existen varias modalidades: sistemas de adopción de techo y comercio de emisiones en países que cumplen con los objetivos fijados en el Protocolo de Kyoto e intercambio de bonos” (Gardner 2008).
- c. “El Mercado de Carbono es el que se comercia con reducciones de emisiones de carbono, generalmente en forma de créditos de carbono (reducciones verificadas o certificadas) (Angelsen, Brockhaus, Sunderlin y Verchot, 2013).

- d. Para Méndez y Restrepo (2013) el Mercado de Carbono es: un mecanismo de ventas que consiste en que si una empresa o país logra reducir sus emisiones de CO₂ puede poner en venta dicha reducción a países desarrollados que estén obligados a emitir menos gases, dando paso a generar beneficios para la sociedad

El Mercado de Carbono transa tres clases de activos:

- Permisos de emisión, los cuales son asignados por los gobiernos de los países Anexo I a las empresas que emiten GEI, de acuerdo con los compromisos asumidos en el marco del Protocolo de Kyoto.
- Certificados de Reducción de Emisiones basados en proyectos, los cuales se originan en el momento en que un proyecto de mitigación se establece en un país en desarrollo o en Europa y se puede demostrar que se reducen emisiones de GEI. Dichos certificados pueden ser CERs que se obtienen en los proyectos de MDL llevados a cabo en países en desarrollo, y los certificados EURs (Emission Reduction Units) originados en los proyectos de los Mecanismos de Implementación Conjunta (MIC) en Europa.
- Certificados de Reducción de Emisiones voluntarias, son aquellos que se comercializan en los mercados de carbono voluntarios.

Mercado primario

El mercado primario surge cuando el comprador adquiere directamente los bonos de carbono al vendedor que origina dichos bonos, a través de la firma de un contrato denominado “Acuerdo de Compra Venta de Reducción de Emisiones” (Emission Reduction Purchase Agreement). Este mercado es importante porque su crecimiento demuestra que se están financiando o ejecutando proyectos de mitigación.

Mercado secundario

El mercado secundario realiza transacciones entre operadores financieros y compradores de CERs que ya fueron emitidos. El precio de los certificados en este mercado depende del mercado europeo, y a su vez, existe una amplia variedad de tipos de transacciones de carbono y de comercializadores de certificados.

Beneficios y dificultades del mercado de carbono El mercado de carbono, tiene aspectos positivos y negativos en el funcionamiento del mismo. A continuación, se mencionan algunos aspectos:

BENEFICIOS	DIFICULTADES
Disminución de riesgos operativos y financieros	Poder verificar que efectivamente se hacen las reducciones de GEI
Cumplir con los compromisos de reducción de emisiones, aplicando estándares de calidad verificados.	Establecimiento de sistemas de certificación confiables.
Resultados comprobados en la disminución de emisiones que contribuyen a disminuir el impacto negativo en el cambio climático.	La distribución de permisos de emisiones para los diferentes países puede ser inequitativa (ejemplo la Unión Europea

Manejo de emisiones a costo razonable.	Se puede especular con el precio del bono de carbono
Lograr un reconocimiento por el compromiso adquirido en reducción de emisiones.	Tener certeza sobre la calidad del bono, es decir, si cumple con los requisitos de un proyecto de mecanismo de desarrollo limpio (MDL)

Tabla. 179: Beneficios y dificultades del mercado de carbono

En ese sentido el trabajo de grado aportara a la promoción de proyectos de tipo energético renovables por lo tanto se podría acoplar a la obtención de bonos verdes puesto que ese tipo de acciones conllevan a la reducción del Dióxido de Carbono que es uno de los principales Gases de Efecto Invernadero.

Emisiones de CO2 en El Salvador

Según el primer informe bienal de actualización en El Salvador realizado en el año 2018 por el MARN, PNUD y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), presenta el cálculo de las emisiones de CO2 en El Salvador en cuyo apartado dice textualmente los siguiente:

Métodos y fuentes de información

Para estimar las emisiones y absorciones de GEI de El Salvador, en el presente INGEI, se ha aplicado mayoritariamente un Nivel 1 debido principalmente a la falta de disponibilidad de factores de emisión específicos. Sin embargo, se han aplicado métodos de Nivel 2 en las siguientes categorías y gases: Emisiones de SO2 en todas las categorías del sector Energía; y Emisiones de CO2 de la categoría Producción de cemento del sector IPPU. Todas las emisiones y absorciones de GEI del presente INGEI son reportadas en la unidad kilotoneladas (kt), la cual es equivalente a mil toneladas de GEI. Los datos de actividad usados son los disponibles en el país y fueron obtenidos bajo la coordinación del MARN desde diferentes fuentes sectoriales. Pese a los esfuerzos realizados, hubo un déficit en la disponibilidad de una parte de los datos de actividad del país, necesarios para la preparación del INGEI. Esto representó una dificultad para completar la estimación de algunas de las categorías. Con relación a los factores de emisión y otros coeficientes de conversión, se usaron principalmente los proporcionados por las Directrices del IPCC. 2006.

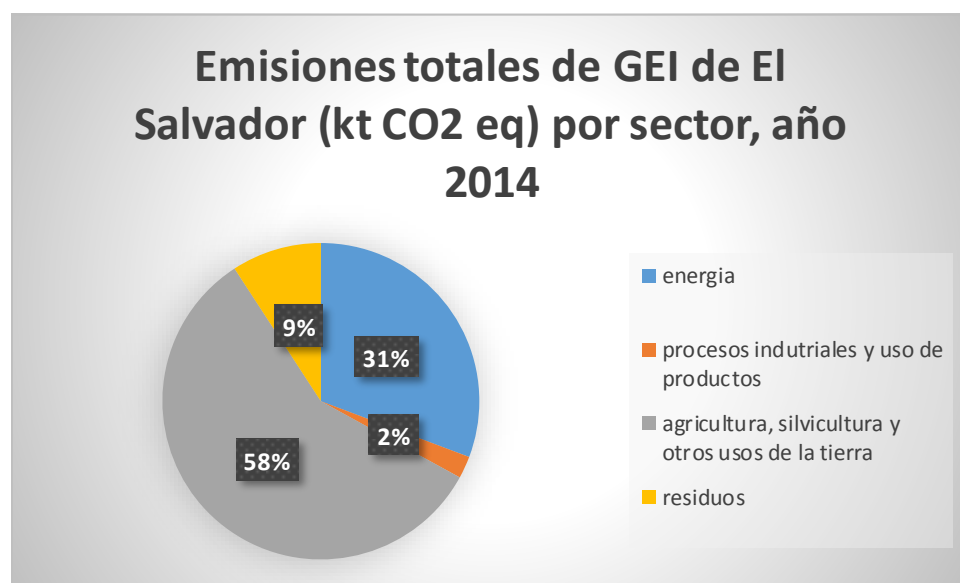
Categorías principales

El análisis de las categorías principales se desarrolló a nivel de componente para todos los sectores y los GEI estimados para el 2014. Se destaca que solo 17 fuentes o sumideros de GEI representan el 95,8 % de las emisiones y absorciones de GEI del país en 2014. Es así como las emisiones de CO2 de Tierras forestales que permanecen como tales es la

principal categoría (23,2 %), debido principalmente a las perturbaciones en bosques secundarios y cafetales; seguida de las emisiones de CO2 de tierras convertidas en pastizales (14,4 %); las emisiones de CO2 de transporte terrestre (11,7 %); las absorciones de CO2 de tierras convertidas en tierras forestales (7,4 %), la cual destaca por ser la única categoría principal que es un sumidero neto; y así sucesivamente. 2.5. Emisiones y absorciones de GEI de El Salvador,

año 2014 Las emisiones de GEI totales, en el 2014, fueron 20.394,9 kt CO2 eq. Para ofrecer una panorámica de la contribución que cada sector realiza al INGEI, la Tabla RE2 y Figura RE1 muestran que el mayor aporte de GEI al país lo hace el sector AFOLU, con 11.793,6 kt CO2 eq (57,8 %); seguido del sector Energía, con 6.268,5 kt CO2 eq (30,7 %); el sector Residuos, con 1.871,2 kt CO2 eq (9,2 %); y por último el sector IPPU, con 461,6 kt CO2 eq (2,3 %).

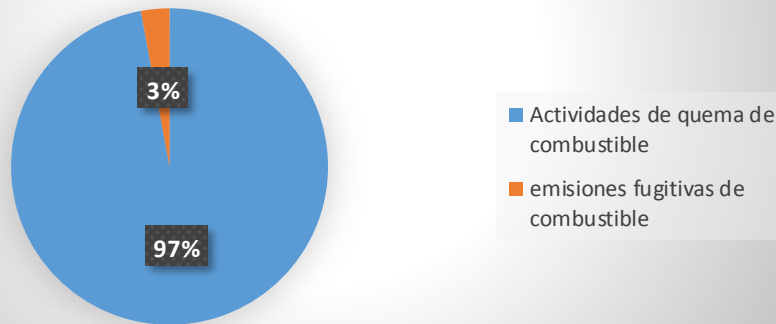
Sector	2014
energía	6268.5
procesos industriales y uso de productos	461.6
agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	11793.6
residuos	1871.2
total	20394.9



Sector Energía

Las emisiones de GEI totales del sector energía, en el 2014, fueron de 6.268,5 kt CO2 el siguiente gráfico muestra claramente la significativa relevancia de la categoría Actividades de quema de combustible con 6.087,1 kt CO2 eq (97,1 %); seguido de la categoría Emisiones fugitivas de combustibles con 181,4 kt CO2 eq (2,9 %). En general, las emisiones del sector están dominadas por el consumo de combustibles fósiles, especialmente para el transporte terrestre y la industria de generación de energía.

Emisiones totales de GEI del sector Energía (kt CO2 eq) por categoría, año 2014



Emisiones de CO2 de la quema de biomasa

Las emisiones de CO2 por la quema de biomasa han sido estimadas, a partir de las cantidades de consumo energético de biomasa señaladas en los balances energéticos anuales de El Salvador y los factores de CO2 por defecto y corresponde a: 2,016.2 (KT) CO2.

RECURSO	MWh	% reducción del CO2
Energía Eólica	12,927.80	16.02
Energía Geotérmica	24,709.45	30.62
Energía Hidroeléctrica	41,101.00	50.94
Solar Fotovoltaica	1,947.12	2.41

7. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

En la presente sección se abordará el tema de fuentes de financiamiento para la implementación del proyecto.

El financiamiento de un proyecto es la obtención de recursos de fuentes internas o externas, a corto, mediano o largo plazo, que requiere para su operación normal y eficiente una empresa pública, privada, social o mixta.

El objetivo del financiamiento es la obtención de liquidez suficiente para realizar las actividades propias de la ejecución del proyecto en todas sus etapas de una forma segura y eficiente. Para ello deben de seguirse una serie de pasos

1. Previsión de la necesidad de fondos: definición clara de la necesidad de recursos financieros para el desarrollo del proyecto.
2. Preparación a la negociación: establecer relaciones primarias con las instituciones candidatas a ser fuentes de financiamiento del proyecto.
3. Negociación: se seleccionan dos o tres instituciones de crédito, a las cuales se les proporcionan la información requerida por ellas, para el posible financiamiento, acá se dan a conocer las condiciones del financiamiento como el monto a pedir, la tasa de interés que se deberá pagar, el plazo que se otorga para finiquitar el préstamo, las garantías, formas de pago, requisitos legales, fiscales. Debiendo escoger la más conveniente para cerrar y firmar el contrato de financiamiento.
4. Mantenimiento de la vigencia del financiamiento: se deberá entregar la información periódica que solicite la entidad financista, también deberá de llevarse a cabo un análisis o informe del cumplimiento de las obligaciones contraídas en el contrato de la institución crediticia.
5. Pago del financiamiento o en su defecto renovación del financiamiento.

7.1. TIPOS DE FINANCIAMIENTO

Fuentes de financiamiento internas: “Es aquél que proviene de los recursos propios de la empresa, y se ve reflejado en el activo, es por eso que se debe llevar a cabo un inventario de todo aquello de lo cual se pudiera echar mano en un momento dado, para tener sobrante de capital de trabajo, o bien hacerle frente a una situación difícil en materia financiera.”⁶ Algunos de ellos son:

- Activo fijo susceptible de ser vendido.
- Venta del desperdicio.
- Bienes raíces susceptibles de ser vendidos.
- Excedentes de mercancías.
- Venta de materia prima.
- Incorporando un nuevo socio al negocio.
- Aumentando el capital social con la aportación de uno o varios socios.

7.1.1. Fondo Salvadoreño para estudios de Pre-inversión (FOSEP)

El Fondo Salvadoreño para Estudios de Preinversión -FOSEP, es una entidad financiera de derecho público con personalidad jurídica y domicilio en la Ciudad de San Salvador.

Fue creado mediante Decreto Legislativo No. 532, con fecha 18 de mayo de 1978 (D.O. No. 102 tomo No. 259 del 2/6/78).

Con el objeto de readecuar su estructura organizativa, administrativa a la dinámica que conlleva la demanda cada vez más creciente de financiamiento de preinversión del sector público y privado, fue sustituida su Ley creadora, mediante el Decreto Legislativo No. 775 de fecha 25 de abril de 1991 (D.O. No. 90, Tomo No. 311 del 20/5/91).

Con fecha 19 de junio de 1997 se emitió el Decreto Legislativo No. 38 mediante el que se estableció que la Dependencia de enlace del Gobierno con el FOSEP, sea el Ministerio de Hacienda.

MISIÓN

Somos una Organización especializada, competitiva y confiable, enfocada a satisfacer oportuna y eficazmente, en los sectores público y privado, las necesidades de financiamiento para la elaboración de estudios de preinversión, mediante la asistencia técnica y la asesoría, contribuyendo así a optimizar su inversión y a fomentar la cultura de la preinversión.

VISIÓN

Ser reconocidos a nivel nacional como la mejor opción en asesoría y el financiamiento de la preinversión.

Política Institucional

Administrar y reinvertir los recursos financieros provenientes de las recuperaciones de los préstamos otorgados por el BID destinándolos al financiamiento de estudios y actividades de preinversión que demande el sector público y privado.

La política de crédito del FOSEP está en armonía con la política de preinversión e inversión del Estado, lo cual se asegura al tener como requisitos para financiar estudios, el que cuenten con la Autorización del Ministerio de Hacienda.

La Ley del FOSEP fue elaborada considerando que es necesaria la existencia de una institución que facilite en cualquier momento del año, fondos para contratar estudios de preinversión, lo que se convierte en un apoyo del GOES.

Financiamiento de estudios de preinversión

El FOSEP tiene como objetivo la concesión de recursos financieros en calidad de préstamos a usuarios del sector público y privado, con el fin de que puedan costearse total o parcialmente el pago de actividades y estudios de preinversión, que contribuyan a la consecución de los objetivos adoptados en los planes nacionales de desarrollo.

El financiamiento puede ser solicitado por las siguientes entidades o sectores

Propietario del estudio, es el usuario del fondo quien recibe el estudio puede ser el mismo o una entidad ejecutora, así como:

- Entidades centralizadas
- Entidades descentralizadas
- Sector privado
- Alcaldías
- ONG's

El FOSEP no entrega dinero al solicitante del préstamo, sino que, **contrata al consultor** y le paga directamente contra productos aprobados por el propietario del estudio.

Seguimiento a la contratación y al estudio

Entidades Centralizadas y descentralizadas

- Comité técnico de seguimiento (propietario, FOSEP, Ministerio de Hacienda)
- Supervisor

Entidades Privadas

Propietario

Enlace

Alcaldías

- Comité técnico de seguimiento (propietario, FOSEP, Ministerio de Hacienda)
- Supervisor

Montos A financiar

Monto Mínimo US \$5,000.00

Desde US \$ 5,000 hasta \$450,000

En este rango los estudios son contratados a través de concurso privado para el sector público y contratación directa para el sector privado

Montos mayores a \$450,000

Los estudios son contratados a través de concurso público para el sector público y concurso privado para el sector privado.

Los Requisitos de Elegibilidad son:

- A. Gobierno central Compatibilidad con los planes y prioridades nacionales establecidas por el los proyectos deben ser compatibles con el cumplimiento de los objetivos económicos y sociales del país; y tener un propósito claramente definido.

B. Evidente viabilidad

1. *Estudios básicos*

Debe existir suficiente evidencia de la viabilidad ambiental, social, técnica y económica que justifiquen su realización.

Deberán estar identificadas las posibles implicaciones prácticas de los resultados esperados del estudio.

Para estudios básicos con financiamiento no reembolsable, deberán generar: propuestas específicas de políticas o programas de inversión que beneficien directamente a grupos de población de bajos ingresos y/o áreas económicamente deprimidas; propuestas específicas, de política, programa de acciones que promuevan el desarrollo y expansión del sector privado. Las condiciones las determina el donante de los recursos.

2. Estudios de prefactibilidad

Como requisito para financiamiento de este tipo de estudio debe plantearse, el problema a solucionar y en la medida de lo posible, las alternativas de solución deben estar claramente identificadas.

Deberán identificarse sus posibles beneficios y costos, beneficiarios, impacto ambiental y demás aspectos pertinentes para su ejecución y operación.

3. Estudios de factibilidad

Este a nivel preliminar (prefactibilidad), demostrar que el proyecto objeto de estudio es económica y financieramente rentable, técnicamente viable con una evaluación completa del impacto ambiental.

Los estudios específicos que se financien con carácter no reembolsable, deberán estar orientados a evaluar proyectos en los sectores de salud, saneamiento ambiental, educación y medio ambiente incluyendo recursos naturales que beneficien directamente a grupos de población de bajos ingresos y/o áreas económicamente deprimidas y a promover una mayor participación de la mujer en la actividad económica. Estas condiciones pueden variar según las condiciones que establezca el donante de los fondos, para lo que el FOSEP actúa como administrador de los mismos.

4. Diseños finales

Deberá demostrar que el proyecto es factible en los aspectos técnicos, económicos, ambientales, financieros e institucionales, a través de un estudio completo de factibilidad.

5. Estudios complementarios. Se deberá contar con un estudio de factibilidad parcial o total.

6. Actividades de preinversión

a. Proyectos piloto pruebas y otras

Actividades tales como ejecución de proyectos piloto, pruebas y otras necesarias para evaluar la viabilidad técnica, ambiental, económica y financiera de un proyecto o grupo de proyectos, podrán financiarse siempre y cuando previamente se haya realizado cuando menos estudios a nivel de prefactibilidad.

b. Actividades de fortalecimiento institucional

Solamente podrán financiarse aquellas que, como resultado de ellas, entidades del sector público incrementarán su grado de eficiencia y eficacia en la ejecución de proyectos de inversión y preinversión.

C. De los propietarios de los estudios

Los propietarios de la actividad o estudio de preinversión deberán ser entidades del sector público, personas naturales de nacionalidad salvadoreña, personas jurídicas del Sector Privado legalmente establecidas en El Salvador y Organismos no Gubernamentales legalmente establecidos en el país, como fundaciones, asociaciones y otros organismos dedicados a actividades no lucrativas.

FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL FOSEP

Los montos de financiación se utilizan únicamente para pagar los costos de los estudios de pre inversión, mismos que son detallados en los términos de referencia de cada proyecto, el FOSEP asigna a un Monitor el cual debe de ser un experto en el área según el proyecto que va ha desarrollarse, por ejemplo si es la construcción de una carretera el monitor debe de ser un Ingeniero con especialidad en carreteras este ayudara a la formulación de los términos de referencia del proyecto, el consultor debe de ser escogido dentro de la base de datos que se existente en el País.

Respecto a los fondos o costos a asignar el FOSEP no tiene límite de para la asignación, únicamente si el monto sobrepasa los \$450,000.00, la consultoría deberá ir a concurso público (publicación en los dos diarios de mayor circulación del País y en la revista de la ONU) si el propietario es una entidad pública y a contratación directa si es una empresa privada.

Los pagos se hacen de la siguiente manera:

Documento	Porcentaje De Desembolso De Fondos	Porcentaje Acumulado
Informe Inicial O Definición De La Metodología	10%	10%
Informe De Avance O Diagnostico	30%	40%
Informe Final O Presentación De Resultados	60%	100%

Tabla. 180: Porcentaje de desembolso de fondos.

7.1.2. BANDESAL

La Banca de Desarrollo es un mecanismo estratégico que tiene como propósito acompañar con recursos financieros a las políticas públicas sectoriales, que se establezcan por el gobierno, para promover el desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa, las exportaciones, la generación de empleo y en consecuencia el desarrollo económico del país.

Al entrar en vigencia la Ley del Sistema Financiero para Fomento al Desarrollo, se crea el Banco de Desarrollo de El Salvador y los fondos que éste administra: Fondo de Desarrollo Económico y Fondo Salvadoreño de Garantías, enfocando sus esfuerzos en atender brechas de mercados, facilitando productos financieros que se ajusten a las necesidades empresariales, contribuyendo así a la dinamización de la economía de El Salvador.

Programa Empresa renovable

BANDESAL cuenta con la Línea de Crédito de Eficiencia Energética y Energías Renovables, a la cual se puede acceder a través de las instituciones financieras intermediarias de BANDESAL.

La línea tiene como objetivo: “Promover el desarrollo sustentable y los beneficios medioambientales por medio del otorgamiento de créditos para inversiones en proyectos de eficiencia energética, energía renovable y protección ambiental sobre todo de pequeñas y medianas empresas (PYME), sin limitar el financiamiento de proyectos de la Grande y Microempresa”.

Objetivos Generales del Programa

- Contribuir a la reducción de la contaminación ambiental y a un uso más eficiente de los recursos de las empresas salvadoreñas.
- Financiar a las empresas en inversiones a largo plazo para favorecer su reconversión en eficiencia energética (EE).
- Contribuir a la generación y cogeneración de fuentes de energías renovables.
- Apoyo en asistencia técnica para inversiones de reconversión ambiental, eficiencia energética y energía renovable

PROGRAMA EMPRESA RENOVABLE

Busca promover el desarrollo sustentable y los beneficios medioambientales por medio del otorgamiento de créditos para inversiones en proyectos de eficiencia energética, energía renovable y protección ambiental de las PYME y cuenta con tres componentes:

FONDO DE ASISTENCIA TÉCNICA

OBJETIVO

El Fondo de Asistencia Técnica (FAT) pone a disposición del empresario fondos no reembolsables para la preparación técnica de los proyectos de inversión en eficiencia energética, energías renovables y protección ambiental.

BENEFICIARIOS

Los beneficiarios del FAT son:

- ▶ Usuarios de la línea de crédito para Eficiencia Energética y Energías Renovables de KfW.
- ▶ El grupo meta del Proyecto serán primordialmente pequeñas y medianas empresas con actividad económica en El Salvador, lo anterior no limita la posibilidad de financiar proyectos con la grande o micro empresa.



LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO

ACTIVIDADES A FINANCIAR

Las actividades que se pueden financiar por medio de este programa son las relacionadas a proyectos de:

- ▶ Eficiencia Energética.
- ▶ Energías Renovables.
- ▶ Protección Ambiental.

CONDICIONES FINANCIERAS*

DESTINOS	PLAZO MÁXIMO**	PERÍODO DE GRACIA MÁXIMO
Proyectos de generación de energías alternativas o renovables.	10 años	2 años
Adquisición de activo fijo: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Compra de maquinaria y equipo u otros activos mobiliarios incluyendo gastos de internación e instalación. ▶ Cualquier otra inversión que contribuya a la reconversión ambiental de las empresas. 	10 años	1 año
Adquisición o desarrollo de construcciones, instalaciones, edificaciones e infraestructura física.	10 años	2 años
Capital de trabajo y otros gastos asociados a la reconversión.	4 años	1 año

***El vencimiento de los créditos no deberá exceder el 30 de diciembre de 2024, plazos mayores previa autorización*

LÍNEAS DE GARANTÍAS

Para facilitar el acceso al crédito, BANDESAL pone a disposición de las Instituciones Financieras el Fondo Salvadoreño de Garantías (FSG) con un programa especial para brindar garantías complementarias a los empresarios que deseen implementar un proyecto de eficiencia energética o energía renovable.



DESTINOS	PLAZO MAXIMO	PERIODO DE GRACIA MAXIMO
Proyectos de generación de energías alternativas o renovables. 15 años 3 años	15 años	3 años
Adquisiciones de activo fijo: compra de maquinaria y equipo u otros activos mobiliarios incluyendo gastos de internación e instalación, o cualquiera otra inversión que contribuya a la reconversión ambiental de las empresas	15 años	3 años
Adquisición de terrenos, instalaciones y edificaciones, construcción, remodelación y mejoras a inmuebles productivos	15 años	3 años
Capital de trabajo asociado a la reconversión	4 años	1 años

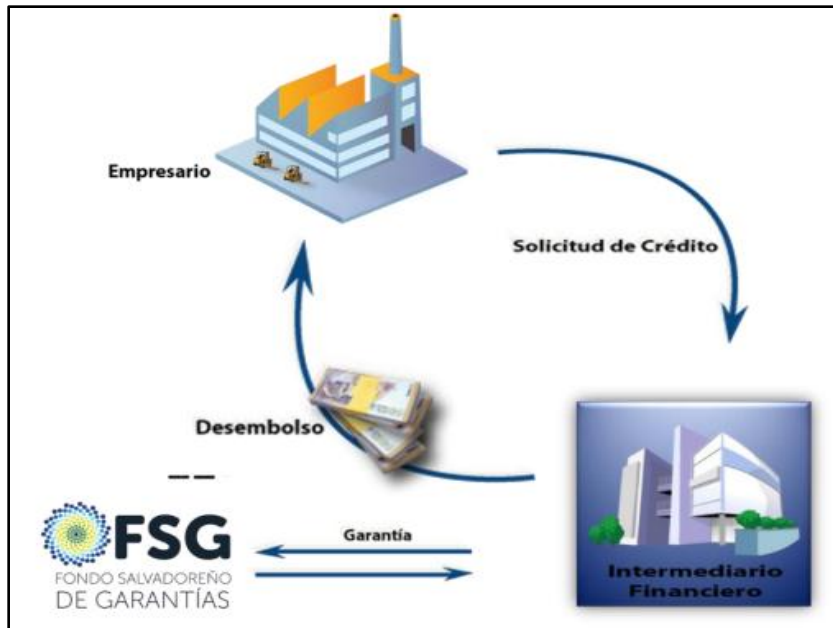
Tabla. 181: Plano máximo de financiamiento.

Sujetos de crédito:	Personas naturales o jurídicas
Monto máximo de financiamiento:	Hasta el 90% del monto de la inversión
Tasa de Interés:	Se definirá entre la empresa solicitante y la institución financiera

con respecto a los criterios de evaluación, según las facultades que confiere la Ley de Creación, el Banco puede otorgar créditos para el financiamiento de proyectos del sector privado (personas naturales o jurídicas) a desarrollarse en el territorio nacional. Además, los recursos se destinarán para promover el desarrollo de proyectos viables y rentables de sectores productivos del país.

En términos de proyectos de Eficiencia Energética y Energías Renovables, las líneas del Fondo Salvadoreño de Garantías (FSG) buscan proveer de garantías a los proyectos que buscan disminuir el consumo energético, facilitando el acceso al financiamiento bancario, lo que contribuye a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero, así como contribuir a la creación de un mercado de eficiencia energética y de generación de energía, a través de la participación activa de las empresas proveedoras de estas tecnologías.

La operatividad del FSG es la siguiente: la empresa o persona natural solicita directamente el financiamiento a la institución financiera intermediaria, quien le otorga el crédito bajo sus condiciones, y si la empresa no cuenta con las garantías suficientes para respaldar un crédito, el Fondo Salvadoreño de Garantías le ofrece garantías complementarias a las micro, pequeñas y medianas empresas, con montos y porcentajes que se definen según el destino del crédito, y comisiones según la cobertura y la calificación de la empresa o persona natural. El trámite lo realiza la institución financiera, directamente con BANDESAL.



Instituciones con quienes BANDESAL tiene convenios para dar financiamiento y asistencia técnica a los proyectos de energía renovable y eficiencia energética

Hasta diciembre 2018, BANDESAL ofreció asistencias técnicas mediante un acuerdo con el Banco de Desarrollo Alemán – KfW, que creó el Fondo de Asistencia Técnica, que permitió atender a 45 empresas entre 2015 y 2018, otorgando la cobertura de 50% o 75% del costo de la asistencia técnica, según el tamaño de empresa y el tipo de proyecto, por un costo máximo de \$30,000.00. Además, el FAT contemplaba en sus condiciones que, si la empresa ejecutaba el proyecto al que se brindó asistencia técnica, con fondos de la línea de crédito del Programa, se reembolsaba el aporte empresarial del 50% o 25%, según el caso. En la actualidad, ya no se cuenta con fondos del FAT; pero se han iniciado conversaciones y negociaciones para una nueva fase de préstamo y FAT. Mientras tanto, se ofrecen charlas informativas a empresas y jornadas de capacitación en temas de Eficiencia Energética y Energías Renovables, con el propósito de brindar conocimientos sobre alternativas viables y las ventajas de realizarlas.

¿Con qué otras instituciones de gobierno trabajan BANDESAL en alineación con las metas del ODS 7, el cual pretende garantizar el acceso a energías sostenibles y modernas?

Se tiene suscrito un Convenio de Cooperación Técnica entre BANDESAL y el Consejo Nacional de Energía (CNE), con el fin de garantizar la eficiencia en las condiciones de promoción, evaluación técnica, inversión y acceso a créditos para desarrollar e implementar proyectos de eficiencia energética y energías renovables, pudiendo ejecutar planes y programas tendientes al financiamiento de proyectos eficiencia energética y energías renovables. Dicho Convenio busca también racionalizar el uso de la energía y promover la inversión para el desarrollo del sector energético; así como la expansión y el desarrollo de los recursos naturales renovables, lo cual está en concordancia con el ODS 7.

B. PLAN DE IMPLANTACIÓN

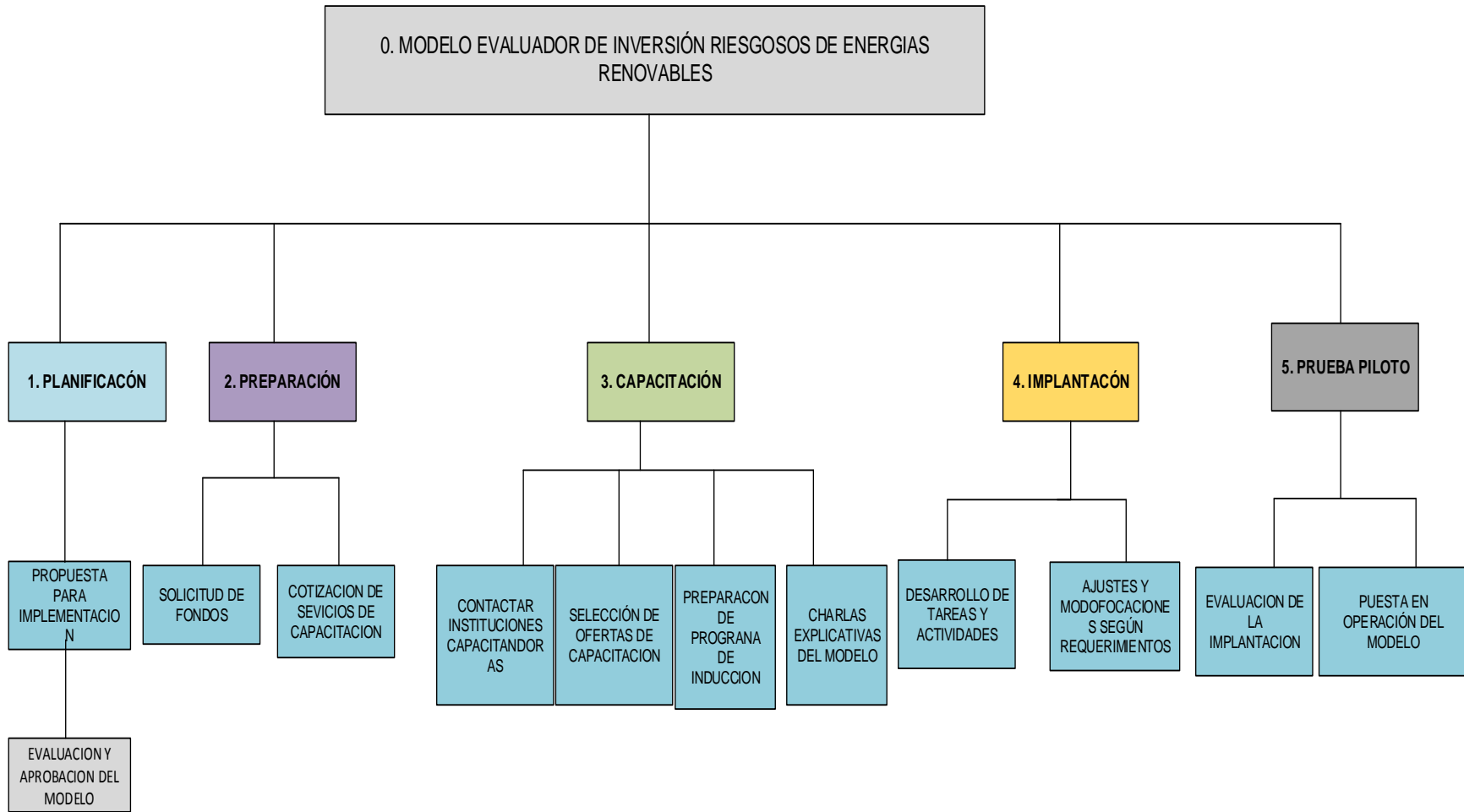
DESGLOSE ANALITICO

OBJETIVO DEL PROYECTO: Realizar una prueba piloto del modelo evaluador de riesgos de inversión en energías renovables.

SUBSISTEMAS:

- 1- **Planificación:** Creación del presupuesto para la implementación del modelo evaluador de energías renovables, Evaluación y aprobación del modelo evaluador.
- 2- **Preparación:** de todos los requerimientos necesarios para la implantación y puesta en marcha del modelo. Implica la solicitud y contratación de los servicios de capacitación, preparación del material didáctico necesario, adecuación de las instalaciones y adquisición de la inversión fija del proyecto.
- 3- **Capacitación:** de la organización, tanto del nivel gerencial como operativo.
- 4- **Implantación:** del sistema de gestión de costos, que implica la divulgación y seguimiento de las nuevas políticas, objetivos, procedimientos y demás aspectos contenidos en el modelo. Este paquete de trabajo también incluye la evaluación y modificaciones necesarias al modelo de acuerdo a su identificación durante la implantación.
- 5- **Prueba piloto:** Evaluación de la implantación, puesta en operación del modelo evaluador riesgosos de energías renovables

1. PAQUETES DE TRABAJO



2. ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN

Para poner en marcha el modelo evaluador de riesgos de inversión en energías renovables, se requiere la ejecución de un conjunto de actividades, las cuales se describen a continuación:

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD
PLANIFICACIÓN	
A	Creación del presupuesto para la implementación del modelo evaluador de energías renovables
B	Evaluación y aprobación del modelo evaluador
PREPARACIÓN	
C	Solicitud de fondos para el modelo
D	Cotización de servicios de capacitación
E	Evaluación y selección de propuestas para capacitación
F	Elaboración de material didáctico
G	Compra de recursos y materiales necesarios
CAPACITACIÓN	
H	Contactar las posibles instituciones capacitadoras
I	Evaluar y selección de las alternativas de acuerdo a las diferentes ofertas de capacitación
J	Preparación de programas de inducción
K	Charlas de inducción a la gerencia (en conjunto)
L	Charlas de inducción al personal necesario para elaborar
M	Trámites para la capacitación adicional de puestos según requerimientos
N	Charlas explicativas del modelo
IMPLEMENTACIÓN	
O	Divulgación de estrategia, políticas y objetivos organizacionales
P	Asignación y esclarecimiento de funciones
Q	Desarrollo de tareas y actividades
R	Ajustes y modificaciones según requerimientos
PRUEBA PILOTO	
S	Prueba piloto
T	Evaluación de la implantación
U	Puesta en operación el modelo evaluador de energía renovables

Tabla. 182: Actividades de implementación.

Descripción de Actividades de Implantación

A continuación, se describe cada una de las actividades que se llevarán a cabo para desarrollar el Plan de Implantación del modelo evaluador de riesgos. Estas Actividades se presentan de forma general y se consideran como macro actividades.

PLANIFICACIÓN

Actividad A: Creación del Presupuesto para la Implantación del modelo evaluador de riesgos

El inversionista determinará el presupuesto de gastos necesario para la realización de todas las actividades de implantación, tales como la adquisición de equipo y materiales para cada uno de los planes de acción. Esto se realizará en base al siguiente procedimiento:

No	Actividad
1	Elaboración del presupuesto con base a la evaluación económica del proyecto
2	Enviar el presupuesto al inversionista
3	Evaluar el presupuesto de implementación y realizar observaciones pertinentes
4	Realizar observaciones y cambios, si los hay y enviar de nuevo el presupuesto
5	Revisar y aprobar presupuesto de implantación

Actividad B: Evaluación y Aprobación del modelo evaluador

Se discutirá y aprobará el programa de Implantación del modelo evaluador. El plan de implantación deberá de ser revisado para su aprobación final por el inversionista.

No	Actividad
1	Elaborar plan de implementación del modelo evaluador
2	Revisar el plan de implantación y realizar ajustes de ser necesario

PREPARACIÓN

Actividad C: Solicitud de fondos para el modelo

Actividad D: Cotización de servicio de capacitación

CAPACITACIONES

Actividad H: Contactar las posibles Instituciones Capacitadoras.

Consiste en la búsqueda y contacto las instituciones capacitadoras y/o personas naturales que serán las encargadas de realizar las capacitaciones, esta gestión se realizará por medio del Encargado del área Administrativa y esto será en base al programa de capacitación, que se presenta en el desarrollo del Diseño del modelo

Actividad I: Evaluación y Selección de las Alternativas de acuerdo a las diferentes ofertas de Capacitación Consiste en la evaluación, selección y contratación del personal encargado de realizar las capacitaciones.

IMPLEMENTACIÓN

para la realización de ajustes del proyecto durante la implantación del modelo se tomará en cuenta, además del aporte del personal, las opiniones de consultores y empresarios invitados. Esto será con el propósito de enriquecer el modelo propuesto a través de su facilidad e implantación.

Actividad O: divulgación de estrategias, políticas y objetivos organizacionales

Actividad P: Asignación y esclarecimiento de funciones.

Actividad Q: Desarrollo de tareas y actividades

PRUEBA PILOTO

La misión de este es hacer las primeras fases de la implementación, a modo de entregarle a los inversionistas el modelo evaluador y como este funciona en los proyectos de energía renovable.

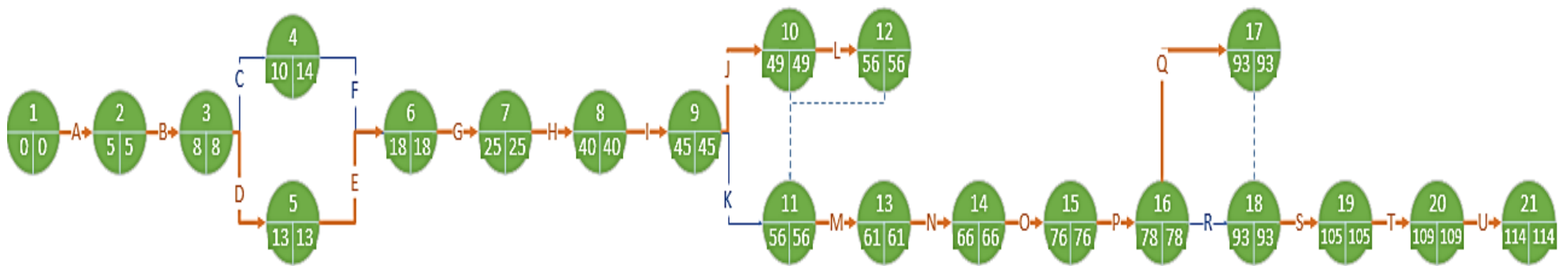
Actividad T: Evaluación de la implantación

Se comprobará que todas las fases del modelo estén cumpliendo en todas las etapas funcionales del modelo.

Actividad U: Puesta en operación el modelo evaluador de energías renovables

Se ejecutará el modelo evaluador en los diferentes proyectos de energía renovable sean estos eólicos, solares, biomasa, hidroeléctrica y geotérmica.

3. DIAGRAMA PERT/CPM



4. DIAGRAMA DE GANTT PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

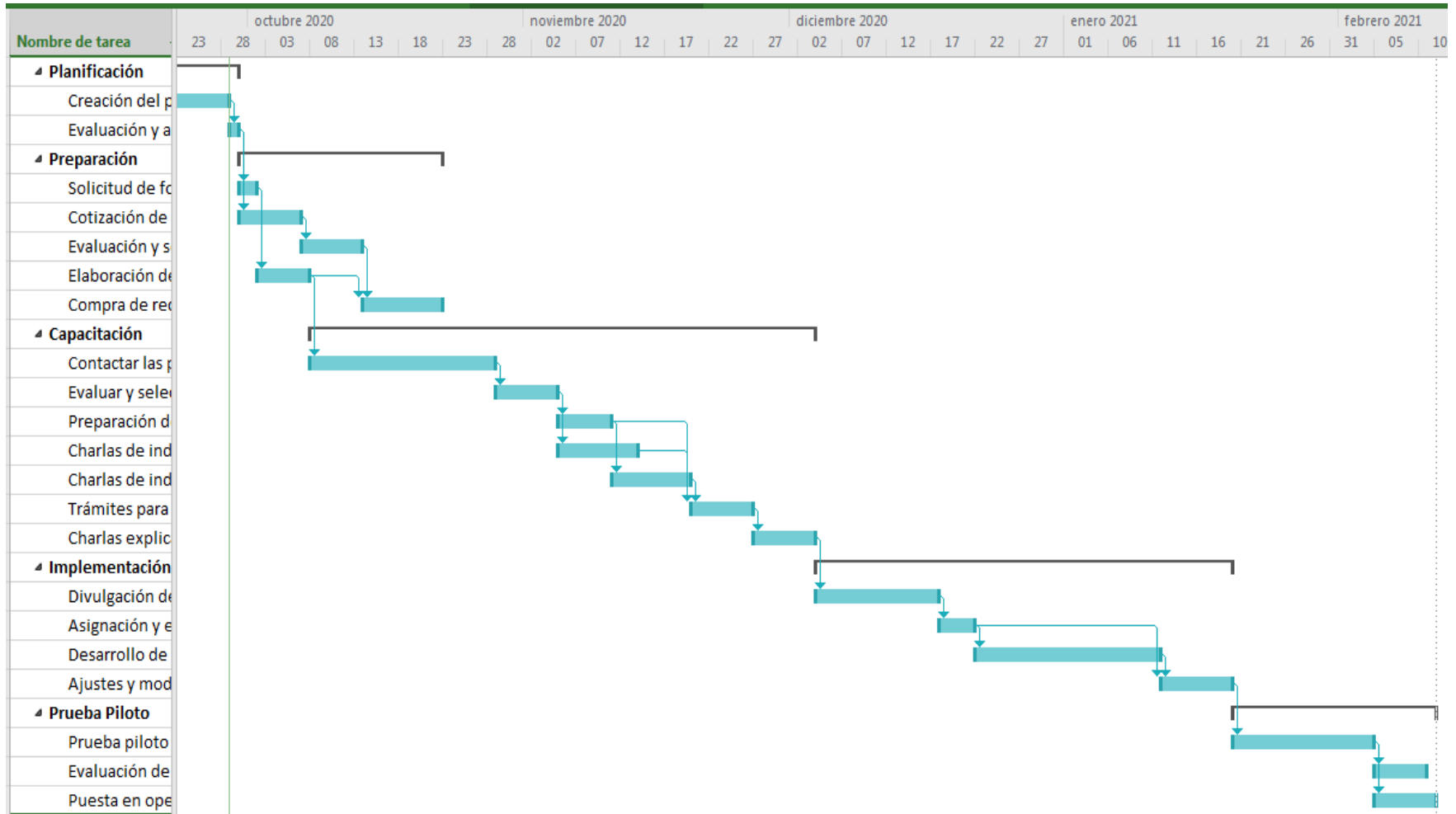
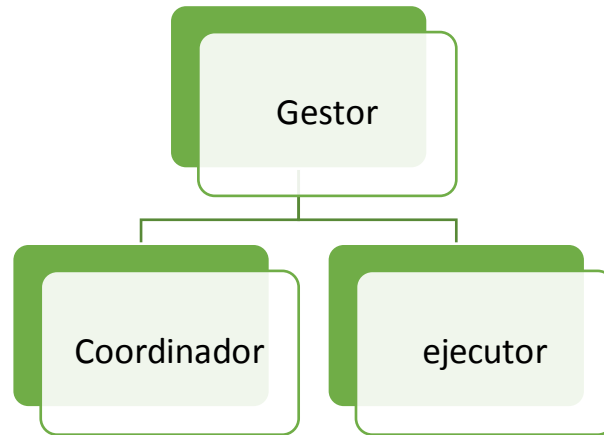


Tabla. 183: Diagrama de Gantt

C. ORGANIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN

1. ORGANIZACIÓN DEL COMITÉ DE IMPLANTACIÓN



2. FUNCIONES DEL COMITÉ DE IMPLEMENTACIÓN

GESTOR	
Objetivo: Planear, dirigir, integrar, coordinar y evaluar todas las actividades de las unidades operativas, con el propósito de garantizar que la ejecución del proyecto se dé dentro del marco planeado.	
FUNCIONES: Coordinar, supervisar y dirigir las actividades del proyecto. Administrar recursos financieros, humanos y técnicos de acuerdo con las políticas, estrategias y procedimientos del proyecto. Supervisar los recursos y la asignación óptima de estos para el proyecto. Controlar los avances del proyecto y comparar con lo planificado.	
CARACTERÍSTICAS PERSONALES	Buenas relaciones interpersonales Capacidad de liderazgo
CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS	Conocimientos en Recursos renovables Conocimientos en manejo de grupos Conocimientos de operaciones de los diferentes recursos renovables

COORDINADOR	
Objetivo: Dirigir, controlar y evaluar todas las actividades incluidas para el equipamiento y abastecimiento de equipos y materiales para la realización del modelo.	
FUNCIONES: Gestionar. Coordinar la compra de equipo y materiales requeridos. Coordinar la contratación de servicios requeridos.	

Supervisar que las actividades se realicen en el tiempo programado y de manera segura. Controlar los avances del proyecto y comprar con lo planificado. Realizar correcciones en la programación en cada de ser necesario. Preparar y presentar informes periódicos para la dirección del proyecto con indicadores claros de la operación.	
CARACTERISTICAS PERSONALES	Buenas relaciones interpersonales. Capacidad de negociación
CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS	Conocimientos en Recursos renovables Conocimientos en manejo de grupos Conocimientos de compras

EJECUTOR	
Objetivo: Dirigir, controlar y evaluar todas las actividades técnicas como lo son capacitaciones y desarrollo de planes de acción de cada una de las materias del curso de energía renovable	
FUNCIONES: Coordinar las sesiones de capacitación al personal de acuerdo a lo planificado. Verificar y evaluar el nivel de captación de conocimientos por parte del personal. Verificar y evaluar que los equipos y materiales comprados cumplan con los requisitos necesarios. Verificar y evaluar que los servicios contratados sean los adecuados. Preparar y presentar informes periódicos para la dirección del proyecto con indicadores claros.	
CARACTERISTICAS PERSONALES	Buenas relaciones interpersonales. Capacidad de negociación
CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS	Conocimientos en Recursos renovables. Conocimientos en manejo de grupos.

D. BENCHMARKING

Análisis DEL SECTOR de energías renovables de la región centroamericana.

Objetivo: Analizar el estado actual del desarrollo de proyectos de energías renovables en los países de la regio centroamericana (Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica) para tomarlos como referencia ante el desarrollo de este tipo de proyectos en El Salvador.

Tipo de Benchmarking: Benchmarking de competencia

Rubro productivo a estudiar: Sector de Energías Renovables.

Datos a analizar:

- Tipos de energías renovables existentes
- Capacidad de generación (nominal y real)
- Precio de la energía

1. ANÁLISIS DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE DE GUATEMALA

Guatemala es un país que cuenta con una considerable cantidad de recursos renovables de energía, los cuales a la fecha han sido poco aprovechados. La afirmación anterior, se deriva del hecho que, existiendo un potencial de 6,000 MW de energía hidroeléctrica y 1,000 MW de geotermia, se aprovecha solamente el 23.1% de la primera y un 3.5% de la segunda. Para el desarrollo de proyectos de energía solar, el país cuenta con un recurso importante, el cual tiene un valor anual promedio de radiación solar global de 5.3 kWh/m²/día. En lo que respecta al recurso eólico, Guatemala tiene sitios con potencial para el desarrollo de proyectos de generación. Este Ministerio dispone de mapas de velocidad de viento (m/s) y de densidad de potencia (W/m²), así como, de mediciones realizadas en el proyecto de evaluación de este recurso.

Sector Hidroeléctrico

Actualmente se cuenta con 98 plantas hidroeléctricas instaladas y operando para el SNI, en el recuento de estas plantas se toman en consideración aquellas que están clasificadas como Generador Distribuido Renovable

No	PLANTAS	INSTALADA	EFFECTIVA
		MW	MW
1	SANTA MARÍA	6	5.67
2	EL SALTO	4	2.37
3	LOS ESCLAVOS	15	13.68
4	EL PORVENIR	2.28	0.00
5	JURÚN MARINALÁ	60	60.45
6	CHICHAÍC	0.6	0.46
7	AGUACAPA	90	79.74
8	CHIXOY	300	285.40
9	EL CAPULÍN	3.5	0.00
10	RIO BOBOS	10	10.35
11	SAN JERÓNIMO	0.25	0.20
12	SECACAO	16.5	16.31
13	PASABIEN	12.75	12.43
14	LAS VACAS	45	41.00
15	MATANZAS	12	11.81
16	SAN ISIDRO	3.932	3.40
17	HIDRO CANADA	48.1	45.93
18	RENACE	68.1	63.24

19	POZA VERDE	12.51	9.88
20	PALÍN 2	5.8	3.92
21	MONTECRISTO	13.5	12.73
22	CANDELARIA	4.6	4.43
23	EL RECREO	26	25.31
24	HIDROELECTRICA SANTA ELENA	0.56	0.56
25	KAPLAN CHAPINA	2	1.60
26	HIDROELECTRICA CUEVA MARIA 1 Y 2	4.95	4.95
27	HIDRO XACBAL	94	100.00
28	HIDROELECTRICA LOS CERROS	1.25	1.25
29	HIDROELECTRICA COVADONGA	1.6	1.50
30	HIDROELECTRICA JESBON MARAVILLAS	0.75	0.75
31	CENTRAL GENERADORA EL PRADO (Sn Ant Morazán)	0.5	0.50
32	HIDROELECTRICA FINCA LAS MARGARITAS	0.438	0.44
33	CHOLOMA	9.7	9.53
34	SANTA TERESA	17	16.85
35	PANAN	7.32	7.49
36	HIDROPOWER SDMM	2.16	2.04
37	HIDROELECTRICA LA PERLA	3.7	3.80
38	HIDROELECTRICA SAC-JA	2	2.00
39	PALO VIEJO	85	87.38
40	HIDROELECTRICA SAN JOAQUIN	0.95	0.80
41	HIDROELECTRICA LUARCA	0.51	0.51
42	HIDROELECTRICA FINCA LAS MARGARITAS FASE 2	1.71	1.60
43	VISION DE AGUILA	2.07	2.08
44	HIDROELECTRICA EL LIBERTADOR	2	2.16
45	HIDROELECTRICA LAS VICTORIAS	1.2	1.00
46	EL CORALITO	2.1	1.93
47	EL ZAMBO	0.98	0.98
48	HIDROELECTRICA MONTE MARIA	0.691	0.69
49	HIDROELECTRICA HIDROAGUNA	2	2.09
50	HIDROELECTRICA LA PAZ	0.95	0.95

Tabla. 184: plantas hidroeléctricas instaladas y operando para el SNI

Para hacer un total de 1,558.81 MW de capacidad Instalada Y 1,491.89 MW de capacidad efectiva.

Geotérmicas

Los campos geotérmicos en Guatemala son diversos, sin embargo, actualmente se encuentran únicamente dos plantas instaladas y operando para el SNI.

No.	PLANTAS	INSTALADA	EFFECTIVA
		MW	MW
1	ORZUNIL	24	18.44
2	ORTITLAN	25.2	20.83
Total		49.2	39.27

Solares

La generación con tecnología fotovoltaica es un fenómeno que aún sigue cobrando auge en Guatemala, la franja horaria de máximo aprovechamiento para este recurso comienza a las 06:00 horas del día, y termina a la 18:00 horas del día aproximadamente.

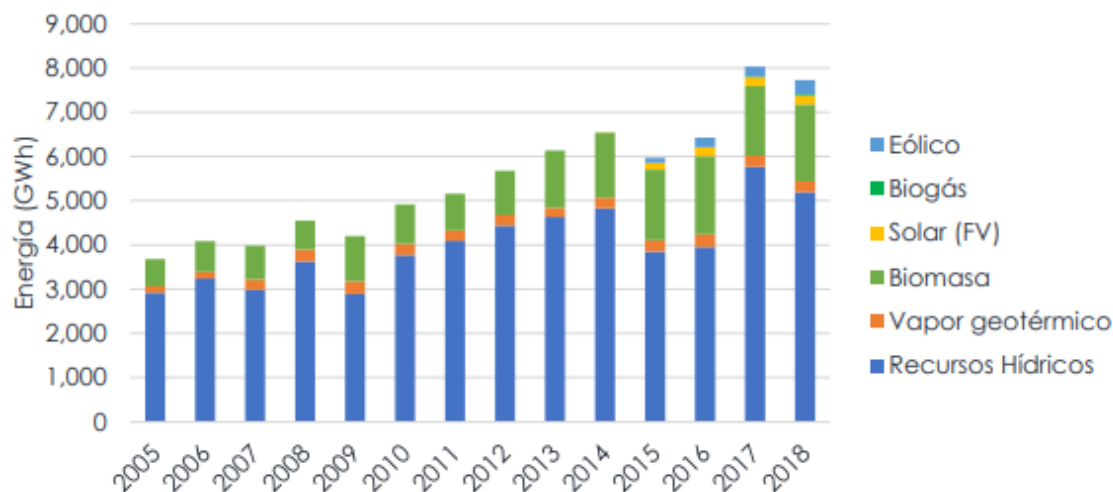
EOLICAS

La generación de energía eléctrica por medio de plantas eólicas es una alternativa para las energías limpias que se encuentra en ascenso ante la participación de la matriz de generación del SNI, siendo una tecnología capaz de aportar energía eléctrica durante todo el día, con máximo aprovechamiento durante los horarios nocturnos cuando se suscitan cambios de temperatura en el ambiente.

No.	PLANTAS	INSTALADA	EFFECTIVA
		MW	MW
1	SAN ANTONIO EL SITIO	52.80	51.90
2	VIENTO BLANCO	23.10	23.10
3	LAS CUMBRES	31.50	31.50
Total		107.40	106.50

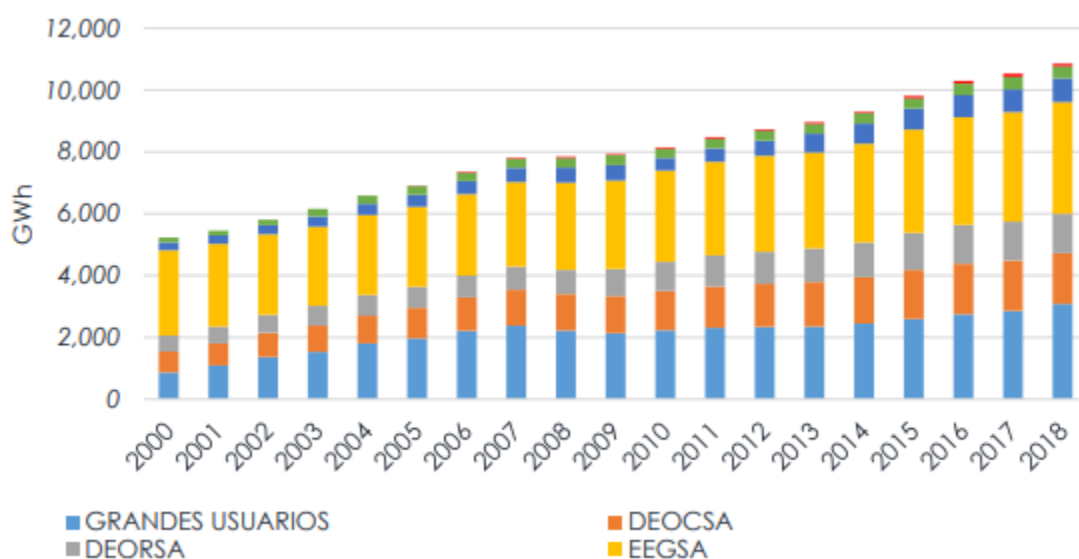
Crecimiento de la generación renovable

La generación de electricidad en el Sistema Nacional Interconectado por medio de recursos renovables ha aumentado de forma consistente desde el año 2005, cuando totalizaba 3,680 GWh, hasta el año 2018 cuando en total fue de 7,731 GWh. La diversificación de las fuentes de generación renovables se ilustra en la gráfica, donde se presenta la evolución histórica desde el año 2005, además se observa el ingreso en el año 2015 de generación producida por medio de centrales fotovoltaicas y eólicas. La generación por medio de recursos hídricos ha sido una de las que más ha crecido en el parque generador nacional, siendo de 2,920 GWh en el año 2005 e incrementándose hasta 5,191 GWh en el año 2018.



Demanda de energía

El crecimiento de la demanda de energía eléctrica ha demostrado correlación con la realidad socioeconómica de un país, desde el año 2000 hasta el 2018 se ha incrementado la demanda nacional a diferentes tasas, cabe resaltar que en el año 2008 solamente se tuvo un crecimiento del 0.5% de la demanda respecto al año anterior, además el año con mayor crecimiento fue el 2004 con una tasa del 6.5%. Solamente en 2018, el consumo de energía anual fue de 10,847.7 GWh, un incremento del 3.5% respecto al año anterior, la Gráfica 56 ilustra la tendencia anual de crecimiento en el consumo, mayormente impulsada por la demanda que representan los grandes usuarios y los agentes distribuidores.



2. ANÁLISIS DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE DE HONDURAS

Honduras apunta a tener una matriz energética en la que predominen las fuentes renovables; fuerza hidráulica, viento (eólica), sol, geotérmica y biomasa se está abriendo paso en el país. 0

El plan de Nación establece que para el año 2022, el 60% de la demanda nacional será abastecida con fuentes renovables.

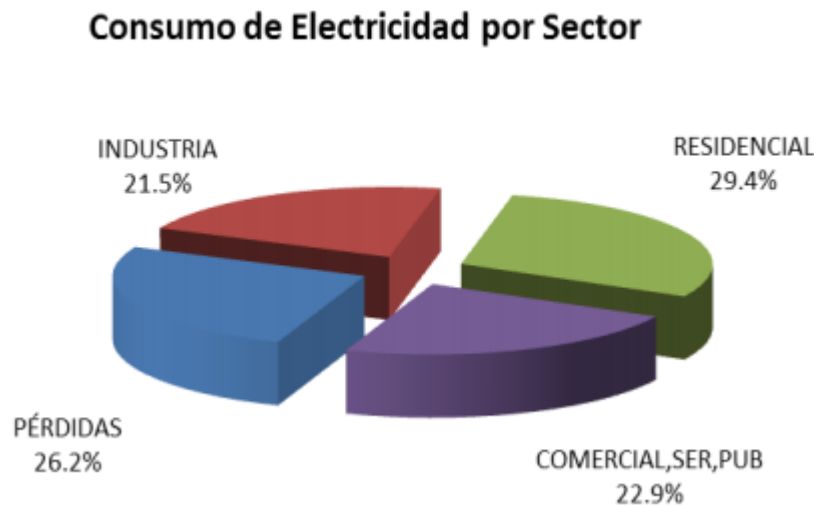
En esta planificación de cambio de matriz energética en el país se integran proyectos de energía limpia de pequeña y mediana escala, aprobados por el Congreso Nacional, los que totalizan una generación de 700 MW distribuidos en 49 proyectos a realizarse entre los años 2011-2018 (Datos de Proyectos asociados a la AHPER).

Se contempla la construcción de plantas renovables de gran tamaño, como el primer complejo hidroeléctrico del país, Patuca III, que ya inicio. de los 524 megavatios que el complejo en conjunto con Patuca II y Patuca I.

Otros proyectos de generación de energía limpia, las hidroeléctricas Los Llanitos y Jicatuyo, El Aguan y la reparación y repotenciación de la represa General Francisco Morazán, conocida como El Cajón.

La Empresa de Energía Eólica de Honduras está ampliando en 24 MW el parque Eólico Cerro de Hula, Para lo cual está instalando 12 nuevas turbinas con un costo de 60 millones de dólares.

Consumo de energía eléctrica por sector



MATRIZ ENERGETICA																											
TIPO DE PLANTA	AÑO 2010				AÑO 2011				AÑO 2012				AÑO 2013				AÑO 2014				PROYECCION A DICIEMBRE 2015						
	CAPACIDAD INSTALADA MW		GENERACION GWh/Año		CAPACIDAD INSTALADA MW		GENERACION GWh/Año		CAPACIDAD INSTALADA MW		GENERACION GWh/Año		CAPACIDAD INSTALADA MW		GENERACION GWh/Año		CAPACIDAD INSTALADA MW		GENERACION GWh/Año		CAPACIDAD INSTALADA MW		GENERACION GWh/Año				
	MW	%	GWh	%	MW	%	GWh	%	MW	%	GWh	%	MW	%	GWh	%	MW	%	GWh	%	MW	%	GWh	%	MW	%	GWh
Hidraulica	526.4	32.7	3080.3	45.8	528.0	30.8	2809.8	39.4	537.8	30.2	2786.4	37.2	558.0	31.9	2738.5	35.0	623.7	32.9	2588.8	33.2	662.5	27.6	2693.5	32.2			
Térmica	992.5	61.6	3499.6	52.1	992.5	57.9	4025.8	56.5	1005.4	56.4	4186.5	55.9	982.4	56.2	4598.3	58.8	978.6	51.6	4630.4	59.4	978.6	40.8	4630.4	55.3			
Eólica			0.0	0.0	102.0	5.9	116.7	1.6	102.0	5.7	336.8	4.5	102.0	5.8	310.2	4.0	152.0	8.0	396.9	5.1	152.0	6.3	492.6	5.9			
Biomasa	91.4	5.7	142.1	2.1	92.4	5.4	174.2	2.4	137.5	7.7	180.3	2.4	105.5	6.0	179.7	2.3	142.3	7.5	173.7	2.2	160.3	6.7	252.5	3.0			
Geotermia																											
Solar																							443.7	18.5	307.0	3.7	
TOTAL	1610.3	100.0	6722.0	100.0	1714.9	100.0	7126.5	100.0	1782.7	100.0	7490.0	100.0	1747.9	100.0	7826.7	100.0	1896.6	100.0	7789.8	100.0	2397.1	100.0	8376.0	100.0			

AÑO	RESUMEN MATRIZ ENERGETICA							
	CAPACIDAD INSTALADA				GENERACION			
	TERMICA		RENOVABLE		TERMICA		RENOVABLE	
	MW	%	MW	%	GWh/Año	%	GWh/Año	%
2010	992.5	61.6	617.8	38.4	3499.6	52.1	3222.4	47.9
2011	992.5	57.9	722.4	42.1	4025.8	56.5	3100.7	43.5
2012	1005.4	56.4	777.3	43.6	4186.5	55.9	4186.5	44.1
2013	982.4	56.2	765.5	43.8	4598.3	58.8	3228.4	41.2
2014	978.6	51.6	918.0	48.4	4630.4	59.4	3159.4	40.6
2015	978.6	40.8	1418.5	59.2	4630.4	55.3	3745.6	44.7

Primera planta generadora de energía geotérmica en honduras

La primera planta generadora de energía geotérmica de Honduras ubicada en la comunidad de Platanares, La Unión, Copán fue inaugurada recientemente bajo la presencia del presidente de la República y demás autoridades.

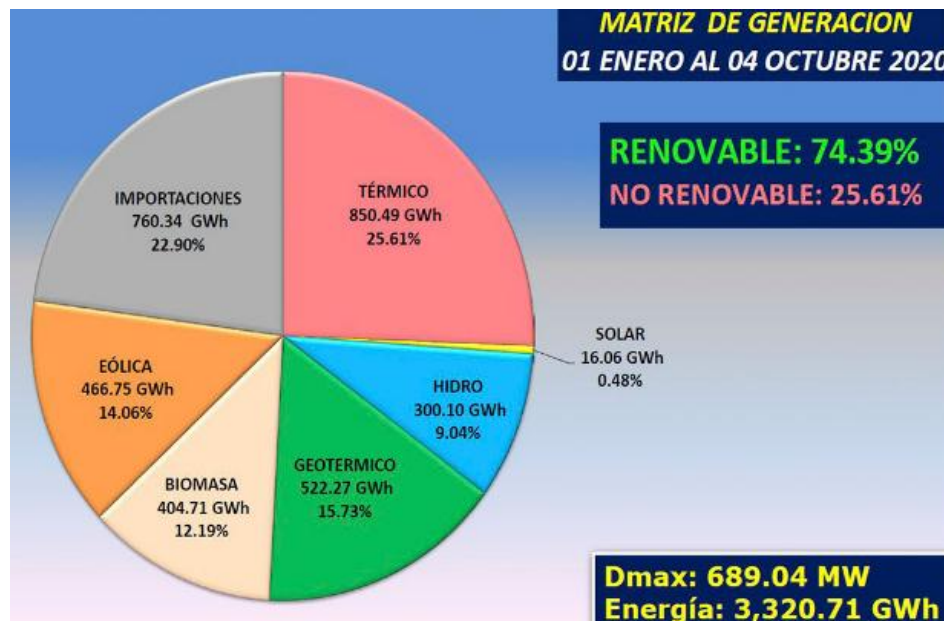
Con una inversión de 3 mil 094 millones de lempiras, esta planta tiene una capacidad máxima de 35 mega watts, los que vienen fortalecer la disponibilidad de potencia para cubrir la demanda eléctrica nacional que en temporada de verano registra un pico que asciende a más 1,600 megavatios.

Dicha generadora de la empresa ORMAT, con capital combinado de inversionistas norteamericanos, nacionales e israelí forma parte del Plan de Inversiones de capital extranjero que promueve el Gobierno del presidente Hernández.

Con la decisión de ORMAT, de invertir en Honduras, se envía al mundo un mensaje importante para otros gobiernos y empresarios respecto a seguridad jurídica, por cuanto al ser un país que vive y se mantiene en el objetivo de promover la paz y la tranquilidad, igual se convierte en una nación fértil para el desarrollo y la inversión.

3. ANÁLISIS DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE DE NICARAGUA

Diversificación de la matriz energética en Nicaragua, porcentaje de participación y capacidades funcionales de generación.



4. ANÁLISIS DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE DE COSTA RICA

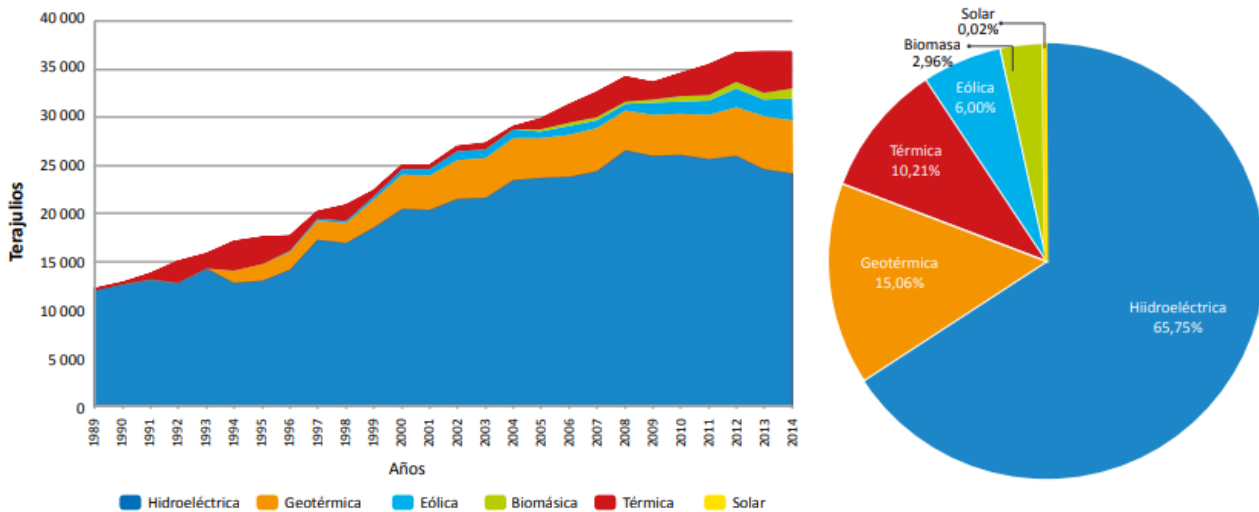
Datos básicos de Costa Rica

- Extensión de 51,000 Km²
- Población de 4.5 millones de habitantes
- Esperanza de vida de 77.6 años
- Grado de electrificación: 98.4%

La matriz de generación eléctrica es el término que se ha empleado para referirse a la estructura de participación de las diferentes fuentes de energía utilizadas para la producción de electricidad. En el caso de Costa Rica, estas fuentes son tomadas en su mayoría de recursos naturales renovables, que son transformados en electricidad mediante los diferentes tipos de centrales que operan en el país.

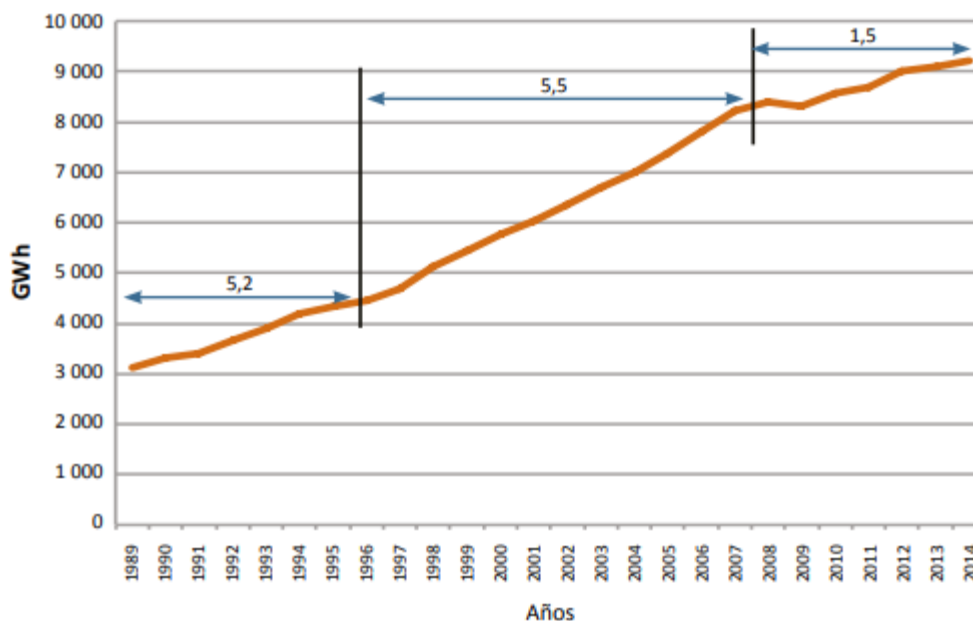
Uno de los logros del país más reconocidos a nivel mundial es el alto nivel de energía renovable utilizado para la generación eléctrica que se ha mantenido a lo largo de su historia, como se puede observar en el gráfico.

Costa Rica: evolución de la generación eléctrica por fuente 1989-2014.



El consumo eléctrico total ha crecido a una tasa anual promedio de 4,4 % en los últimos 25 años. En el gráfico siguiente se presenta su evolución, en la cual se puede observar que durante el periodo 1989-1996 la tasa de crecimiento anual fue de 5,2 % y en 1996-2008 fue de 5,5 %, mientras que en los últimos 6 años (2008-2014) ocurre una desaceleración al decaer esta tasa a un valor de 1,5 %, o lo que algunos sectores ambientalistas han cuestionado las proyecciones de crecimiento realizadas por el ICE.

Costa Rica: evolución del consumo total de electricidad 1989-2014 y tasas anuales de crecimiento por periodo.



Análisis de la información recolectada

Respecto a los tipos de energías renovables existentes en los países de la región centroamericana podemos afirmar que todos poseen potencial de desarrollo energético renovable en todos los tipos de energía (eólica, hidroeléctrica, geotérmica, biomasa y solar fotovoltaica ya que posee todas las condiciones para el desarrollo de las mismas.

Además, se puede concluir respecto a la información recabada de cada país que la fuente de energía renovable más fuerte o más grande en su participación dentro de la matriz energética de cada país es la de tipo hidroeléctrica exceptuando a Nicaragua cuyo tipo de energía con mayor participación es la geotérmica.

A partir de la información secundaria recolectada podemos concluir que cada país poco a poco ha ido diversificando su matriz energética como el caso de Honduras que recientemente se instaló la primer planta geotérmica en ese país Además de EL Salvador que en este año se instaló la primer parque eólico así así mismo se han introducido diferentes proyectos de energía solar fotovoltaica en Costa Rica y Guatemala, significando esto un aumento en la participación de la capacidad instalada de cada país

Respecto a la capacidad instalada podemos concluir que ningún país alcanza la capacidad total para la cual está diseñada sin embargo la eficiencia los hace acercarse bastante al valor de dicha capacidad

Los precios de la energía en cada país han ido disminuyendo conforme ha ido aumentando la capacidad de generación de energía eléctrica en dichos países

Podemos observar que el país de la región centroamericana que más ha desarrollado y diversificado su matriz energética es Costa Rica, puesto que a diferencia de otros países cuya dependencia de la energía no renovable asciende aproximadamente al 40% y 30%, Costa Rica ha logrado abastecerse totalmente la demanda energética nacional con energías de tipo renovable.

Podemos afirmar entonces que el país de referencia para El Salvador dentro de la región centroamericana es Costa Rica puesto que ha mostrado grandes avances en cuanto a proyectos de energías renovables logrando así disminuir costos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y dinamizar la economía tanto nacional como la

CONCLUSIONES

- El documento ha pretendido mostrar un modelo evaluador de riesgos de invertir en proyectos de energía renovable para la verificación de los elementos básicos de riesgo que se deben considerar en los proyectos de inversión de energía renovable. No obstante, la intención no ha sido crear un modelo obligatorio ni forzar la implantación de criterio para el diseño del modelo, sino más bien gestar una serie de procesos y prácticas útiles para las operaciones dentro el ciclo de proyectos energéticos renovables.
- El modelo evaluador proporciona un instrumento general y accesible, el modelo propuesto contribuyen a optimizar los costos, a la toma de decisiones de invertir en renovables, el modelo no está en contradicción con ninguna norma o práctica administrativa moderna y puede complementarse fácilmente con otros modelos.
- Los inversionistas o empresarios con un bajo nivel de competitividad incurren en muchos costos e inconvenientes a la hora de invertir en un proyecto, la gestión de costos mediante la aplicación del modelo propuesto permite una sensible mejora en el funcionamiento de las operaciones empresariales al facilitar las siguientes funciones: con el método PEST la valoración de los factores externos y el método PES la valoración del comportamiento del entorno para que permita el avance del proyecto, evaluando así el ambiente político, económico social y tecnológico del lugar donde se llevara a cabo el proyecto. Lo anterior permite hacer mejores negocios, a bajo costo y con menos riesgos. Por otro lado, la disminución de los riesgos permitirá aumentar la competitividad en la decisión de invertir en proyectos energéticos renovables.
- En una relación de fortalezas y debilidades aplicadas a cada una de las energías, todas las energías renovables tienen un peso similar en cuanto a la generación, esto cuando se comparan unas con otras, respecto a tiempo de planificación, duración del proyecto, mantenimiento, rentabilidad etc.
- Se determinó que la energía renovable más riesgosa es la Geotérmica con una puntuación subjetiva de -1 y las energías menos riesgosas son la Solar Fotovoltaica y la Hidroeléctrica con una puntuación favorable de 4.5 cada una; por lo tanto, la inversión más riesgosa será la Geotérmica y se reflejara en tu tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) mayor que las demás energías y, por el contrario, la Solar fotovoltaica y la Hidroeléctrica tendrán la menor TMAR.
- Es necesario generar un modelo que incluya todas las energías renovables, donde se puedan integrar todas las energías, ya que el sistema energético del país tiene la capacidad de poder variar en sus fuentes de energías.
- Se estudiarán todas las energías renovables ya implementadas en el país para tener un panorama más amplio de la situación del país, teniendo en cuenta que esta será de tipo

secundaria por pandemia Covid-19 en la que se encuentra El salvador y se llegará a un modelo integral de riesgos.

- De acuerdo al análisis realizado a las fuentes de información de tipo secundaria se determinó que las fuentes de información consultada tienen un alto grado de veracidad siendo pocas con un grado de veracidad media, entendiendo de esta forma que la información es de tipo confiable, siendo las fuentes de mejor calidad los boletines energéticos que publica la SIGET cada año, así como el proyecto del plan maestro para el desarrollo de las energías renovables en el salvador.
- De acuerdo a la matriz de Kepner se determina que las causas principales de la situación insatisfactoria actual son: No se identificaron los sectores potenciales de generación de energía renovable, Ausencia de un modelo que evalúe el riesgo de invertir en proyectos de energía renovable. Cuyos efectos ante la ausencia de un modelo evaluador es la falta de una estructura matemática para la medición de la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto que el mismo tendría en nuestro proyecto, este impacto se mide en el beneficio obtenido por el Valor Actual Neto del proyecto, así también un modelo de riesgos nos permitirá realizar un control y seguimiento sobre el mismo, comparando el valor en riesgo de las variables con el valor real incurrido finalmente en el periodo sujeto a análisis.
- Se observó que el Mapa Ecológico de El Salvador, es un instrumento que tiene un potencial uso en materia de consulta de temperatura, precipitaciones, evaporaciones y humedades de la zona a utilizar. También se puede utilizar para recolectar información como la geografía del país y determinar posibles lugares que favorezcan a la implementación de las energías, por ejemplo, pequeños caudales, lugares altos y bajos etc.
- Analizando los resultados de la VAN, se obtuvo un valor positivo para los primeros 5 años del proyecto, determinando de esta manera que sería favorable la realización del modelo evaluador de riesgos.
- Se tiene que para el proyecto se realizan cinco entregables, 12 paquetes de trabajo con 21 actividades, el proyecto tendrá una duración de 114 días

RECOMENDACIONES

- Se recomienda un análisis cualitativo y cuantitativo para la valoración de proyectos en energía renovable.
- Se recomienda al empresario entender el comportamiento del entorno por el método PEST (Económico, político, social y tecnológico) que interactúa con el proyecto.
- Tal como se muestra en el diseño presentado, es conveniente que el inversionista identifique cada uno de los riesgos que representa cada tipo de renovable en el que se pueda invertir, utilizando las técnicas propuestas descritas en el documento.
- Para la evaluación cuantitativa, se recomienda el método de las opciones reales porque estas aportan un valor al proyecto que se adapta más a la realidad que el valor actual neto (VAN), ya que este realmente sería útil para proyectos con volatilidad muy baja, donde desde un principio se pudieran considerar todos los parámetros. En cambio, las opciones reales permiten corregir el valor actual neto del proyecto si este fuese negativo, tomando en cuenta la flexibilidad.
- Se recomienda a la escuela de ingeniería industrial, y a la escuela de post-gradados difundir la metodología de evaluación de proyecto presentada, donde se analiza un sector importante de la economía como es el energético.
- Se recomienda a las diferentes entidades como la SIGET, CEL, ETESAL, SC, GEO Y CNE tener en cuenta este análisis presentado para una mejor valoración de los proyectos de energía renovable.
- Se recomienda al Centro Nacional de la Energía (CNE), velar por la publicación, difusión e implementación del modelo de riesgos, para futuras licitaciones y futuros proyectos de inversión extranjera que puedan venir, de tal manera que se pueda realizar y utilizar de manera congruente en las inversiones energéticas del país. Siendo este un nuevo incentivo para poder manejar los posibles riesgos en los proyectos.
- Contar con la asesoría especializada sobre energías renovables para la ejecución de proyecto ya que un proyecto de este tipo necesita además de un capital considerablemente elevado, conocimiento especializado para su correcta ejecución.
- Mantener un control constante en cuanto a los elementos que deben ser cumplidos para el éxito del proyecto ya sea elementos externos como la valoración ambiental y social que este representa y elementos internos como el desarrollo de las etapas pronosticadas del proyecto.
- Recomendaciones dirigidas a las universidades y centros de investigación. De acuerdo a

la información secundaria consultada se ha encontrado la existencia en el país de un número relativamente escaso de investigaciones e informes relativos a evaluaciones de riesgos de inversión energéticos renovables, especialmente desde la perspectiva de la pequeña y mediana empresa. Por tanto, es necesario apoyar la investigación y la elaboración de documentos/informes sobre el tema y siempre desde una perspectiva lo más amplia posible en energía renovable, que es, como se utiliza y los beneficios que esta aporta. En este sentido, los centros de investigación y las Universidades deben tener un papel preponderante en estas tareas, generando así conocimiento básico sobre energías renovables

BIBLIOGRAFIA

- Project Solar UK Limited. (2019). The History of Renewable Energy: Where It All Began. Mayo del 2020, de bluestone98.com Sitio web: <https://www.projectsolaruk.com/blog/history-renewable-energy-began/>
- Ayuntamiento Bezares. (2015). Historia de la rueda hidráulica. mayo del 2015, de Leader Sitio web: <https://parquebezares.com/parque-hidraulico/historia-de-la-rueda-hidraulica/>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2018). Rueda Hidráulica. Mayo del 2020, de Ministerio de Agricultura y Ganadería Sitio web: <https://inta.gob.ar/documentos/rueda-hidraulica>
- Grupo BBVA. (2018). Historia de la energía eólica: del origen a la II Guerra Mundial. Mayo del 2020, de Open Mind Sitio web: <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/historia-de-la-energia-eolica-del-origen-a-la-ii-guerra-mundial/>
- EcuRed. (2011). Molino de Viento. Mayo del 2020, de MediaWiki Sitio web: https://www.ecured.cu/Molino_de_viento
- Ricardo Estévez. (2018). Pioneros del diseño sostenible: Augustin Mouchot. Mayo del 2020, de Eco Inteligencia Sitio web: <https://www.ecointeligencia.com/2018/05/pioneros-diseno-sostenible-augustin-mouchot/>
- IGME. (2003). La geotermia en el mundo. Junio del 2020, de Ministerio de Ciencia y Educación Sitio web: <https://www.igme.es/Geotermia/La%20geotermia%20en%20el%20mundo.htm>
- TECPA. (2020). La energía geotérmica. Mayo del 2020, de TECPA Sitio web: <https://www.tecpa.es/energia-geotermica/>
- Carlos Revilla. (2016). Biomasa. Mayo del 2020, de BlogSpot Sitio web: <http://biomasamiguelpmeza.blogspot.com/p/historia-de-la-biomasa.html>
- Secretaría de Energía. (2008). Energía Biomasa. Mayo del 2020, de Subsecretaría de Energía Eléctrica Sitio web: http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_biomasa.pdf
- Energías de mi País. (2007). La energía hidráulica. Junio del 2020, de Educ.ar Sitio web: <http://energiasdemipais.educ.ar/energia-hidraulica/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20hidr%C3%A1ulica,cin%C3%A9tica%20del%20agua%20en%20movimiento.&text=En%20la%20actualidad%2C%20alrededor%20del,relacionadas%20a%20embalses%20de%20agua.>
- Acciona. (2020). Energía Eólica. Junio del 2020, de Acciona Sitio web: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%20suministra%20actualmente,m%C3%A1s%20del%2020%25%20en%20Europa.>
- Balbina Griffa – Leandro Marcó. (2016). Energía Eólica. Mayo del 2020, de USAM Sitio web: <http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/Ciepe/pdf/Energiaeolica.pdf>
- Concejo Nacional de la Energía, & Japan International Cooperation Agency. (2012, marzo). Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables (Final). Recuperado de

<http://energiasrenovables.cne.gob.sv/downloads/Biblioteca/Proyectedelplanmaestroparaeldesarrollodeenergiasre.pdf>

- Reve. (2017). Dos nuevos parques eólicos marinos en Alemania. Abril del 2020, de Reve Sitio web: <https://www.evwind.com/2017/07/04/dos-nuevos-parques-eolicos-marinos-en-alemania/>
- ThinkGeoEnergy. (2019). La capacidad geotérmica mundial alcanza los 14.369 MW – Los 10 principales países geotérmicos, octubre de 2018. Abril del 2020, de ThinkGeoEnergy Sitio web: <https://www.piensageotermia.com/la-capacidad-geotermica-mundial-alcanza-los-14-369-mw-los-10-principales-paises-geotermicos-octubre-de-2018/>
- Enerdata. (2019). Energías renovables en la producción de electricidad. Mayo del 2020, de Enerdata Sitio web: <https://datos.enerdata.net/energias-renovables/produccion-electricidad-renovable.html>
- Edward V. Krick. (1962). Ingeniería de Métodos. México D.F: EDITORIAL LIMUSA.S.A. DE C.V.
- Gildaberto Bonilla. (2005). Estadística I: elementos de estadística descriptiva y probabilidad. El Salvador: UCA Editores.
- Franco Huertas y Carlos Matus. (1993). El Método "PES" Planificación Estratégica Situacional. Ecuador: Altadir.
- Carlos Matus. (1998). Teoría del Juego Social. Venezuela: CENDES.
- Carlos Matus. (2000). Planificación Estratégica Situacional. Chile: Altadir.
- Daniel Martínez Pedros y Artemio Milla Gutiérrez. (2012). Análisis del Entorno.
- Pablo Lledo y Gustavo Rivarola Gestión de Riesgos en Proyectos. Pearson Prentice Hall
- Víctor Gordillo, Carlos Acuña Valencia (2010) Gestión Avanzada de Riesgos en Proyectos. PM certifica.
- Didier Cascante Loaiza. (2013). Plan estratégico para el aprovechamiento de energías limpias por medio del diseño de productos que faciliten su implementación a nivel residencial de forma complementaria a la energía eléctrica. 30 de agosto del 2020, de Instituto Tecnológico de Costa Rica Sitio web: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3914/energias_limpias_electricidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Valentina Cosntenla Kasat. (2012). Diseño de un plan de negocios para una empresa proveedora de energía eléctrica fotovoltaica. Santiago Chile: Universidad de Chile. Sitio web: <https://issuu.com/legendario/docs/pest>
- Richard A. Brealey, Stewart C. Myers, Franklin Allen. (2010). Principios De Finanzas Corporativas. México, D. F: Mcgraw-Hill.
- Juan Mascareñas, Walter de Luna, Francisco López. (2010). Opciones Reales y Valoración de activos. Madrid, España: Pearson Educación.
- SIGET. (2019). Norma Técnica De Diseño, Seguridad Y Operación De Instalaciones De Generación De Energía Con Tecnología Solar Fotovoltaica De Hasta 100 Kw. Agosto Del 2020, De Gobierno De El Salvador Sitio Web: <https://www.siget.gob.sv/Wp-Content/Uploads/2019/06/Documento-Consulta-Participativa-Acuerdo-N-194-E-2019.Pdf>
- BANDESAL. (2016). Banco de Desarrollo de El Salvador. Septiembre del 2020, de Gobierno de El Salvador Sitio web: <http://www.bandesal.gob.sv/>

- FOSEP. (2016). Fondo Salvadoreño para Estudios de Preinversión. Septiembre del 2020, de Licencia Creative Commons Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional Sitio web: <http://www.fosep.gob.sv/RedSV/#>
- Tanya Moreno Coronado. (2014). Evaluación de externalidades en la generación de energía eléctrica en México. Un mecanismo para promover energía sostenible. México D.F: Urniroja.

ANEXOS

ANEXO 1.

Incentivos Fiscales.

NO HAY DIFERENCIAS ENTRE LOS INCENTIVOS ENTREGADOS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES, SOLO ENTRE LAS POTENCIAS PRODUCIDAS.

En el decreto No. 462 del 20 de diciembre del 2007 la Asamblea Legislativa decreto: LEY DE INCENTIVOS FISCALES PARA EL FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD.

Esta ley fue establecida como una disposición preferente que ha sido sugerido tanto por el Ministerio de Economía como por CNE para realizar apoyos hacia; la utilización racional de recursos; aligeramiento de dependencia a los combustibles fósiles; reducción de la contaminación ambiental y mejoramiento de balanza de pagos; reducción del gas de efecto invernadero; alentar el uso de recursos de energías renovables en la generación eléctrica; promover inversiones que posibilite seguir el proyecto de desarrollo de generación eléctrica como de hidráulica, geotérmica, eólica, solar PV, o de biomasa alentando la investigación, exploración y el desarrollo de proyectos en el país de manera sostenible.

La ley cubre las actividades referentes a las nuevas inversiones o construcciones de plantas de generación eléctrica. Los incentivos fiscales se aplican en forma de exención de impuestos de importación y de renta cuyos detalles se presentan abajo:

(Exención del impuesto de importación)

(1) Durante los primeros 10 años, los desarrolladores gozarán de la exención del impuesto de importación de las maquinarias, equipos, materiales y almacenamientos que se usan exclusivamente en las inversiones previas o construcción de plantas de generación eléctrica incluyendo la instalación de cables de transmisión y distribución.

(2) La exención del pago del impuesto de importación se aplica a los proyectos de hasta 20 megavatios (MW) y deberá solicitarse al Ministerio de Hacienda 15 días de antemano previa a la importación de maquinarias, equipos, materiales y almacenamientos necesarios de usos exclusivamente para el objetivo del proyecto en cuestión. Para este fin será obligatorio preparar documentos del proyecto del formato designado por el SIGET.

(Exención del impuesto sobre la renta)

(1) Se permite tener exención del impuesto sobre la renta durante 5 años en el caso de proyectos en el margen de 10 MW a 20 MW de potencia y durante 10 años en el caso de proyectos menores que no supera a 10 MW. La ley se aplica desde el primer año fiscal en el que empieza la operación y se obtenga el ingreso.

La exención total del pago del impuesto sobre la renta se aplica al ingreso a partir de la venta de “reducción de emisión certificada” (CERs) bajo el Clean Development Mechanism (CDM) o mercado similar de carbón, obtenido por los proyectos calificados y por los beneficiarios.

Como podemos observar, no hay una energía renovable específica que tenga diferentes incentivos, la única VARIABLE es la potencia entregada durante un periodo de tiempo, y sobre ese cálculo se entregan los incentivos, por lo tanto, **NO habrá diferencia de incentivos fiscales entre las diferentes energías renovables, solo habrá, entre las diferentes POTENCIAS producidas por las centrales.**

ANEXO 2.

Pasos para realizar el PEST.

Paso 1

El propósito de esta fase es determinar el núcleo problemático en torno al cual se estructurará el trabajo de análisis que se desarrollará en los pasos siguientes.

El problema nos refiere a una necesidad. La necesidad surge cuando se constata la distancia entre las situaciones dada y deseada que constituye el problema, y representa lo que se requiere para cerrar dicha brecha. Ejemplo: si el problema fuera “Deficiencias en la articulación entre áreas de la APN”, las necesidades podrían ser: necesidad de mejorar la calidad de la articulación; o bien: necesidades relacionadas con tecnología, necesidades de capacitación, etc. Si la conformación del problema comporta una dimensión subjetiva, en la medida que se origina en la lectura que los sujetos hacen de una situación dada a la luz de una situación deseada discrepante; la necesidad comporta una dimensión subjetiva en la medida que representa lo que los sujetos juzgan necesario para revertir o minimizar dicho problema. No se podría, por tanto, hablar estrictamente de necesidad objetiva. Sin embargo, podemos hablar de necesidades aun cuando no son sentidas por los sujetos.

Se pueden distinguir, entonces, distintos tipos:

Necesidad normativa: Es aquella que define el experto, el profesional, el administrador en relación con una norma deseable u óptima.

Necesidad sentida: Es la percibida por la población afectada por un conjunto de problemas sobre la base de lo que consideran deseable como solución.

Necesidad expresada: Es aquella necesidad sentida y además explicitada.

Necesidad comparativa: Es aquella que se presume que un individuo o grupo debería tener dado que presenta las mismas características que otro individuo o grupo en el que se ha identificado dicha necesidad.

Las necesidades expresadas constituyen una demanda actual de la población afectada. En tanto que las necesidades sentidas (pero no expresadas), así como las necesidades comparativas y normativas pueden ser analizadas como demanda potencial.

Paso 2: La descripción del problema focal

El propósito de esta fase es lograr una definición unívoca del problema focal consensuada por el grupo y realizar un recorte riguroso del mismo.

Para lograr un recorte riguroso del problema focal, el grupo que lleva adelante el análisis debe identificar un conjunto de descriptores que delimiten sus fronteras. Los descriptores hacen referencia a dimensiones del problema focal, de modo tal que la suma de ellos precisa qué aspectos se encuentran incluidos y cuáles excluidos.

El acuerdo que el grupo realice sobre los descriptores permite una definición unívoca del problema focal, reduciendo las confusiones que pueden ocasionarse por interpretaciones diversas. Este es un paso clave del análisis porque estipula lo que debe ser explicado y fija sus límites.

El procedimiento de descripción permite transformar un malestar en un problema en sentido estricto. Es decir, convierte una situación considerada insatisfactoria y evitable, que necesariamente se expresa de manera más general y vaga, en un problema cuyas dimensiones son especificadas de manera rigurosa. Sus descriptores permiten definir unívocamente el problema y se conocen en conjunto como Vector Descriptor del Problema (VDP)

Se considera que la descripción del problema focal es suficiente, cuando el consenso alcanzado en el grupo de análisis sobre los descriptores a incorporar, logra eliminar toda ambigüedad sobre el contenido del problema focal.

Paso 3: Graficación de las relaciones Causales. Variables e hipótesis explicativas.

El propósito de esta fase es llevar a cabo un primer análisis de los problemas y sus interrelaciones, construyendo un primer modelo explicativo cuyo ajuste y desarrollo se llevará a cabo en el próximo paso.

Una vez descrito el problema focal es necesario la construcción de un modelo explicativo que dé cuenta de cómo se produce el problema focal. Para esto se deben identificar problemas asociados al problema focal. En este momento se opera con la información previa que el grupo ya posee y sobre la base de inferencias o primeros supuestos. Los problemas se pueden identificar asociándolos al problema focal sobre la base de los siguientes criterios: posibles causas, condicionantes o determinantes; posibles efectos, directos o colaterales.

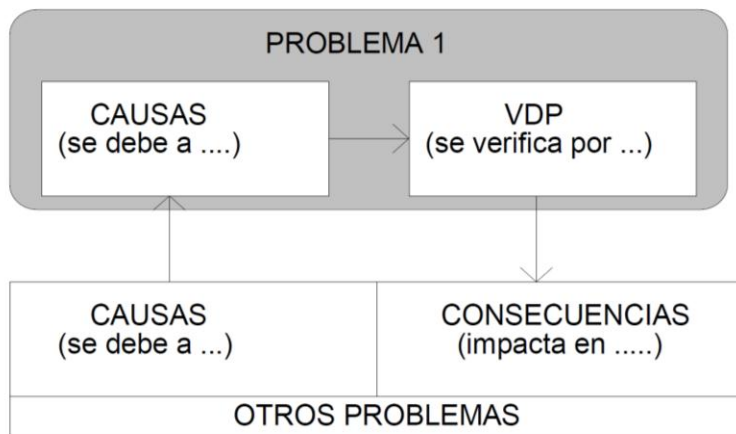
A los efectos de orientar la tarea, es conveniente trabajar con posibles campos de identificación de problemas. Por ejemplo:

El campo de intervención directa del proyecto: aquel sector de la realidad en el que el proyecto pretende insertar sus acciones.

El contexto: la realidad circundante en la que está inserto el campo de intervención directa. Se debe tener en cuenta tanto el contexto inmediato, como el contexto macro.

Las actuaciones: acciones, programas o proyectos que se implementan en el campo de intervención directa en torno a la temática del proyecto en procesamiento.

El resultado es un mapa de problemas relacionados. En realidad, esto constituye un primer acercamiento a un modelo explicativo construido por el grupo. En el mapa obtenido (flujograma), cada tarjeta remite, en un sentido amplio, a una variable. Cada flecha representa, por lo tanto, una hipótesis explicativa. Es necesario profundizar la discusión en torno a cada una de las variables y las relaciones existentes entre los problemas ya que es el momento medular de la actividad de análisis situacional. Frecuentemente, la argumentación a favor o en contra de las distintas hipótesis propuestas da lugar a la aparición de nuevas hipótesis que deberán ser graficadas y, a su vez, fundamentadas.



Paso 4: El desarrollo del modelo explicativo. El “mapeo” de cadenas causales.

El propósito de esta fase es expandir las redes causales, incorporando nuevos problemas y relaciones, a efectos de ampliar el modelo explicativo.

En un momento posterior, es necesario volver sobre el mapa de problemas a fin de continuar su desarrollo. La tarea consiste en desplegar las distintas cadenas causales que se han construido, indagando posibles nuevos problemas que conduzcan a nuevas hipótesis que permitan ampliar el modelo explicativo. En este sentido pueden presentarse situaciones diversas:

1. Problemas relevantes con relación a los que falta indagar más sobre sus causas o factores que coadyuvan a su producción. Esto es lo que se denomina “mapear hacia atrás”.
2. Problemas relevantes con relación a los cuales se considera conveniente explorar más sobre sus efectos o consecuencias. A esto se le llama “mapear hacia delante”.
3. También es frecuente el caso de alguna hipótesis que, si bien es considerada pertinente, se estima conveniente examinar el proceso que ella postula con el propósito de identificar otros problemas más concretos y específicos que median entre las dos variables originales de la hipótesis.

Para estructurar el análisis de los procesos causales, se puede clasificar a las variables en “Reglas”, “Acumulaciones” y “Flujos”.

Se consideran **reglas** a aquellas variables que condicionan el marco de actuación, es decir, dan identidad al problema y definen el campo de lo posible. No se trata sólo de normas, sino que además de las reglas de derecho, deben tenerse en cuenta costumbre o reglas implícitas que, si bien no constituyen normativa, funcionan como reglas de hecho.

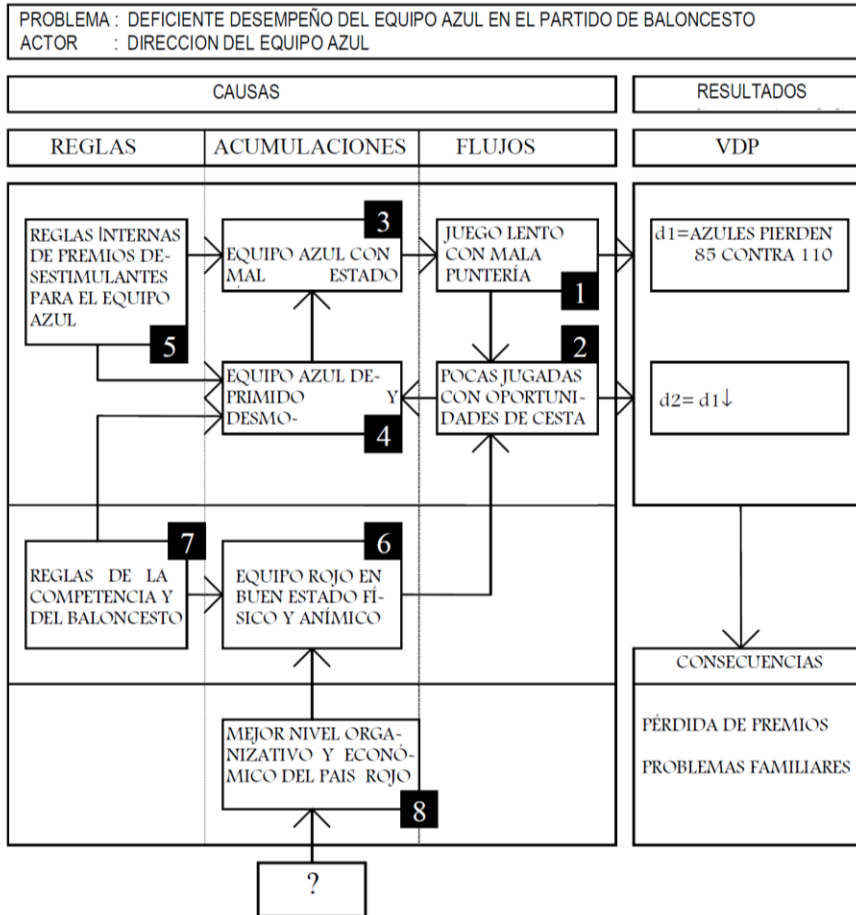
Acumulaciones son aquellas variables que dan cuenta de las capacidades o incapacidades estructurales de producción, que pueden ser tanto del sistema como de los actores que intervienen, etc.; tanto en el campo político, como en el económico, social, etc.

Flujos se denomina a las variables que enuncian hechos puntuales o coyunturales, que reflejan acciones o situaciones que, en principio, son transitorias y de hacerse permanentes devienen en in/capacidades estructurales transformándose en acumulaciones.

R	A	F	VDP
REGLA BAJO CONTROL 3	ACUMULACION BAJO CONTROL 2	FLUJO BAJO CONTROL 1	MARCADOR
REGLA FUERA DE CONTROL 6	ACUMULACION FUERA DE CONTROL 5	FLUJO FUERA DE CONTROL 4	
REGLA FUERA DEL JUEGO 9	ACUMULACION FUERA DEL JUEGO 8	FLUJO FUERA DEL JUEGO 7	

La idea del PES es graficar la explicación como un modelo sistémico causal principalmente *cualitativo*. En esa graficación, las causas se clasifican en 9 cuadrantes.

Ejemplo:



Paso 5: La organización de la exploración.

El propósito de esta fase es organizar la búsqueda de información necesaria para corroborar la existencia de los problemas y fundamentar las hipótesis del modelo explicativo.

El modelo explicativo construido en los pasos 3 ro. y 4 to. constituye el punto de referencia para la organización de la exploración. Cada problema identificado crea una demanda de información que será necesario satisfacer a fin de fundamentar o descartar las hipótesis explicativas formuladas.

El relevamiento de la información puede ser organizado en una planilla como la que se presenta a continuación.

Variable	Indicadores	Actores	Instrumentos	Plazos Razonables

En función de esta información será necesario volver sobre el modelo explicativo a fin de continuar con el desarrollo del mismo, desagregando problemas y revisando las hipótesis explicativas a la luz de la información que ha sido relevada. Esto puede implicar descartar algunos problemas que resultaron no ser tales, identificar otros nuevos, establecer nuevas hipótesis.

Paso 6: Análisis del espacio de Gobernabilidad: El control de Variables.

El propósito de esta fase es analizar el espacio de gobernabilidad del proyecto, a efectos de orientar la definición de los frentes de ataque del proyecto que se realizará en el paso siguiente. La gobernabilidad se analiza siempre en relación con el actor que va a llevar a cabo la intervención. Cuanto más variables decisivas estén bajo su control, mayor será su libertad de acción; por el contrario, si el campo de éstas es estrecho, se restringe su gobernabilidad respecto del sistema en el que va a intervenir. Se puede entonces definir la gobernabilidad como la relación de peso entre las variables que controla y no controla un actor con relación a su plan.

Para avanzar en este análisis se propone distinguir, en el modelo explicativo, los problemas que actúan como variables condición, los que constituyen variables instrumento y aquellos que se consideran de control compartido.

Variables Condición: son aquellas que se encuentran fuera de control del grupo que gestiona el plan.

Variables Instrumentos: son aquellas que se encuentran bajo control total del grupo de gestión del plan.

Variables de control compartido: son aquellas sobre las que el grupo tiene cierta capacidad de incidencia, pero también dependen de otros actores.

Las variables condición son aquellos aspectos de la realidad diagnosticada que resultan relevantes para la descripción y explicación del fenómeno, pero que el grupo evalúa que no podrán ser modificados desde el plan. Sin embargo, estarán condicionando permanentemente el desarrollo del mismo. Estas variables conforman lo que en el análisis de Carlos Matus se conoce como el campo III, “fuera de control”. En este se agrupan las variables que, si bien condicionan la situación que se está analizando, no pueden ser modificadas con las acciones formuladas desde el PE dado que se originan en otros ámbitos, otras reglas, producto de otros procesos y relacionadas con otros actores.

Las variables instrumento son aquellos aspectos que el grupo evalúa que está a su alcance modificar para alcanzar los fines del plan. Es decir, pueden servir como instrumentos para la transformación de la situación inicial. Se puede distinguir dos tipos de variables instrumento: aquellas que están bajo control total del grupo de gestión del plan -las variables instrumento en sentido estricto- y aquellas sobre las que el proyecto puede llegar a incidir, pero no están bajo su exclusivo gobierno. A estas últimas se las denominan variables de control compartido. **Las variables instrumentos**, clasificadas según control total o control compartido conforman los campos I y II del flujograma respectivamente.

	Causas			
	<i>Reglas</i>	<i>Acumulaciones</i>	<i>Flujos</i>	
I				PROBLEMA
II				Consecuencias
III				

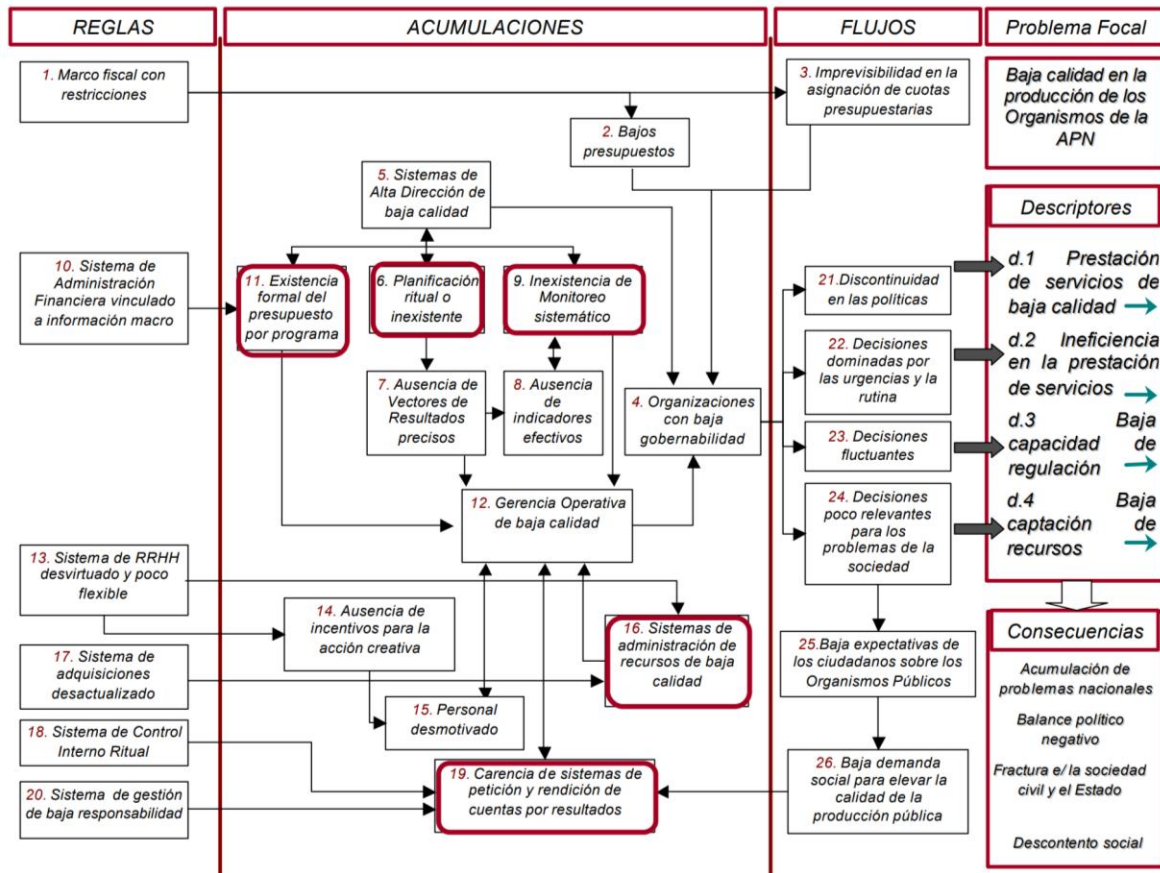
Con relación a variables condición de este tipo y a variables de control compartido, es necesario identificar los actores que ejercen control o influencia sobre ellas y analizar qué tipo de recursos de poder ponen en juego.

Paso 7: Definición de los frentes de Ataque.

El propósito de esta fase es definir los frentes de ataque de la estrategia general del proyecto. Un posible frente de ataque es una variable que, por su posición en el modelo explicativo, constituye un nudo crítico, en relación con el que se presume que cualquier alteración positiva en él desataría procesos de transformación que impactarían en un número considerable de problemas relevantes. Tales procesos posibilitarán, de manera directa o indirecta, revertir el problema focal. Un nudo crítico de esta naturaleza debe ser una variable que, o bien está bajo control total del actor que llevará adelante el plan, o bien éste puede ejercer cierta influencia sobre ella. De otra manera sería imposible tomarla como un centro práctico de acción.

Como criterio general, se debe tener en cuenta que un plan que define sus frentes de ataque únicamente con relación a variables instrumentos en sentido estricto, se plantea un horizonte de transformación modesto. Es decir, se dispone a operar sobre aspectos que están bajo su exclusivo control. Los proyectos que incorporan como frentes de ataque variables de control compartido se disponen a ampliar el campo de influencia o de gobernabilidad del mismo, ya que se hace necesario construir condiciones de viabilidad para acciones que le permitan transformar variables que no están bajo su entero control en opciones de acción.

A continuación, se presenta otro ejemplo para poder entender los frentes de ataque y como obtenerlos mediante la gráfica.



Frente de Ataque	Actor	Recurso
Existencia formal del presupuesto por programas	Ministerio de Economía	Formulación y monitoreo del presupuesto de la APN
	Organismos de la APN	Formulación, ejecución y monitoreo de su presupuesto
Planificación ritual o inexistente	Jefatura de Gabinete de Ministros	Regulación del Sistema Integrado de Planificación Estratégica Pública
	Organismos de la APN	Formulación, ejecución y monitoreo de sus planes
Inexistencia de Monitoreo sistemático	Sindicatura General de la Nación	Control Interno de la APN
	Auditoría General de la Nación	Control Externo de la APN
Sistemas de administración de recursos de baja calidad	Oficina Nacional de Compras y Contrataciones	Regulación del Sistema Nacional de Compras y Contrataciones
	Subsecretaría de la Gestión Pública	Capacitación del personal de los organismos de la APN
Carencia de sistemas de petición y rendición de cuentas por resultados	Subsecretaría de la Gestión Pública	Evaluación del personal de los organismos de la APN
	Organismos de la APN	Evaluación del personal del organismo

Paso 8: La formulación de las apuestas estratégicas.

El propósito de esta fase es formular las apuestas estratégicas que darán lugar a la confección del Plan para alcanzar la situación objetivo. La apuesta estratégica representa la afirmación que se hace respecto de la posibilidad de cambiar la connotación negativa del frente de ataque por una situación positiva que impacte en el problema focal, revirtiéndolo. Así, tendría que poder

definirse la situación o estado en que se desea encontrar un aspecto de la realidad en la que se interviene con el proyecto y dicha situación futura debería constituirse en una guía para la transformación de la situación que da origen a la intervención.

Este trabajo se realiza sobre las causas elegidas como Frentes de Ataque (FA) identificados (Paso 7), y en primera instancia, las Apuestas Estratégicas pueden realizarse positivizando los mismos. En el caso con el que se ejemplifico en el paso anterior, al ser los Frentes de Ataque:

- Existencia formal del presupuesto por programas
- Planificación ritual o inexistente
- Inexistencia de Monitoreo sistemático
- Sistemas de administración de recursos de baja calidad
- Carencia de sistemas de petición y rendición de cuentas por resultados

Las Apuestas Estratégicas podrían ser:

- Presupuesto formulado, ejecutado y monitoreado efectivamente por programas
- Implantación del SIPEP – Sistema Integrado de Planificación Estratégica Pública en la APN
- Sistema de monitoreo instalado y funcionando en los organismos de la APN
- Sistema de administración de recursos moderno y eficiente.
- Sistema de petición y rendición de cuentas por resultados instalado y funcionando en los organismos de la APN

Sobre cada uno de los Frentes de Ataque se realiza un proceso de descripción similar al llevado a cabo con el Problema Focal. Es decir, se construye el Vector Descriptor del Frente de Ataque (VDP del FA), que da cuenta de las distintas dimensiones de cada nudo crítico. Esto a su vez, permite construir el Vector Descriptor de Resultados del Frente de Ataque (VDR del FA).

A la luz de los VDR's de los Frente de Ataque, se estaría en condiciones de comenzar el proceso de formulación de los Planes Operativos, conjunto de actividades, tareas y acciones a realizar, para transformar la realidad en aras de alcanzar la situación deseada.

Paso 9: Aproximación a la situación objetivo.

El propósito de esta fase es realizar una primera construcción de la situación objetivo del proyecto que opere como guía direccional de la estrategia de intervención.

La situación objetivo de un proyecto es una conjetura sobre la disposición de los hechos y el discurrir de los procesos articulados en una circunstancia futura prevista como situación de llegada del plan. Esta situación que se desea alcanzar establece la direccionalidad de la estrategia.

La situación objetivo se reconstruye tomando como referencia el modelo explicativo de la situación inicial. Se puede obtener una primera aproximación a ésta, formulando en forma positiva el Vector Descriptor del Problema (VDP) que daría lugar al Vector Descriptor de Resultados (VDR) y los Vectores Descriptores de los Frente de Ataque (VDP del FA) que, darían lugar a los Vectores Descriptores de Resultados (VDR de los FA), que se pretenden alcanzar con las Apuestas Estratégicas. Esto es, formulando dichas variables en término de valores que el grupo considere deseables y susceptibles de ser alcanzados. Es clara entonces, la interrelación entre este paso y el anterior.

Es necesario aclarar que, como modelo de la realidad inserto en un determinado horizonte de tiempo futuro, la situación objetivo constituye una nueva totalidad. Es decir, una articulación compleja de procesos y acontecimientos, con múltiples determinaciones, radicalmente diferente de la situación inicial. Esto quiere decir que no es la suma incremental de modificaciones y cambios parciales de aspectos más o menos relevantes de la situación inicial. La situación objetivo comporta la idea de un cambio significativo que configura una realidad cualitativamente diferente.

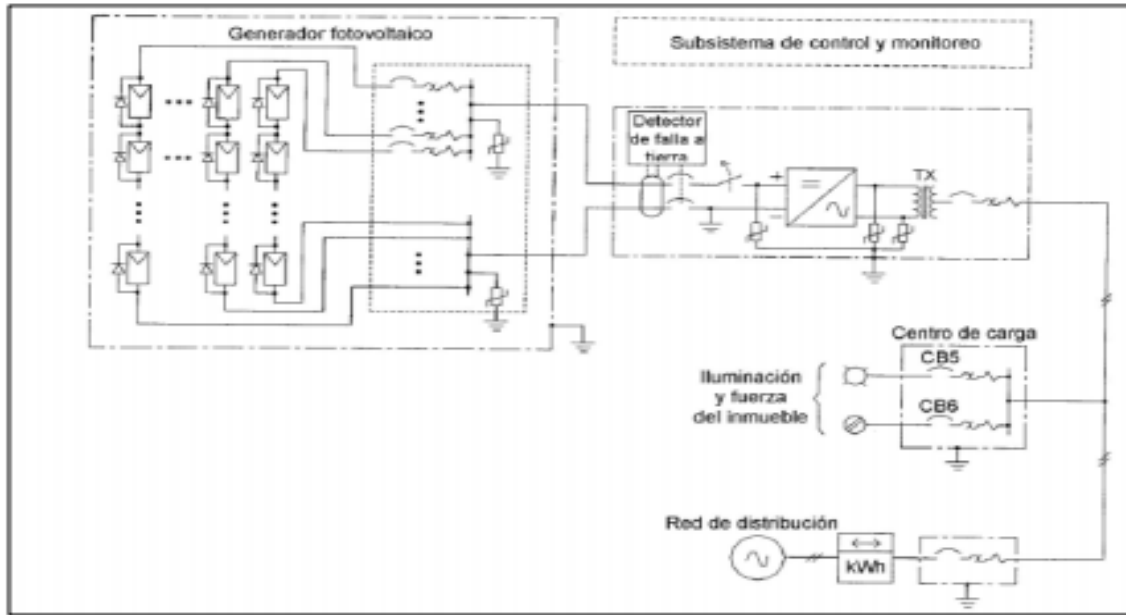
ANEXO 3

SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES (SIGET) DOCUMENTO DE CONSULTA PARTICIPATIVA ACUERDO N.º 194-E-2019 NORMA TÉCNICA DE DISEÑO, SEGURIDAD Y OPERACIÓN DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CON TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE HASTA 100 KW

Art. 71. DOCUMENTOS TÉCNICOS, INSTRUCCIONES Y GARANTIAS.

71.1. El instalador debe entregar al usuario final la documentación técnica correspondiente, así como el manual o instructivo del sistema fotovoltaico que han instalado, en donde se contemple lo siguiente:

- a) Dimensionamiento del sistema indicando los criterios para determinar la potencia pico a instalar, así como el criterio de selección del inversor (memoria de cálculo).
- b) Memoria de cálculo del diseño eléctrico para la selección de cables, des conectores, dispositivos de protección contra sobre corrientes, dispositivos de protección contra sobretensiones, conductores de puesta a tierra y tierra del sistema, protección contra fallas a tierra, y equipos de medición eléctrica.
- c) Diagrama eléctrico unifilar del sistema propuesto que incluya todas las características eléctricas de los cables, conduits, cajas, sistemas de protección, etc.
- d) Descripción completa y criterios de selección de las partes y componentes del sistema fotovoltaico.
- e) Manual de operación del sistema y de recomendaciones de uso, incluyendo protocolo de inspección y mantenimiento, información técnica relevante de los equipos y relación de posibles causas de falla.
- f) Diagrama eléctrico simplificado de la instalación. Ejemplo se muestra en la figura a continuación:



Figura

67. Diagrama eléctrico de simplificado de un sistema solar fotovoltaico.

g) Diagrama de ubicación de equipos o diagrama arquitectónico.

h) Planos civiles y memoria de cálculo de la cimentación y estructura soporte correspondiente, en el caso aplicare.

i) Lista de verificación de partes y componentes en sitio.

j) Resultados de la prueba de funcionamiento que se consideran en la Artículo 69. Pruebas de Seguridad, Operación E Inspección.

k) Instrucciones de apagado de emergencia.

l) Capacitación al usuario final, dando una explicación clara sobre el funcionamiento, operación y mantenimiento preventivo del sistema, indicando las partes y componentes del mismo, así como las posibles falla y corrección inmediata.

71.2. El instalador o vendedor (o fabricante) debe presentar el convenio de Garantías UsuarioProveedor por escrito del funcionamiento y ciclo de vida de todos los componentes del sistema, de acuerdo a lo siguiente:

a) Garantías de rendimiento de módulos fotovoltaicos: 10 años con al menos 90% de la potencia máxima de salida y 20 años con al menos 80% de la potencia máxima de salida. En dichos períodos, la degradación máxima permisible será del 10% ó 20% en la potencia-pico, según sea el caso, bajo condiciones estándares de prueba.

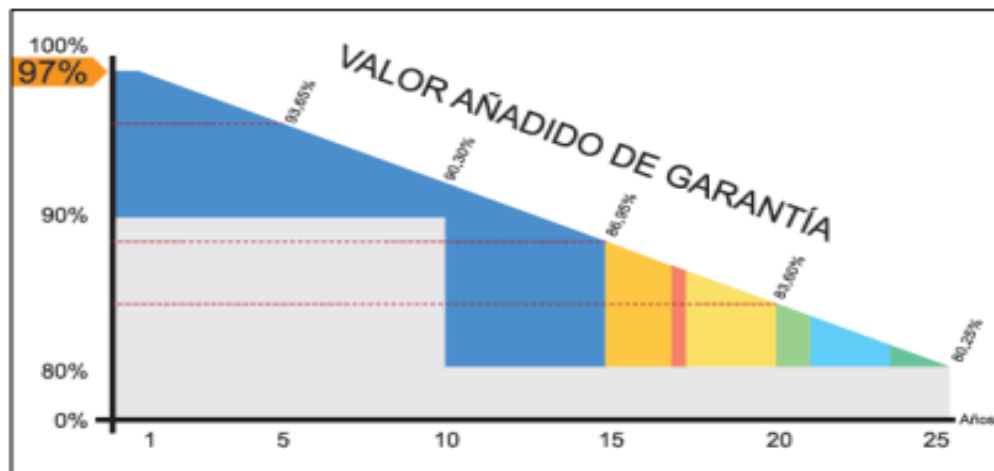


Figura. Ejemplo de garantía de rendimiento mostrada en la hoja de datos de un módulo

b) Garantías de fabricación de módulos fotovoltaicos: Todos los módulos que se instalan bajo la presente norma deberán tener una garantía mayor o igual a 10 años. Esto significa que si un módulo tiene falla de fábrica debería ser sustituido.

c) Garantía de Inversor, Controlador, Baterías y otros equipos: Deberán tener una vida útil mayor o igual a 5 años.

d) Garantía de Estructura para módulos fotovoltaicos: Deberán tener una vida útil mayor o igual a 20 años.

e) Garantía de Instalación Eléctrica: Deberán tener una vida útil mayor o igual a 20 años.

f) Garantía de Operación de la Planta: El instalador deberá otorgar una garantía de buen funcionamiento del sistema fotovoltaico de por lo menos 18 meses, y dentro de ese plazo el instalador deberá responder por la correcta operación de la misma. El instalador dará cumplimiento de estas garantías en el sitio de instalación del sistema.

La garantía cubrirá las fallas o defectos en la operación del sistema producto de una mala instalación, o vicios ocultos, o el uso de materiales no adecuados para las condiciones climatológicas del sitio. En el caso de presentarse alguna falla o defecto, el instalador procederá a la reparación o reemplazo de las partes y componentes, sin costo alguno para el usuario. El tiempo de respuesta para hacer válida la garantía no será mayor a 15 días naturales, contados a partir del conocimiento de la falla. Se excluyen de estas garantías daños por: robo, vandalismo, terremotos, huracanes, inundaciones, incendios forestales y rayos.

ANEXO 4

MATERIAS	APLICACIÓN EN LA TESIS	EJEMPLO DE APLICACIÓN
Métodos Experimentales Física I	Dan las Bases Fundamentales para entender los conceptos físicos que se aplican en los proyectos y amplían la lógica aplicada en los procesos.	La variable técnica de la velocidad promedio anual del viento, necesita que se entienda que es velocidad promedio, como son sus unidades y que sentido físico tiene en la realidad.
Matemática I Matemática II Matemáticas III Matemática IV	Las Matemáticas permiten el entendimiento de los fenómenos físicos, químicos y biológicos, mediante números que tienen un sentido universal, sin las matemáticas no se podría determinar ninguna estrategia ni plan de acción de los proyectos y tampoco se podría entender el porqué de los fenómenos y de cómo funcionan tanto los proyectos como la economía que lleva el desarrollo de este.	Para poder leer las gráficas del poder calorífico y encontrar su significado en la pendiente que esta conlleva.
Comunicación Espacial Grafica Dibujo Técnico	La aplicación de estas materias se da en el entendimiento de los planos y como ubicarlos en el espacio real de los sistemas de abastecimiento de las redes eléctricas, además de los planos de los dispositivos y maquinarias a utilizar.	Al leer los planos de la red eléctrica de El Salvador, conocer como ubicar las plantas y también como son los componentes de las células fotovoltaicas, sistemas eólicos, etc...
Hist. Soc. Eco. De ESA	Da las bases para poder fundamentar los estudios teóricos de la historia de El Salvador.	Para poder hacer el Marco Contextual.
Química Técnica	Se logra comprender los procesos fundamentales para la generación de la energía	Para poder entender los procesos para la carburación de la biomasa
Física II	La termodinámica es fundamental para encender la competencia en la generación de energía	Para poder entender los procesos termodinámicos de la generación
Mecánica de los sólidos I Mecánica de los sólidos II Mecánica de los Solidos III	En estas materias se puede observar la generación de modelos para la resolución de problemas, y ya que la tesis es de un modelo, se puede aplicar las mismas técnicas para la generación de los modelos.	Al generar las variables que serán después introducidas en el modelo, y en base a estas variables determinar qué tipo de energía se está hablando y dar diferente enfoque a un mismo modelo.
Introducción a la informática		Flujograma de resolución del proyecto.

Programación I	Se logra comprender la importancia de los flujogramas y de los procesos lógicos para poder llegar a un estado de solución.	
Física III Sistemas Electromecánicos	La tesis está en el marco del electromagnetismo y es fundamental en todos los aspectos.	La comprensión de la generación de energía eléctrica y la distribución de la misma.
Probabilidad y Estadística	Para poder generar un modelo, se debe de conocer las probabilidades y luego usar la estadística para generar una confiabilidad alta en los datos proporcionados.	Todas las gráficas han sido realizadas con procesos estadísticos en base a la historia de El Salvador en base a su consumo y generación a través de los años.
Tecnología Industrial II	Ayuda a la comprensión de los materiales y las formas de utilizarlos en el país.	Saber qué tipo de células fotovoltaicas son mejores para la generación.
Mecánica de los Fluidos	Ayuda a la comprensión de los fluidos utilizados en la generación	Estimar los caudales óptimos de los ríos para poder generar energía
Ingeniería Económica Fundamentos de Economía Contabilidad y Costos Finanzas Industriales	Toda la tesis es en base a la economía, el sistema de riesgos es económico y también se pretende saber cómo utilizarlos para generar ganancias en las industrias y que esta generación de energía sea viable económicamente, el saber cómo funciona la economía del país y como proyectarla a corto, mediano y largo plazo es fundamental para la realización de esta tesis.	
Manejo de Software para Microcomputadoras	Toda la tesis es realizada en computadoras con programas como Word, Excel, Visio, Etc...	Para la realización del documento integrado
Investigación de operaciones I Investigación de operaciones II	La generación de modelos, el conocer la toma de decisiones y la resolución de los mismos está asociado al análisis de las operaciones de las empresas.	El uso del método de Montecarlo para generar la toma de decisiones.
Modelos de Resolución de problemas de ingeniería	Las técnicas necesarias para poder ayudarnos a tomar decisiones	Método como la caja negra para el modelo.
Mercadeo	Para poder saber cómo funcionan los mercados en el País y cuáles son sus visiones a corto, mediano y largo plazo	Conocer los mercados energéticos de El Salvador

Legislación Profesional	Para saber que no se puede realizar un proyecto sin antes saber que leyes los rigen	Para realizar el marco legal
-------------------------	---	------------------------------