

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



**DISEÑO DE UNA EMPRESA PARA ADMINISTRAR Y
OPERAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:

IVANIA MARGARITA MARTÍNEZ TOBAR

LISSETH MADELIN PÉREZ MORENO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERA INDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTORA INTERINA:

MSC. JEANNETTE ELIZABETH SÁNCHEZ DE POCASANGRE

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

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Título:

**DISEÑO DE UNA EMPRESA PARA ADMINISTRAR Y
OPERAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN EL SALVADOR**

Presentado por:

IVANIA MARGARITA MARTÍNEZ TOBAR

LISSETH MADELIN PÉREZ MORENO

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. ANDRÉS OMAR AGUILAR MENÉNDEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2023

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. ANDRÉS OMAR AGUILAR MENÉNDEZ

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi familia y amigos.

- A Dios por siempre estar a mi lado en cada momento, y por utilizar a personas como instrumento para brindarme enseñanzas o lecciones de vida, las cuales me han permitido crecer como persona y profesional.
- Mi familia que me ha apoyado incondicionalmente, que siempre han estado cuidando y velando por mi bienestar.
- Mis amigos con los que he compartido alegrías y que han estado ahí para motivarme en las situaciones difíciles.

Madelin

Agradezco infinitamente a Dios por brindarme la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar con uno de mis objetivos; también, agradezco a mi madre y hermanos por ser un apoyo incondicional durante todo mi proceso de formación profesional y personal, de lo cual no dudo que continuarán siéndolo.

La universidad me permitió conocer a personas extraordinarias a las cuales ahora llamo mis amigos y agradezco que formen parte de mi vida ya que de ellos también he recibido el apoyo y las palabras de aliento cuando lo he necesitado.

Finalizo este texto con una frase que ha sido mi favorita durante mucho tiempo:
“Casi cualquier cosa es realmente interesante si uno profundiza en ella lo suficiente”

Ivania

ÍNDICE DE CONTENIDO

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	i
EQUIVALENCIAS	iii
INTRODUCCIÓN	iv
OBJETIVOS	v
ALCANCES	vii
IMPORTANCIA	viii
JUSTIFICACIÓN	ix
ETAPA 1. DIAGNÓSTICO	1
I. MARCOS DE LA INVESTIGACIÓN	1
1. Marco conceptual.....	1
1.1. Energía y potencia	1
1.2. Mercado eléctrico.....	3
1.3. Equilibrio de mercado.....	7
1.4. Transición energética.....	10
1.5. Calidad del servicio	11
1.6. Organismos internacionales	11
2. Marco teórico	12
2.1 Principales referentes	12
2.2 Administrador y operador del sistema de distribución	16
2.3 Clasificación CIU y CLAEES.....	18
3. Marco contextual.....	18
3.1. Mercado eléctrico regional	18
3.2. Mercado eléctrico nacional.....	22
4. Marco legal	36
4.1. Legislación regional	37
4.2. Legislación nacional.....	38
5. Diseño de la investigación.....	43
II. PREDIAGNÓSTICO	44
1. Objetivo.....	44
2. Justificación	44
3. Información estadística	44
3.1. Mercado mayorista.....	44

3.2. Mercado minorista.....	52
4. Análisis de relación entre mercado mayorista y minorista	60
III. DIAGNÓSTICO	61
1. Objetivos y preguntas.....	62
2. Supuestos	63
3. Estudio de mercado	64
3.1. Mercado consumidor.....	64
3.2. Mercado competidor	96
3.3. Mercado de abastecimiento o proveedor.....	103
3.4. Mercado distribuidor.....	127
4. Validación de supuestos	130
5. Resultados del estudio de mercado	134
6. Planteamiento del problema.....	136
6.1. Aplicación de la técnica de la caja negra.....	137
6.2. Aplicación de la técnica árbol de problemas y objetivos	138
7. Propuesta de solución al problema	142
7.1. Alternativas	142
7.2. Evaluación	142
7.3. Selección	146
8. Conceptualización del diseño.....	148
8.1. Propuesta de solución general.....	149
8.2. Propuesta de solución específica.....	151
8.3. Análisis de consistencia	153
ETAPA 2. DISEÑO.....	154
1. LOCALIZACIÓN.....	154
1.1. Macrolocalización	154
1.1.1. Base teórica	154
1.1.2. Método	154
1.1.3. Metodología.....	154
1.1.4. Aplicación de la metodología.....	155
1.2. Micro localización	158
1.2.1. Base teórica	158
1.2.2. Método	158
1.2.3. Metodología.....	159

1.2.4.	Aplicación de la metodología	159
2.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	165
2.1.	Diseño técnico de los servicios	165
2.2.	Especificaciones técnicas	169
2.2.1.	Humano.....	169
2.2.2.	Suministros y servicios	171
2.2.3.	Inmueble.....	179
2.3.	Instalaciones.....	180
2.3.1.	Distribución en planta	181
3.	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	182
3.1.	Organigrama.....	182
3.2.	Definiciones estratégicas.....	183
3.2.1.	Misión	183
3.2.2.	Visión	183
3.2.3.	Valores	183
ETAPA 3. EVALUACIÓN	184	
1.	ESTUDIO ECONÓMICO	184
1.1.	Inversiones del proyecto	184
1.1.1.	Inversión tangible	184
1.1.2.	Inversión intangible.....	185
1.1.3.	Capital de trabajo	185
1.2.	Financiamiento	192
1.2.1.	Estructura de financiamiento	192
1.2.2.	Entidad financiera.....	193
1.2.3.	Costos financieros por préstamo	196
1.3.	Costos e ingresos.....	197
1.3.1.	Clasificación de costos	197
1.3.2.	Estimación de costos.....	198
1.3.3.	Estimación de ingresos.....	205
1.4.	Presupuesto de ingresos y egresos.....	206
1.4.1.	Supuestos	206
1.4.2.	Proyección de egresos e ingresos.....	208
1.5.	Estados financieros proforma	208
1.5.1.	Estado de pérdidas y ganancias	209

1.5.2.	Estado de flujo de efectivo	209
1.5.3.	Estado de situación financiera	210
2.	EVALUACIONES DEL PROYECTO	214
2.1.	Evaluación económica.....	214
2.1.1.	Tasa mínima atractiva de rendimiento	214
2.1.2.	Valor actual neto (VAN)	215
2.1.3.	Tasa interna de retorno (TIR)	217
2.1.4.	Análisis beneficio – costo.....	217
2.1.5.	Periodo de recuperación de la inversión.	219
2.2.	Evaluación financiera.....	220
2.2.1.	Razones de rentabilidad	220
2.2.2.	Razones de apalancamiento	221
2.2.3.	Razones de liquidez	221
2.3.	Evaluación socioeconómica.....	222
2.4.	Evaluación ambiental.....	223
2.5.	Evaluación de género	226
2.6.	Evaluación legal	227
2.7.	Evaluación del sector eléctrico.....	230
3.	PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO	233
3.1.	Plan de gestión del alcance	234
3.1.1.	Organigrama de trabajo para la gestión de implantación del proyecto	234
3.1.2.	Definición del alcance del proyecto.....	234
3.1.3.	Estructura de desglose del trabajo.....	235
3.2.	Plan de gestión del cronograma	236
3.2.1.	Listado de actividades por paquete de trabajo.....	236
3.2.2.	Ruta crítica y holgura de las actividades.....	245
3.3.	Plan de gestión de costos.....	248
3.3.1.	Asignación de costos por actividad.....	248
3.3.2.	Presupuesto del proyecto por entregable/paquete de trabajo	260
	CONCLUSIONES.....	262
	RECOMENDACIONES.....	264
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	266
	ANEXOS	269
	Anexo A. Red de procesos Unidad de Transacciones.....	269

Anexo B. Planteamiento preliminar en anteproyecto	270
Anexo C. Fuentes de financiamiento.....	271
Anexo D. Histórico de generación renovable en mercado minorista.....	272
Anexo E. Días de asueto.....	273

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos comparativos entre SIGET y UT.	15
Tabla 2. Clasificación según CIU y CLAESS para DSO.	18
Tabla 3. Agentes autorizados de acuerdo con su actividad por país.	21
Tabla 4. Inyecciones y retiros en el MER por países.	22
Tabla 5. Diferencias entre UPR y APR.	33
Tabla 6. Estructura de los pliegos tarifarios aplicados a factura de usuario final.	36
Tabla 7. Cantidad de energía vertida en el periodo 2019-2021.	50
Tabla 8. Capacidad instalada total nacional, al 31 de diciembre de 2020.	54
Tabla 9. Consolidado Generación de Energía Renovable, Año 2020 (MWh)	59
Tabla 10. Consolidado Generación Total Nacional, Año 2020 (MWh)	59
Tabla 11. Identificación de indicadores para el enfoque del diagnóstico.	61
Tabla 12. Objetivos y preguntas para el diagnóstico.	62
Tabla 13. Consumidores preliminares de los servicios que brindará el DSO.	64
Tabla 14. Evolución de la capacidad instalada en mercado minorista (MW).	65
Tabla 15. Ventas de electricidad por generadores en mercado minorista.	66
Tabla 16. Evolución de la demanda de electricidad en mercado minorista.	66
Tabla 17. Generadores distribuidos por empresa distribuidora a septiembre 2021	68
Tabla 18. Ficha técnica para visita a un generador distribuido.	69
Tabla 19. Funcionamiento de SCADA en Agrocampestre.	75
Tabla 20. Ficha técnica para visita a empresa distribuidora.	80
Tabla 21. Condiciones generales para la interconexión con generadores.	84
Tabla 22. Ficha técnica para asistencia a charla sobre electromovilidad	86
Tabla 23. Diferencias entre medios de transporte por combustión y eléctricos	88
Tabla 24. Perfil de consumidores de los servicios que proporcionará el DSO.	91
Tabla 25. Proyecciones de la demanda en mercado minorista	93
Tabla 26. Proyección de ventas de electricidad por generadores distribuidos	95
Tabla 27. Ficha técnica para recolección de información de mercado competidor.	97
Tabla 28. Estado de los servicios preliminares para el DSO.	100
Tabla 29. Perfil de la competencia indirecta.	102
Tabla 30. Ficha Técnica visita al COT de ETESAL.	106
Tabla 31. Recursos que utiliza el COT.	111
Tabla 32. Ficha Técnica visita a sala de control de DELSUR.	112
Tabla 33. Recursos que utiliza la sala de control de DELSUR.	114
Tabla 34. Recursos e insumos para el Operador del Sistema de Distribución	116
Tabla 35. Categorías de proveedores para los datos e información.	119
Tabla 36. Escala de puntuación de los criterios	122
Tabla 37. Resumen de ponderaciones a los proveedores potenciales.	122
Tabla 38. Perfil de categoría 1 para proveedores de datos e información.	122
Tabla 39. Perfil de categoría 2 para proveedores de datos e información.	123
Tabla 40. Perfil de categoría 3 para proveedores de datos e información.	124
Tabla 41. Perfil de proveedor para equipo	125
Tabla 42. Perfil de proveedor para mobiliario.	125

Tabla 43. Perfil de proveedor para agua purificada.....	126
Tabla 44. Perfil de proveedor para papelería y útiles	126
Tabla 45. Perfil de proveedor para internet	126
Tabla 46. Tipos de canales de distribución para servicios	128
Tabla 47. Tipo de canal para cada servicio del DSO.....	128
Tabla 48. Variación de la capacidad instalada (MW) de los GD del año 2020 al 2021 ...	132
Tabla 49. Variación de las ventas totales (MWh) de los GD del año 2017 al 2021	133
Tabla 50. Cantidad de generadores agrupados a fecha 2021	134
Tabla 51. Variables de entrada y salida	137
Tabla 52. Datos estimados para cada criterio por alternativa.....	143
Tabla 53. Escala de ponderación de criterios y alternativas.....	143
Tabla 54. Ponderación de criterios.....	144
Tabla 55. Evaluación de alternativas con el criterio inversión	145
Tabla 56. Evaluación de alternativas con el criterio probabilidad de éxito	145
Tabla 57. Evaluación de alternativas con el criterio horizonte de tiempo.....	145
Tabla 58. Prioridad de las alternativas evaluadas	145
Tabla 59. Análisis de consistencia	153
Tabla 60. Escala para medición de la importancia de cada factor.....	156
Tabla 61. Asignación de ponderación a factores.....	156
Tabla 62. Escala para la calificación de las macro localizaciones factibles.	156
Tabla 63. Calificación asignada a macro localizaciones factibles.....	157
Tabla 64. Puntaje ponderado por macro localizaciones factibles.	157
Tabla 65. Detalle de la estimación de costos de edificio (cifras en US\$).....	160
Tabla 66. Costo mensual de los factores para análisis de micro localización.....	161
Tabla 67. Asignación de una ponderación a los factores subjetivos.....	162
Tabla 68. Definición de escala para calificación de las alternativas de localización	162
Tabla 69. Asignación de calificación a las alternativas de localización.....	162
Tabla 70. Puntaje ponderado para las alternativas de localización	163
Tabla 71. Porcentaje relativo del puntaje ponderado para cada alternativa	163
Tabla 72. Ficha técnica del Servicio 1.....	165
Tabla 73. Ficha técnica del Servicio 2.....	166
Tabla 74. Ficha técnica del Servicio 3.....	167
Tabla 75. Ficha técnica del Servicio 4.....	167
Tabla 76. Ficha técnica del Servicio 5.....	168
Tabla 77. Ficha técnica del Servicio 6.....	168
Tabla 78. Ficha técnica del Servicio 7.....	169
Tabla 79. Cantidad de recurso humano por unidad orgánica	169
Tabla 80. Detalle anual de papelería y útiles	171
Tabla 81. Servicio de internet y Línea Fija	172
Tabla 82. Servicio de electricidad	173
Tabla 83. Servicio de agua potable.....	174
Tabla 84. Servicio de agua purificada	174
Tabla 85. Servicio de limpieza	175
Tabla 86. Servicio de vigilancia externa	176

Tabla 87. Servicio de videovigilancia	176
Tabla 88. Servicio de diseño e instalación de SCADA	177
Tabla 89. Servicio de Licencias Microsoft Office 365	179
Tabla 90. Arrendamiento de inmueble	179
Tabla 91. Total de inversión tangible	185
Tabla 92. Total de inversión intangible.....	185
Tabla 93. Salarios por puesto de trabajo (US\$)	186
Tabla 94. Papelería y útiles de oficina para un año.....	187
Tabla 95. Arrendamiento de inmueble	190
Tabla 96. Servicios	190
Tabla 97. Suministros anuales.....	190
Tabla 98. Requerimiento de Efectivo y Equivalente	191
Tabla 99. Consolidado de cuentas contables para capital de trabajo.....	191
Tabla 100. Recursos monetarios o inversión para el DSO	191
Tabla 101. Investigación sobre entidades del sistema financiero de El Salvador	193
Tabla 102. Información préstamo.....	196
Tabla 103. Cálculo de cuota e intereses anuales ^{1/}	197
Tabla 104. Cálculo de depreciación	198
Tabla 105. Cálculo de amortización para activos intangibles	200
Tabla 106. Distribución de depreciación y amortización hacia costo operativo y administrativo	201
Tabla 107. Clasificación de salarios anuales en costo operativo y administración	201
Tabla 108. Clasificación del costo anual para servicios de terceros en costo operativo y administración.....	201
Tabla 109. Consolidado de costos anuales para el DSO	202
Tabla 110. Porcentajes para la distribución de los costos hacia los servicios	203
Tabla 111. Estimación del costo total para cada servicio del DSO (US\$).....	204
Tabla 112. Estimación de ingresos totales para el DSO	205
Tabla 113. Variación de la generación renovable en distribución (mercado minorista) ..	207
Tabla 114. Proyección de egresos e ingresos	208
Tabla 115. Estado de Resultado Año 1 – Año 5.....	209
Tabla 116. Flujo de efectivo Año 1 – Año 5 (US\$)	210
Tabla 117. Estado de situación financiera al 31/12/2024 – Año 0	211
Tabla 118. Estado de situación financiera al 31/12/2025 – Año 1	211
Tabla 119. Estado de situación financiera al 31/12/2026 – Año 2	212
Tabla 120. Estado de situación financiera al 31/12/2027 – Año 3	212
Tabla 121. Estado de situación financiera al 31/12/2028 – Año 4	213
Tabla 122. Estado de situación financiera al 31/12/2029 – Año 5	213
Tabla 123. Tasa de inflación para el proyecto.....	215
Tabla 124. Recursos monetarios para el DSO	216
Tabla 125. Flujos de efectivo neto para un periodo de 5 años	216
Tabla 126. Relación de la TIR respecto a la TMAR del proyecto	217
Tabla 127. Ingresos y egresos proyectados.....	218
Tabla 128. Cálculo del ROE desde 2025 hasta 2029.....	220

Tabla 129. Cálculo de la razón de endeudamiento desde el año 2025 hasta 2029.....	221
Tabla 130. Cálculo de la razón de activo circulante desde el año 2025 hasta 2029.....	222
Tabla 131. Aspectos de evaluación socio - económica.	222
Tabla 132. Matriz de Leopold.....	225
Tabla 133. Resultado de evaluación ambiental.....	226
Tabla 134. Evaluación legal.	227
Tabla 135. Contribuciones del DSO según los retos 01, 02, 03, 04 y18.....	232
Tabla 136. Estimación de duración de actividades, precedencias y subsecuencias	236
Tabla 137. Ruta crítica y holgura de las actividades	245
Tabla 138. Asignación de costos por actividad.	248
Tabla 139. Presupuesto del proyecto.....	261

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujos de potencia en tiempo real del Sistema Eléctrico Regional.....	20
Figura 2. Agentes autorizados por actividad	21
Figura 3. Mercado Eléctrico en El Salvador	23
Figura 4. Cadena del sector eléctrico.....	25
Figura 5. Estructura y actores del mercado eléctrico	26
Figura 6. Flujos de información OS&AM El Salvador	28
Figura 7. Relación de los actores del mercado eléctrico de El Salvador	29
Figura 8. Mapa del Sistema de Transmisión de El Salvador	32
Figura 9. Área de influencia de empresas distribuidoras, año 2020.	35
Figura 10. Tipología de los métodos y diseños de investigación	43
Figura 11. Capacidad instalada por central generadora (MW)	45
Figura 12. Ubicación de centrales generadoras.....	46
Figura 13. Flujo de la energía eléctrica en mercado mayorista, año 2020 (GWh)	52
Figura 14. Capacidad instalada de generadores minoristas, 2020 (MW)	53
Figura 15. Ubicación de la capacidad instalada de generación en El Salvador, año 2020	56
Figura 16. Potencial Eléctrico Fotovoltaico.	57
Figura 17. Flujo de la energía eléctrica en el mercado minorista en 2020 (MWh).	58
Figura 18. Estructura de generación de energía renovable, año 2020.	60
Figura 19. Muestra para el estudio de mercado consumidor.....	68
Figura 20. Ubicación de Planta Biogás Agrocampestre	69
Figura 21. Medidor instalado en planta Agrocampestre	72
Figura 22. Proceso de generación de electricidad con tecnología biogás	73
Figura 23. Componentes que integran un sistema SCADA.....	75
Figura 24. Punto de excavación donde se encontraba el atasque	79
Figura 25. Ubicación de Oficinas Centrales de DELSUR.	80
Figura 26. Identificación del fenómeno de flujo inverso.....	83
Figura 27. Charla técnica “En camino hacia la electromovilidad”.	86
Figura 28. Tipos de competencia.....	96
Figura 29. Estados para definir la competencia para el DSO	100
Figura 30. Competencia directa e indirecta para el DSO	102
Figura 31. Esquema operativo del mercado mayorista de electricidad.....	104
Figura 32. Muestra para el estudio de mercado proveedor	105
Figura 33. Ubicación de Empresa Transmisora de El Salvador	106
Figura 34. Actores con los que tiene comunicación el COT	110
Figura 35. Sala de control de DELSUR.....	116
Figura 36. Esquema de abastecimiento preliminar para el DSO.	117
Figura 37. Proceso para la adquisición de productos y/o servicios por parte del DSO ...	118
Figura 38. Metodología para la selección de proveedores	121
Figura 39. Criterios para la ponderación de los proveedores potenciales	121
Figura 40. Esquema de distribución de los servicios del DSO	130
Figura 41. Variables en tiempo real de la operación de mercado mayorista	132
Figura 42. Técnica de la caja negra	137

Figura 43. Árbol de problemas	140
Figura 44. Árbol de objetivos	141
Figura 45. Alternativas de solución a la problemática	142
Figura 46. Metodología para la evaluación de alternativas de solución.....	142
Figura 47. Criterios para la evaluación de las alternativas de solución	143
Figura 48. Alternativa seleccionada como solución al problema	147
Figura 49. Reestructuración del sector eléctrico	148
Figura 50. Propuesta de solución general.....	150
Figura 51. Propuesta de mapa de procesos para el DSO	152
Figura 52. Metodología para definir la macro localización.....	155
Figura 53. Metodología del MÉTODO DE BROWN – GIBSON.....	159
Figura 54. Ubicación propuesta para el DSO en el municipio de San Salvador	165
Figura 55. Organigrama de áreas funcionales	182
Figura 56. Clasificación de las inversiones del proyecto	184
Figura 57. Ecuación del capital de trabajo neto.....	186
Figura 58. Proporción del financiamiento para el proyecto.....	192
Figura 59. Clasificación de los tipos de costos.....	197
Figura 60. Tasa de inflación.....	214
Figura 61. Resultados posibles del VAN y su interpretación	215
Figura 62. Resultados posibles del B/C y su interpretación.....	218
Figura 63. Tipos de razones financieras	220
Figura 64. Representación gráfica de la magnitud e importancia del impacto.	224
Figura 65. Áreas de evaluación de género.....	226
Figura 66. Retos que afronta el sector eléctrico.....	231
Figura 67. Organigrama de trabajo.	234
Figura 68. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).....	235

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Demanda anual de energía en el mercado mayorista.....	47
Gráfico 2. Demanda histórica en el mercado mayorista para el 25 de diciembre	48
Gráfico 3. Demanda histórica en el mercado mayorista para el 01 de enero	48
Gráfico 4. Demanda versus generación para el 01 de enero de 2021.....	49
Gráfico 5. Energía vertida por recurso renovable 2019-2021	50
Gráfico 6. Proyección de demanda en mercado minorista	94
Gráfico 7. Proyección de ventas de los generadores distribuidos	95
Gráfico 8. Resultados de la evaluación de alternativas	146
Gráfico 9. Resultados de la aplicación del método puntaje ponderado	158
Gráfico 10. Línea de tendencia lineal para generación renovable	207

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

APR	Auto Productor Renovable.
B/C	Beneficio-costo.
CB	Contratos Bilaterales.
CDMER	Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional.
CECRE	Centro de Control de Energías Renovables.
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa.
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas.
CLAEES	Clasificación de Actividades Económicas de El Salvador.
CNE	Consejo Nacional de Energía.
COT	Centro de Operaciones de Transmisión.
CRIE	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica.
CRPS	Contratos Regionales con Prioridad de Suministro.
D	Demanda.
DSO	Operador del Sistema de Distribución, por sus siglas en inglés.
DTE	Documento de Transacciones Económicas.
EDT	Estructura de desglose del trabajo.
EOR	Ente Operador Regional.
EPR	Empresa Propietaria de la Red.
ERNC	Energía Renovable No Convencional.
ETESAL	Empresa Transmisora de El Salvador.
FINET	Fondo de Inversión en Electricidad y Telefonía
FISDL	Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local.
GD	Generación Distribuida.
GDR	Generador Distribuido Renovable.
GDR	Generadores Distribuidos Renovables no convencionales
GDRNC	Generación Distribuida con Energía Renovable no Convencional.
GDT	Generador Distribuido Térmico.
GWh	Gigavatio hora o Gigawatt hora.
IEA	Agencia Internacional de la Energía, por sus siglas en inglés.
IRENA	Agencia Internacional de las Energías Renovables, por sus siglas en inglés.
KWh	Kilovatio hora o Kilowatt hora.
LC	Contratos de Libre Concurrencia.
LGE	Ley General de Electricidad.
MC	Mercado de Contratos.
MCR	Mercado de Contratos Regional.
MER	Mercado Eléctrico Regional.
MM	Mercado Mayorista
MOF	Manual de Organización y Funciones.
MOR	Mercado de Oportunidad Regional.
MRS	Mercado Regulador del Sistema.

MW	Megavatio.
MWh	Megavatio hora.
NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas (por sus siglas en inglés).
O	Oferta.
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMCA	Operador del Mercado Centroamericano.
OS&AM, OS/OM	Operador del Sistema y Administrador del Mercado.
PCH	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
PM	Participante de mercado.
PMs	Participantes del mercado.
PRI	Periodo de Recuperación de la Inversión.
RD	Red de distribución.
RLGE	Reglamento de la Ley General de Electricidad.
RMER	Reglamento del Mercado Eléctrico Regional.
ROBCP	Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción.
RTR	Red de Transmisión Regional.
SAE	Sistema de Almacenamiento de Energía.
SAIDI	Índice de Duración de Interrupción Promedio del Sistema.
SAIFI	Índice de Frecuencia de Interrupción Promedio del Sistema.
SAM	Sistema de Administración del Mercado.
SC	Superintendencia de Competencia.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (supervisión, control y adquisición de datos).
SEP	Sistema Eléctrico de Potencia.
SICA	Sistema de Integración Centroamericana.
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica para Países de América Central.
SFV	Sistema Solar Fotovoltaico.
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones.
SIMEC	Sistema de Medición Comercial.
SIMECR	Sistema de Medición Comercial Regional.
UPR	Usuarios Finales Productores Renovables.
UT	Unidad de Transacciones.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
TMAR	Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento.
VAN	Valor Actual Neto.

EQUIVALENCIAS

1 kW	Kilovatio = 1.341 caballo de fuerza (HP)
1 MW	Megavatio = 1,000 kW
1 kWh	Kilovatio-hora = energía producida por un kW mantenido durante una hora.
1 MWh	Megavatio-hora = 1,000 kWh
1 GWh	Gigavatio-hora= 1,000,000 kWh
1 TWh	Teravatio-hora = 1,000,000,000 kWh
1 kV	Kilovoltio= 1,000 Voltios

INTRODUCCIÓN

El Salvador se encuentra en proceso de transición hacia la solidez de su generación de electricidad, mayormente a través de recursos renovables; esto implica que, en el mercado eléctrico, quien se encuentra conformado por un mercado mayorista y minorista, la electricidad sea gestionada de manera eficaz. Para ello, se requiere de entidades encargadas de llevar a cabo dicha gestión, éstas suelen conocerse como Operadores del Sistema y Administradores del Mercado.

En el mercado mayorista de electricidad de El Salvador, la entidad encargada de realizar las funciones de administrador y operador del mercado es la Unidad de Transacciones, mientras que, para el mercado minorista, actualmente no existe una entidad que cumpla dichas funciones. Debido a la ausencia de esta entidad, el presente trabajo se orienta a desarrollar etapas como el diagnóstico, el cual tiene como fin el establecimiento de supuestos para poder validarlos. Asimismo, se logra identificar una propuesta de solución preliminar para la cual se realiza una conceptualización de la misma. Dicha propuesta se traduce en la incorporación de una empresa conocida como Operador del Sistema de Distribución (DSO) dentro de la estructura actual del sector eléctrico.

Posteriormente a realizar la conceptualización de la propuesta de solución surge la etapa de diseño, dentro de la cual se busca determinar la ubicación geográfica más favorable, el establecimiento de todos los requerimientos técnicos necesarios para la ejecución de las operaciones de la empresa y la definición estratégica de la organización.

Para concluir, se desarrollan las evaluaciones, ésta se considera una etapa crucial que implica un profundo análisis económico y una evaluación exhaustiva de diferentes aspectos antes de la implantación del proyecto. En resumen, la etapa de evaluación es esencial para asegurar que el diseño y la operación del Operador del Sistema de Distribución sean sólidos desde los diferentes componentes abordados.

OBJETIVOS

General

Diseñar una empresa que se dedique a la administración y operación del sistema de distribución de energía eléctrica, de tal manera que contribuya al equilibrio entre la oferta y demanda del sector eléctrico de El Salvador.

Específicos

Etapa de diagnóstico

- Investigar los conceptos, teoría y contexto aplicados al mercado eléctrico de El Salvador, mediante la revisión de fuentes secundarias de información para el establecimiento de los marcos de la investigación.
- Realizar un prediagnóstico de la relación existente entre mercado mayorista y minorista de electricidad utilizando de referencia las estadísticas de acceso público para la delimitación del estudio de mercado.
- Aplicar técnicas de recolección y análisis de información primaria que permitan el establecimiento de los mercados consumidor, competidor, proveedor y distribuidor para un Operador del Sistema de Distribución (DSO).
- Establecer el planteamiento del problema de acuerdo con los resultados del estudio de mercado para la conceptualización del diseño de la solución propuesta.

Etapa de diseño

- Aplicar técnicas de ingeniería para la determinación de la localización óptima de la empresa.
- Establecer las especificaciones técnicas de los recursos que se requieran para el funcionamiento del DSO.
- Describir los subsistemas contable, gestión de calidad y logístico que integrarán al DSO y que garanticen que sus operaciones se realicen de manera eficiente.
- Establecer la organización del DSO, donde para cada puesto de trabajo se definan las funciones que le competen y nivel jerárquico en el que se encuentra para el logro de la misión de la organización.

Etapa de evaluación

- Realizar un estudio económico en el cual se definan las inversiones del proyecto, financiamiento, costos, presupuesto y estados financieros para la proyección de la situación financiera durante un periodo de 5 años.

- Evaluar la propuesta del modelo de empresa desde la perspectiva económica, financiera, socioeconómica, ambiental, de género, legal y del sector eléctrico para la estimación del impacto que generaría su puesta en funcionamiento.
- Elaborar el plan de gestión de alcance, cronograma y de costos como propuestas para la implantación del proyecto.

ALCANCES

- Se pretende realizar un estudio descriptivo que permita evaluar la situación actual entre la oferta y demanda del mercado minorista de energía eléctrica en El Salvador.
- El ámbito de influencia geográfica del trabajo de investigación será a nivel nacional.
- El objeto del estudio será el diseño de una empresa catalogada como un Operador del Sistema de Distribución (DSO) de energía eléctrica.
- Los sujetos de estudio serán los generadores distribuidos, empresas distribuidoras y usuarios finales.
- El documento que se presentará estará compuesto de tres etapas: diagnóstico, diseño y evaluación. No se incluirá la elaboración de normativas de regulación, sin embargo, se evaluará en la tercera etapa los impactos legales y/o regulatorios.

IMPORTANCIA

El sector eléctrico a nivel global y nacional enfrenta cambios constantemente, viéndose influenciados directamente por los avances tecnológicos y las necesidades de los consumidores, los cambios deben asumirse mediante una política de transición energética que considere las perspectivas tecnológicas, mercado, consumidores y electrificación del consumo mediante la sustitución progresiva de los hidrocarburos a través de la electromovilidad.

En los últimos cinco años en El Salvador la aplicación de tecnologías para generación de energía eléctrica por medio de recursos renovables ha incrementado, una de estas tecnologías es la solar fotovoltaica que para el año 2020 se contó con 474 MW de capacidad instalada de acuerdo con la Figura 12 (219.0 MW) y Tabla 8 (255.46 MW), posicionándose en tercer lugar únicamente después de la generación por medio de los combustibles fósiles y aprovechamiento del recurso hidroeléctrico en el país. Debido al crecimiento sin control de generadores a nivel nacional, el CNE en su política energética (2020-2050) establece como línea estratégica la “Infraestructura energética para el desarrollo” donde se plantea implementar un proceso planificado de expansión integral del sector eléctrico que incluya a la generación, transmisión, distribución y nuevas tecnologías.

A nivel de mercado minorista, los UPR y APR generan electricidad para autoconsumo, sin embargo por periodos cortos de tiempo se les faculta para realizar inyecciones de sus excedentes al sistema de distribución, desencadenando así el fenómeno de vertimiento de generación base a nivel de mercado mayorista, el cual es provocado por el incremento en la oferta de los últimos años y la disminución de la demanda real con respecto a las proyecciones realizadas por parte de la UT, por lo cual, se interpreta como un desequilibrio dentro del sector eléctrico. Como se presenta en la Tabla 17, en el país a fecha septiembre de 2021 la SIGET tenía registrados un total de 529 UPR y 12 APR, estos datos indican que el mayor impacto lo ocasionan los UPR que se encuentran conectados a las redes de las empresas distribuidoras a nivel nacional.

Como parte de las instituciones y/o empresas que tienen como finalidad garantizar el funcionamiento óptimo del sector eléctrico se encuentra la UT, ésta emite informes con datos estadísticos acerca del comportamiento del sector a nivel de mercado mayorista, sin embargo, sus proyecciones se ven afectadas porque las inyecciones que realizan los generadores distribuidos no son registradas en el sistema de medición que implementa la UT, de igual manera los generadores distribuidos no cuentan con una entidad que administre el mercado minorista de electricidad.

JUSTIFICACIÓN

En el mundo habitan más de siete mil millones de personas, las cuales se han adaptado a diferentes cambios que las obliga a realizar la transición hacia la digitalización, proporcionando así las condiciones óptimas para la globalización que básicamente consiste en la integración de las economías globales, por lo cual, es vital que un país cuente con los recursos necesarios para que todos sus habitantes mantengan la comunicación a nivel nacional.

Actualmente los precios del petróleo han presentado incrementos considerables debido a diversos factores, uno de los que ha generado mayor impacto es la invasión de Rusia a Ucrania, esto afecta considerablemente a un país que históricamente ha dependido de los combustibles fósiles para el transporte terrestre y la generación de energía eléctrica, la capacidad instalada por generadores que utilizan ese tipo de combustibles para 2020 fue de 757.1 MW como se presenta en la Figura 12.

Por lo anterior, es necesario que se proporcionen las condiciones para la adopción de nuevas tecnologías que disminuyan los impactos económicos y ambientales en el desarrollo del país, es decir que los sistemas de almacenamiento, la generación de energía eléctrica y el uso de ésta en los medios de transporte eléctrico sea sostenible en el tiempo, esto se puede lograr mediante el fortalecimiento de las instituciones y normativas actuales, fomentando de forma planificada el uso de tecnologías renovables y supervisando el comportamiento de los mercados mayorista y minorista.

Como parte de la supervisión se plantea la creación de una empresa que se encargue de administrar y operar el sistema de distribución, la cual formará parte de las diferentes empresas e instituciones que permiten que la población salvadoreña tenga un suministro de energía de forma continua y segura.

El proyecto denominado “Diseño de Una Empresa para Administrar y Operar el Sistema de Distribución de Energía Eléctrica en El Salvador” definirá los costos de operación que serán aplicados por administrar a los diferentes tipos de generadores que se encuentran conectados directamente a la red de distribución. Para su implementación se requiere la aplicación de medidas y/o regulaciones que permitan que haya una comunicación en tiempo real con los diferentes participantes del mercado minorista.

Para diseñar la entidad se abordó desde el campo de aplicación de la Ingeniería Industrial, basándose principalmente en el establecimiento de los procesos, recursos y costos necesarios para que la empresa inicie sus operaciones.

Los diferentes participantes del sector serán beneficiados con la creación de la empresa ya que permitirá que el sector funcione de forma eficiente a través de la optimización de los flujos de información para el análisis del comportamiento del sector y toma de decisiones para las soluciones ante emergencias o imprevistos que se puedan presentar.

ETAPA 1. DIAGNÓSTICO

I. MARCOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Marco conceptual

1.1. Energía y potencia

Energía

Se conoce como la capacidad que tiene cierto recurso para realizar un trabajo. Su unidad de medida en el Sistema Métrico Internacional es en Joule (*J*). En otras palabras, 1 Joule es el trabajo realizado por la fuerza de 1 Newton cuando genera un desplazamiento de 1 metro.

Potencia

Es la cantidad de energía consumida o entregada por una unidad de tiempo ($P=E/t$). La potencia se mide en Watts o Vatios, y se representa con la letra (*W*). Es importante destacar que los equipos han sido diseñados y dimensionados requiriendo una determinada potencia para su funcionamiento.

A partir del concepto de potencia, se obtienen las definiciones de capacidad instalada y energía.

Capacidad instalada

Es la potencia eléctrica de los equipos generadores tal y como se especifica por el fabricante en los datos de placa, se mide en kilovatios (kW) o cualquiera de sus equivalencias definidas en el apartado II de este documento.

Energía es la cantidad de potencia de los equipos, multiplicada por las horas que están encendidos. Su unidad de medida es Watt-Hora (*Wh*). Para calcular los (*Wh*) la formula sería:

$$Wh = P \cdot h$$

Dónde:

P: Potencia.

h: Es el tiempo expresado en horas.

- **Fuentes de Energía Renovables:** son aquellos recursos, de períodos de formación relativamente cortos o continuos, su disponibilidad no disminuye con el tiempo. Como por ejemplo el sol, la fuerza del viento, el agua y el calor que se extrae de la tierra. A partir de estos recursos se producen los tipos de energía renovable:
 - **Energía solar.** Se trata de la energía obtenida directamente del Sol (que es, al mismo tiempo, origen de todas las energías renovables). En función del mecanismo de aprovechamiento que se utilice se podrá obtener calor o electricidad.

- **Energía hidráulica.** En este caso se utiliza el agua retenida de los embalses y pantanos, para generar electricidad mediante una central hidroeléctrica.
 - **Energía eólica.** Consiste en aprovechar la energía del viento, por medio de los denominados aerogeneradores o molinos.
 - **Biomasa.** Se genera electricidad aprovechando la materia orgánica como fuente de energía.
 - **Energía geotérmica.** Consiste en aprovechar la energía potencial que hay en la Tierra, más específicamente el calor del suelo.
 - **Energía mareomotriz.** Aprovechando el movimiento de las olas, de las mareas, o de las corrientes marinas, se puede obtener energía eléctrica.
- **Fuentes de Energía No Renovables:** se obtiene de combustibles ilimitados en cantidad y que se agotan con su uso. Su velocidad de regeneración es muy inferior a la velocidad de consumo. Esto implica que, dentro de cierto tiempo, se acabarán agotando de forma inevitable. Los ejemplos de este tipo son:
 - **El petróleo.** Es un componente orgánico que se produce, básicamente, por desperdicios orgánicos animales, acuáticos y vegetales que habitaban en lagunas, mares o desembocaduras de los ríos. Estos detritos biológicos se acumularon en la corteza terrestre en capas sedimentarias. El carbono e hidrógeno son los principales componentes del petróleo.
 - **El gas natural.** Es un combustible originado de fósiles, gracias a la degradación de elementos orgánicos a lo largo de millones de años. Es una unión de hidrocarburos ligeros cuyos componentes principales son metano, nitrógeno, etano y dióxido de carbono. Se encuentra en la profundidad de la Tierra y puede compartir yacimientos con el carbón y el petróleo.
 - **El carbón.** Es un mineral orgánico compuesto por carbono, cuya formación resulta de la condensación paulatina de plantas descompuestas parcialmente al pasar millones de años.
 - **Energía nuclear.** Esta energía se encuentra almacenada en el núcleo de los átomos y para liberarla se debe ocurrir una reacción nuclear. Las centrales nucleares generan electricidad al aprovechar la energía que liberan los enlaces nucleares de los átomos de uranio.

A algunas de las fuentes de energía no renovables se les puede llamar combustibles fósiles.

- **Combustibles fósiles.** Material formado por una mezcla de compuestos orgánicos, que se extrae del subsuelo, con el fin de ser utilizado como combustible en los sistemas de producción de electricidad. Los más importantes son el carbón, petróleo y gas natural.

La energía secundaria proviene de transformar la energía primaria, incluye los tipos siguientes de energía secundaria:

- **Combustibles líquidos.** son aquellos productos que provienen del petróleo bruto, como gasolinas, kerosenos, turborreactores, gasóleos y fuel-oil.

- **Gasolina.** Es una combinación de varios hidrocarburos líquidos, volátiles e inflamables, es decir, compuestos orgánicos formados solo por carbono e hidrógeno, obtenida por destilación fraccionada del petróleo a la que se le añaden aditivos para mejorar sus propiedades, es utilizada ampliamente como combustible en motores de combustión interna.
- **Biocombustibles refinados.** Son combustibles para el transporte derivados de fuentes renovables como plantas y animales.
- **Electricidad.** Es una forma de energía que se manifiesta con el movimiento de los electrones de la capa externa de los átomos que hay en la superficie de un material conductor.
- **Hidrógeno.** Es el elemento más abundante en el universo, sin embargo, en La Tierra el hidrógeno no existe en estado libre y se encuentra asociado a otros elementos en miles de compuestos. Se obtiene a través de diversos procesos industriales que permiten extraerlo (separarlo) de los otros elementos.
- **Calor.** Energía que se manifiesta por un aumento de temperatura y procede de la transformación de otras energías; es originada por los movimientos vibratorios de los átomos y las moléculas que forman los cuerpos.

A partir de la clasificación de la energía, se constituye una matriz energética que básicamente se define como lo siguiente:

- **Matriz energética:** es “la estructura de los flujos de energía en toda la cadena de procesos desde la producción primaria hasta el consumo final de energía” (CNE, 2010, p. 10). Existen dos tipos de matrices energéticas, la de fuentes de energía primaria y la energía secundaria.

1.2. Mercado eléctrico

El mercado eléctrico es el ámbito donde se realizan transacciones comerciales entre participantes para la compraventa de energía y/o potencia. Las actividades que se desarrollan en un mercado eléctrico son las siguientes:

- **Rectoría:** consiste en el establecimiento de la política energética y propiciar la existencia de los marcos regulatorios que permitan el desarrollo eficiente del sector energético.
- **Regulación:** consiste en establecer y aplicar normas o leyes para disponer un determinado orden en el mercado eléctrico.
- **Generación:** conjunto de procesos distintos a través de los cuales puede producirse electricidad, o lo que es lo mismo, transformar otras formas de energía disponibles en la naturaleza en energía eléctrica aprovechable.
 - **Generación distribuida:** es aquella fuente de generación que se encuentra conectada a la red de distribución y que además no participa en el mercado mayorista de electricidad. Dichas plantas no superan los 20 MW de capacidad instalada¹ y en su totalidad son de tecnologías renovables (solar fotovoltaica en

¹ Cantidad de potencia (MW) que se le reconoce a las plantas generadoras considerando la disponibilidad técnica de sus equipos e instalaciones.

techo y en suelo, biogás y pequeñas centrales hidroeléctricas). Existen tres tipos de generadores distribuidos: Generador Distribuido Renovable (GDR), Auto Productor Renovable (APR) y Usuario Final Productor Renovable (UPR).

- **Transmisión:** es el transporte de energía eléctrica a largas distancias en redes de alta tensión desde los centros de generación hasta las redes de distribución y los centros de consumo.
- **Distribución:** es el transporte de energía eléctrica en redes de media y baja tensión desde las subestaciones conectadas a la red de transmisión hasta los usuarios finales.
- **Comercialización:** es la compra y venta de energía eléctrica.
- **Consumo:** conjunto de la energía eléctrica empleada por los usuarios finales para distintos usos, como por ejemplo la fabricación industrial, mover un vehículo eléctrico, o el uso de dispositivos electrónicos.
- **Autoconsumo:** usuarios finales (hogares, comercios o industrias.) que instalan sistemas de generación de energía eléctrica -principalmente sistemas solares fotovoltaicos (SFV)- con el objetivo de satisfacer sus necesidades energéticas con la energía generada por dichos sistemas en lugar de la energía que está disponible en la red de distribución; adicionalmente, estos sistemas eventualmente inyectan a la red de distribución los excedentes de energía eléctrica que generan. (CNE, 2021, pp. 50-51).

El mercado eléctrico nacional se encuentra estructurado mediante la clasificación siguiente de sus mercados:

- **Mercado mayorista:** está compuesto por el Mercado de Contratos y el Mercado Regulador del Sistema. En este mercado participan diferentes operadores que se clasifican en generadores, transmisor, distribuidoras, comercializadoras y grandes usuarios, asimismo en este mercado se negocian las transacciones de importación o exportación de los seis países que forman parte del Mercado Eléctrico Regional.
 - **Mercado de Contratos:** a través de éste se negocian contratos de largo plazo trasladables a tarifas y contratos bilaterales.
 - **Mercado Regulador del Sistema:** también conocido como Mercado de Oportunidad, está basado en costos de producción que permite comercializar la energía a precios variables, los que dependen de factores propios del sector (demanda nacional, tasas de disponibilidad, potencias máximas de cada central).
- **Mercado minorista:** está integrado por las plantas de generación conectadas directamente al sistema de distribución, las distribuidoras y comercializadoras que venden a los usuarios finales.

Asimismo, el país se encuentra integrado por medio de la interconexión de seis países de América Central, formando así un Mercado Eléctrico Regional.

- **Mercado Eléctrico Regional:** se conceptualiza como un séptimo mercado superpuesto con los seis mercados o sistemas nacionales existentes (Guatemala, El Salvador,

Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), con regulación regional, en el cual los agentes habilitados por el Ente Operador Regional (EOR) realizan transacciones internacionales de energía eléctrica en la región centroamericana.

La institucionalidad que propicia el desarrollo del mercado eléctrico es:

- **Instituciones nacionales**

- **Consejo Nacional de Energía:** es la autoridad superior, rectora y normativa en materia de política energética.
- **Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones:** Es una institución autónoma de servicio público, con competencias para la aplicación de leyes y reglamentos que rigen el sector eléctrico, y atribuciones para aplicar las normas contenidas en tratados internacionales sobre electricidad y telecomunicaciones.
- **Unidad de Transacciones:** es una sociedad anónima creada en la Ley General de Electricidad (LGE) que tiene por objeto la operación del sistema de transmisión y la operación del mercado mayorista de energía eléctrica.
- **Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL):** es una entidad privada con participación del Estado por medio de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), representa la columna vertebral del mercado eléctrico salvadoreño, haciendo posible las transacciones de electricidad entre los diferentes agentes conectados directamente a la red de transmisión nacional, así como las transacciones con mercados eléctricos fuera del territorio a través de las interconexiones eléctricas con la región.
- **Superintendencia de Competencia (SC):** es una institución pública autónoma, tiene como finalidad promover y proteger la competencia para incrementar la eficiencia económica y el bienestar del consumidor.
- **Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL):** es una institución pública autónoma, su objetivo fundamental es promover la generación de riquezas y el desarrollo local con la participación de los gobiernos municipales, las comunidades, la empresa privada y las instituciones del gobierno central, implementando proyectos de infraestructura social.

- **Instituciones Regionales**

- **Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional (CD-MER):** es el organismo encargado de facilitar la interrelación con el resto de los organismos que integran el MER.
- **Comisión Regional de Interconexión Eléctrica:** es el organismo regulador del MER, encargado de aprobar y dictaminar las normativas, establecer sanciones, entre otras funciones.
- **Ente Operador Regional:** es un organismo encargado de administrar y operar técnica y comercialmente las transacciones de energía en el MER. Es el

responsable de asegurar que la operación y el despacho regional de la energía se realice alcanzando niveles adecuados de seguridad, calidad y confianza.

- **Empresa Propietaria de la Red:** es una empresa privada conformada por entes públicos de cada país, quienes son accionistas propietarios de la línea SIEPAC, con el fin de desarrollar, diseñar, financiar, construir y mantener dicha línea.

Cada uno de los países que pertenecen al Mercado Eléctrico Regional cuentan con entidades encargadas de llevar a cabo funciones como la operación y administración del mercado, a continuación, se define y se identifican según sus siglas:

- **Operadores del Sistema / Operadores del Mercado (OS/OM):** son las entidades encargadas en cada país de la operación de los sistemas y/o administración de los mercados nacionales.

Para el caso de El Salvador, ambas funciones son ejecutadas por la Unidad de Transacciones, quien en adelante también puede identificarse como un OS&AM.

En el mercado eléctrico en general a las empresas que realizan las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización se les denomina operadores y si las actividades son realizadas en el mercado mayorista se les denomina participantes del mercado (PMs).

- **Operador:** cualquier entidad que realice las actividades de generación, transmisión, distribución o comercialización de energía eléctrica.
 - **Generadoras:** son las empresas que poseen las centrales de producción de energía eléctrica y que comercializan su producción en forma total o parcial. Estos operadores participan en mercado mayorista, por lo cual la potencia (capacidad instalada) de sus equipos debe ser mayor a 20 MW.
 - **Generador Distribuido Renovable (GDR):** es el operador generador de energía eléctrica a partir de fuentes renovables (solar, hidro, biogás, biomasa) que posee una o más plantas de generación interconectadas a las redes de distribución. Este tipo de generadores participan en el mercado minorista y la potencia (capacidad instalada) de sus equipos debe ser inferior o igual a 20 MW.
 - **Generador Distribuido Térmico (GDT):** es el operador generador de energía eléctrica a partir de fuentes no renovables (combustibles fósiles) que posee una o más plantas de generación interconectadas a las redes de distribución. Este tipo de generadores participan en el mercado minorista y la potencia (capacidad instalada) de sus equipos debe ser inferior o igual a 20 MW.
 - **Transmisor:** es la entidad poseedora de instalaciones destinadas al transporte de energía eléctrica en redes de alto voltaje, que comercializa sus servicios.
 - **Comercializadoras:** son las empresas que compran la energía eléctrica a otros operadores con el objetivo de revenderla. Están sujetos al Reglamento del Mercado Regional de Electricidad entre los países centroamericanos, así como a la normativa nacional.

- **Distribuidoras:** son las empresas poseedoras y operadoras de instalaciones de distribución, cuya finalidad es la entrega de energía eléctrica en redes de medio y bajo voltaje mediante sus redes de suministro.
- **Participante del Mercado (PM):** Operador o usuario final que cumpliendo con los requisitos de la Ley realiza transacciones comerciales a través de la Unidad de Transacciones en el Mercado Mayorista.

En el mercado eléctrico se distinguen dos tipos de sistemas de transporte de energía eléctrica dependiendo del nivel de tensión al que transportan la energía eléctrica, cabe destacar que el mercado mayorista cuenta con un sistema de transmisión y el mercado minorista con un sistema de distribución.

- **Sistema de transmisión:** conjunto de instalaciones, como torres, líneas, subestaciones, etc., dedicadas al transporte de energía eléctrica conectadas a alta tensión.
- **Sistema de distribución:** es el conjunto integrado de equipos de transporte de energía eléctrica en media y baja tensión. Está formado por los circuitos que se inician en la subestación de distribución y suministran energía a los transformadores de distribución.

Los niveles de tensión mencionados en los conceptos anteriores se encuentran en los siguientes rangos.

- **Alta tensión:** valores de tensión iguales o superiores a 115,000 voltios.
- **Media tensión:** se refiere como tal a los valores de tensión mayores a 600 voltios y menores a 115,000 voltios.
- **Baja tensión:** valores de tensión iguales o inferiores a los 600 voltios.

El sistema de transmisión de energía en El Salvador se encuentra interconectado con los países de la región centroamericana, por lo cual se dice que ellos tienen una red de transmisión regional.

- **Red de Transmisión Regional:** es el conjunto de instalaciones de transmisión a través de las cuales se efectúan los intercambios regionales y las transacciones comerciales en el MER, prestando el Servicio de Transmisión Regional. La RTR está conformada por instalaciones que son propiedad de agentes transmisores y su operación es coordinada y supervisada por el EOR y los OS/OM.

1.3. Equilibrio de mercado

El equilibrio de mercado sucede cuando la cantidad de energía ofertada (O) es igual a la energía demandada (D). Y se entenderá por desequilibrio de mercado las situaciones en que la oferta de energía sea superior a la demanda o viceversa.

- **Oferta de energía eléctrica:** es la suma de la producción e importación de energía primaria y secundaria.
- **Demanda de energía eléctrica:** es la cantidad de electricidad que una serie de usuarios necesitan para abastecer sus necesidades. Por tanto, la demanda eléctrica nacional es el resultado de la suma de toda la electricidad necesaria para dar suministro a todos los

usuarios del territorio nacional como industrias, empresas, oficinas, comercios, hogares, centros públicos, alumbrado, entre otros.

Los operadores de manera individual realizan inyecciones y retiros de energía de la red de transmisión o distribución, las inyecciones de energía están relacionadas con la oferta de energía eléctrica y los retiros de energía están relacionados con la demanda.

- **Inyección:** Aquella energía eléctrica que un operador entrega a la red o que ingresa a la red a través de una interconexión, se mide en kilovatio-hora (kWh) o cualquiera de sus equivalencias definidas en el apartado II de este documento.
- **Retiro:** Aquella energía eléctrica que un operador retira de la red o que es extraída de la red a través de una interconexión, se mide en kilovatio-hora (kWh) o cualquiera de sus equivalencias definidas en el apartado II de este documento.

Ante un desequilibrio entre la Oferta y Demanda se presentan las situaciones siguientes:

- **Excedente de energía:** es la diferencia de la energía generada y consumida por el Auto Productor Renovable (APR) o Usuario Final Productor Renovable (UPR).
- **Vertimiento:** operación de una central hidroeléctrica en la que se abren las compuertas de su vertedero, debido a que se ha superado la capacidad de almacenamiento de su embalse y la de turbinamiento de su central.
- **Vertimiento de generación base:** reducción de la generación base inyectada al sistema para salvaguardar sus condiciones de calidad y seguridad, por ejemplo, cuando se registra una demanda de potencia muy baja y deben ejecutarse maniobras para mantener el balance carga-generación en el área de control.

En el Sistema Eléctrico de El Salvador existen diferentes centros de control que como función principal tienen la de supervisar y asegurar que el sistema opere en las condiciones de seguridad establecidas, por lo que a continuación se consideran conceptos clave relacionados a esta temática.

- **Centro de control:** Sitio donde se programa, coordina, controla y supervisa la operación de un sistema eléctrico o Área de Control.
- **Pre despacho o programación diaria:** Programa de operación de las unidades generadoras y/o Grupo Generador a Programar (GGP), y Retiros Regionales, que realiza la UT para un horizonte de veinticuatro horas a partir de la hora de inicio de su aplicación. Como resultado se obtendrán, para el horizonte correspondiente, los programas de inyección y retiro de energía de la red y la operación de los sistemas de transmisión que, abasteciendo la demanda e Inyecciones Regionales previstas dentro de las condiciones exigidas de calidad, seguridad y requerimiento de servicios auxiliares, minimizan los costos totales de operación y déficit del sistema eléctrico.
- **Operación en tiempo real:** Maniobras operacionales efectuadas por la UT en orden a cumplir el plan establecido en la programación diaria a través de las instrucciones de operación y coordinación impartidas por ella a los Participantes del Mercado, en cumplimiento de las exigencias de calidad y seguridad de servicio.

- **Redespacho:** Modificación de la programación efectuada en el predespacho, debido a cambios en las condiciones con las cuales se realizó el mismo.
- **Sistema de Administración del Mercado (SAM):** Conjunto de herramientas computacionales que modelan la topología de la red, las características de los GGP, Inyecciones y Retiros Regionales y la demanda, las restricciones del sistema eléctrico y las ofertas de retiro de oportunidad, y que debe cumplir las características generales y requisitos definidos en este Reglamento. La UT utiliza este modelo para la programación de la operación.

La operación óptima del sistema permitirá que se suministre el servicio a los diferentes usuarios finales cumpliendo con los estándares de calidad del producto y del servicio. En el mercado eléctrico a los usuarios se les denomina como:

- **Grandes usuarios finales:** usuarios que realizan transacciones de energía eléctrica en mercado mayorista.
- **Usuario final:** consumidor de energía para usos propios en cualquiera de sus formas, estos son clasificados en pequeña, mediana y gran demanda de energía eléctrica. Los usuarios finales en la actualidad no solo se dedican a consumir, sino que también a generar para autoconsumo, por lo cual se han catalogado como Auto Productor Renovable (APR) y Usuario Final Productor Renovable (UPR).
 - **Auto productor Renovable (APR):** es el usuario final que produce energía para su propio consumo a partir de unidades de generación de energía basada en una fuente renovable no convencional ubicada en sus instalaciones y que eventualmente inyecta excedentes de energía a la red de distribución con la que se encuentra conectado, percibiendo una remuneración por cada kilovatio-hora de inyección neta.
 - **Usuario Final Productor Renovable (UPR):** es aquel usuario final que instala una unidad de producción de energía eléctrica basada en una fuente renovable con el único objeto de abastecer su demanda interna, y que, bajo una condición temporal y excepcional, por un período corto de tiempo, podría inyectar excedentes de energía a la red de distribución eléctrica sin fines comerciales.

Asimismo, dependiendo de la cantidad de electricidad consumida por parte de los usuarios finales en un determinado rango de horas se imputa el precio del servicio en la factura de acuerdo con los pliegos tarifarios que se ajustan trimestralmente. Por lo tanto, a continuación, se establecen las denominaciones y los rangos de tiempo contemplados en un día.

Bloques horarios: son los rangos de horas utilizados para la determinación de los precios ajustados de la energía que serán transferidos a los pliegos tarifarios de cada una de las empresas distribuidoras.

- **Horas punta:** es el período de máxima demanda diaria. Bloque horario comprendido entre las 18:00 horas hasta las 22:59 horas de cada día.
- **Horas resto:** es el período con demandas promedio. Bloque horario comprendido entre las 5:00 horas hasta las 17:59 horas de cada día.

- **Horas valle:** es el período con la mínima demanda diaria. Bloque horario comprendido entre las 23:00 horas hasta las 23:59 horas y de las 00:00 horas hasta las 4:59 horas de cada día.

Mensualmente a los usuarios finales se les factura el servicio de electricidad proporcionado por las empresas comercializadoras, donde se incluyen los cargos siguientes:

- **Cargo por Energía:** traslado del precio de la energía comprada por la distribuidora a los generadores para abastecer a los usuarios conectados a su red de distribución. Se ajusta trimestralmente: el día 15 de enero, abril, julio y octubre de cada año.
- **Cargo por Distribución:** es el costo de operación y mantenimiento de postes, acometidas, líneas de distribución, transformadores, equipos e inversiones necesarias para la mejora de la calidad y expansión de la red de distribución.
- **Cargo por Comercialización:** es un cargo fijo por costos de los servicios que se brindan en las Oficinas de Atención al Cliente, Centro De Atención Telefónica, actividades de facturación, entre otras.
- **Tasa Municipal por poste:** este cargo está determinado en los términos y condiciones del pliego tarifario, representa el costo mensual pagado íntegramente por las distribuidoras a las municipalidades en concepto de impuestos por uso de subsuelo de los postes de tendido eléctrico, cuyo cálculo se realiza de forma global y en conjunto con todas las distribuidoras del país, mediante la determinación del número de postes y el impuesto mensual por uso de subsuelo en cada municipio.

1.4. Transición energética

Se define como el conjunto de cambios en los modelos de producción, distribución y consumo de energía para hacerlos más sostenibles. El objetivo es transformar un sistema energético basado en los combustibles fósiles en un sistema energético basado en las energías renovables. Algunos conceptos relacionados se presentan a continuación:

- **Innovación tecnológica:** se trata de productos o servicios que incluyen redes inteligentes, baterías avanzadas y vehículos híbridos.
- **Movilidad eléctrica o electromovilidad:** consiste en la integración de nuevas tecnologías para desplazarse como bicicletas, scooters, motos y autos eléctricos. Esta se ha convertido en uno de los principales objetivos en el mundo para mitigar el daño al medio ambiente y reducir los efectos del cambio climático.
- **Sistemas de almacenamiento:** son claves para la descarbonización de los sistemas energéticos, ya que son una herramienta muy versátil para proveer flexibilidad a los sistemas. Una mayor participación de las energías renovables también implica una mayor generación solar fotovoltaica y eólica. Estas tecnologías variables exigen mayor flexibilidad en los sistemas eléctricos para mantener el balance continuo entre la generación y la demanda. En este sentido estos sistemas juegan un papel muy importante, gracias a que pueden actuar como una carga o como una fuente de electricidad de manera alterna, para compensar las variaciones tanto de la generación como de la demanda.

- **Sistemas de medición bidireccional:** se utilizan para medir la energía que suministra la distribuidora a un usuario final (APR o UPR) y la energía que el usuario final inyecta a la red de la distribuidora, haciendo posible con esto la venta (cuando aplique) de excedentes de energía.
- **Sistema SCADA:** es una herramienta de automatización y control industrial utilizada en los procesos productivos que puede controlar, supervisar, recopilar datos, analizar datos y generar informes a distancia mediante una aplicación informática. Su principal función es la de evaluar los datos con el propósito de subsanar posibles errores.
- **Sistema de tiempo real:** se refiere a cualquier sistema de procesamiento de información con componentes de hardware y software que realicen funciones de aplicación de tiempo real y que puedan responder a eventos dentro de limitaciones de tiempo predecibles y específicas.

1.5. Calidad del servicio

Es el conjunto de características técnicas y comerciales, inherentes al suministro eléctrico exigible en las Normas de Calidad del Servicio de los Sistemas de Distribución emitidas por la SIGET. La calidad del servicio engloba los siguientes parámetros:

- **Calidad del servicio técnico:** está relacionado principalmente con las interrupciones del servicio.
- **Calidad del producto técnico:** es aquel que implica los elementos de nivel de tensión, perturbaciones en la onda de voltaje (flicker² y tensiones armónicas) y la incidencia del usuario en la calidad.
- **Calidad del servicio comercial:** es aquella que está relacionada con la atención al usuario, los medios de atención al usuario y la precisión de los elementos de medición.

Interrupción: Se considerará como interrupción toda falta de suministro de energía eléctrica en el punto de entrega al usuario.

1. **Interrupción momentánea:** Son aquellas interrupciones que tienen una duración limitada hasta de tres (3) minutos, el cual es el tiempo requerido para restablecer los dispositivos de control y protección.
2. **Interrupción sostenida:** cualquier interrupción no clasificada como momentánea.

1.6. Organismos internacionales

- **Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA):** es una organización intergubernamental que apoya a los países en su transición hacia un futuro energético sostenible y sirve como plataforma principal para la cooperación internacional, centro de excelencia y depósito de políticas, tecnología, recursos y conocimientos financieros sobre energías renovables.

² Es una variación rápida y cíclica de la tensión, que causa una fluctuación correspondiente en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

- **Organización Latinoamericana de Energía (OLADE):** es un organismo de cooperación, coordinación y asesoría técnica, de carácter público intergubernamental, constituido el 2 de noviembre de 1973 mediante la suscripción del Convenio de Lima, ratificado por 27 países de América Latina y El Caribe, con el objetivo fundamental de fomentar la integración, conservación, racional aprovechamiento, comercialización y defensa de los recursos energéticos de la Región.
- **Agencia Internacional de Energía (IEA):** es una organización intergubernamental autónoma, se encarga de realizar recomendaciones sobre políticas que mejoren la confiabilidad, la asequibilidad y la sostenibilidad de la energía. Examina los problemas de espectro completo, incluidas las energías renovables, la oferta y la demanda de petróleo, gas y carbón, la eficiencia energética, las tecnologías de energía limpia, los sistemas y mercados eléctricos, el acceso a la energía, la gestión de la demanda y mucho más.

2. Marco teórico

Para el desarrollo del marco teórico del trabajo de investigación se pretende seguir una estructura que proporcione las ideas e información necesaria para comprender el funcionamiento de un Administrador y Operador del Sistema de Distribución como empresa privada con las facultades para ejercer sus funciones ante los participantes del mercado minorista de energía eléctrica de El Salvador.

El marco teórico se estructura de la siguiente manera:

2.1 Principales referentes, los cuales son: CECRE, EOR y UT, para ellos se menciona la personería jurídica, las funciones dentro del sector eléctrico, entre otros aspectos de interés, clasificando a cada uno como referente internacional, regional y nacional, respectivamente.

2.2 Administrador y Operador del Sistema de Distribución (DSO), partiendo desde los términos más básicos de tal modo que finalmente se describa su funcionamiento dentro del mercado minorista de energía eléctrica de El Salvador.

2.3 Clasificación CIU y CLAEES, del Administrador y Operador del Sistema de Distribución.

2.1 Principales referentes

INTERNACIONAL

2.1.1. Centro de Control de Energías Renovables (CECRE)

El Centro de Control de Energías Renovables (CECRE), es el centro de control pionero y de referencia mundial a través del cual se realiza la integración segura de las energías renovables en el sistema eléctrico de España.

El CECRE, nació como una iniciativa en 2006, forma parte de Red Eléctrica de España, quien funciona como operador del sistema eléctrico de dicho país

El objetivo principal de la existencia de este centro de control es integrar en el sistema eléctrico la máxima producción de energía de origen renovable, en condiciones de seguridad.

Gestión y control

Las energías renovables presentan características singulares, motivadas por la variabilidad de su producción, debido a las cambiantes condiciones climatológicas, por la incertidumbre en su predicción y por la tecnología que utilizan muchos de los generadores.

Todas las variables anteriormente mencionadas, se deben tener en cuenta con el fin de garantizar los niveles requeridos de calidad de suministro, incluido el correcto equilibrio entre producción y consumo eléctrico.

Para hacer frente a las singularidades de las energías renovables, el CECRE gestiona y controla las instalaciones o agrupaciones de generación renovable mayores de 5MW.

Integración

El CECRE recibe, cada 12 segundos, información en tiempo real de los centros de generación renovable. Todos los datos son analizados para comprobar qué cantidad de energía renovable puede integrarse en cada instante en el sistema eléctrico sin afectar la seguridad del suministro.

Gracias al CECRE, es posible analizar en tiempo real el escenario actual, prever las medidas de operación necesarias para que el sistema se mantenga en un estado seguro y emitir, en caso de detectarse situaciones inadmisibles en el sistema, las órdenes de limitación de producción de energía renovable no gestionable.

Beneficios

- Fomenta el uso de energías autóctonas.
- Favorece la reducción de emisiones de CO₂.
- Contribuye a la disminución de la dependencia energética del exterior.

REGIONAL

2.1.2. Ente Operador Regional (EOR)

El Ente Operador Regional (EOR), es un organismo regional adscrito al Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) creado a través del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central firmado en 1996 por los Gobiernos de las Repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá y ratificado por sus correspondientes asambleas legislativas.

Principalmente se encarga de monitorear la red de transmisión regional desde Guatemala hasta Panamá y el enlace extrarregional entre Guatemala y México.

El EOR, tiene personalidad jurídica propia y capacidad de derecho público internacional aplicable a las partes firmantes del tratado. Su domicilio está situado en la república de El Salvador.

Para cumplir con sus objetivos y funciones el EOR está dirigido por una Junta Directiva constituida por dos Directores por cada país firmante del Tratado, designados por sus respectivos Gobiernos y agentes del Mercado Eléctrico de cada país por un plazo de cinco años.

Principales objetivos y funciones

- Proponer a la CRIE los procedimientos de operación del Mercado y del uso de las redes de transmisión regional.
- Asegurar que la operación y el despacho regional de energía sea realizado con criterio económico, procurando alcanzar niveles adecuados de seguridad, calidad y confiabilidad.
- Llevar a cabo la gestión comercial de las transacciones entre agentes del Mercado.
- Apoyar mediante el suministro de información, los procesos de evolución del Mercado.
- Formular el plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional, previendo el establecimiento de márgenes regionales de reserva y ponerlo a disposición de los agentes del Mercado.

El EOR también es el encargado de administrar y operar técnica y comercialmente las transacciones de energía entre Centro América y México, así como también la futura interconexión eléctrica de Centro América con Colombia.

Objetivos estratégicos

- Fortalecer la vinculación con clientes y aliados estratégicos.
- Mejorar la gestión del MER.
- Impulsar la implementación de la regulación regional.
- Implementar la planificación de la expansión regional.
- Fortalecer los recursos humanos, la infraestructura y el gobierno corporativo.
- Asegurar la suficiencia financiera. (Ente Operador Regional, s.f.)

NACIONAL

2.1.3. Unidad de Transacciones (UT)

La Unidad de Transacciones, S.A. de C.V., fue constituida en abril de 1998, iniciando operaciones en octubre del mismo año. La UT es una sociedad privada y realiza sus funciones bajo un marco regulatorio dictaminado por la Ley General de Electricidad (LGE), aprobada por Decreto Legislativo del 10 de octubre de 1996.

Sus funciones son la administración del mercado mayorista y la operación del sistema eléctrico de potencia y sus interconexiones a nivel de la región de Centroamérica y Panamá, coordinadas con el EOR. Estas se encuentran contenidas en el artículo 33 de la LGE y regidas por el Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción (ROBCP).

Actualmente, se ha consolidado en seis gerencias funcionando bajo la dirección de la Junta Directiva y la Gerencia General.

Es oportuno aclarar el ámbito de aplicación de la Unidad de Transacciones (UT) y la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), para ello, se muestra en la Tabla 1 un cuadro comparativo de su constitución, función principal, alcance de aplicación de las leyes que respaldan sus actividades, entre otros aspectos.

Tabla 1. Aspectos comparativos entre SIGET y UT.

Aspecto	Actor	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)	Unidad de Transacciones (UT)
Fecha de constitución		12 de septiembre de 1996	Abril de 1998
Función principal		Regular	Administrar y operar
Alcance de aplicación de leyes		Sector electricidad de El Salvador, conformado por operadores y usuarios finales.	Mercado mayorista de electricidad y Sistema eléctrico de potencia.
Ley principal que aplican		Ley General de Electricidad (LGE)	Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción (ROBCP)

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, se brinda mayor detalle con respecto a las funciones y actividades que realiza la UT, como referente del trabajo de investigación, no se realiza de la misma manera para la SIGET, ya que únicamente cumple la función de entidad reguladora.

Actividades de la UT

Entre las actividades más importantes, se encuentran las siguientes:

- Garantizar la calidad y seguridad del sistema eléctrico, a través de la programación de las inyecciones y retiros en el mercado eléctrico mayorista a partir de los costos variables combustibles y no combustibles de los generadores, así como el costo de oportunidad del agua.
- Elabora la programación de la operación en sus diferentes horizontes: anual, semanal y diaria.
- Opera el sistema de transmisión y el mercado mayorista a partir de la programación diaria.
- Coordina los programas de mantenimiento de generación y transmisión.
- Realiza análisis post – operativos de fallas en el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP), informes post – operativos e informes para el Ente Operador Regional (EOR) y estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema.
- Realiza la conciliación y liquidación del mercado mayorista a partir de la información del Sistema de Medición Comercial (SIMEC), las transacciones contractuales declaradas, transacciones regionales, de capacidad firme, de comercialización, servicios auxiliares,

cargos del sistema y otros rubros de facturación contemplados en la reglamentación vigente, entre otras.

Procesos clave en la UT

- Planificación de la operación
- Gestión de operación en tiempo real y estudios

Dentro de este proceso también se realizan:

- 2.1. Estudios eléctricos a través de los cuales se determinan las condiciones para asegurar la confiabilidad y seguridad del Sistema Eléctrico de Potencia de El Salvador.
 - 2.2. Análisis post – operativo de las fallas ocurridas en la red para determinar las responsabilidades de estas.
- Gestión de conciliación y liquidación de transacciones

2.2 Administrador y operador del sistema de distribución

El modelo convencional de la distribución de energía, desde las redes de transporte de alta tensión hasta los puntos de consumo, está siendo transformado por la integración de las energías renovables y la descentralización energética. La operación y gestión de estos nuevos recursos hace necesario disponer de una red digital, inteligente y flexible.

Un concepto básico de un Operador del Sistema de Distribución (DSO) hace referencia a que éste opera la red como un mercado, de manera que garantiza el acceso a los servicios y genera resultados que benefician a los clientes y a la sociedad.

Los DSO son las entidades responsables de distribuir y gestionar la energía desde las fuentes de generación hasta los usuarios finales que la consumen. La digitalización es la clave para asegurar el modelo DSO, requiriendo inversiones en automatización, contadores inteligentes, sistemas en tiempo real, big data y analítica de datos. (IBERDROLA, s.f.)

El modelo DSO, utiliza contadores inteligentes que hacen posible la lectura bidireccional del flujo de energía y la comunicación en tiempo real. De esta forma, se posibilita la detección de interrupciones y el restablecimiento del suministro de manera automatizada, facilitando el seguimiento del consumo diario de los clientes a través de plataformas digitales de consulta.

Algunas ventajas del modelo DSO son las siguientes:

- Mediante el uso de contadores inteligentes, tiene la capacidad de medir y gestionar los flujos de energía teniendo en cuenta su bidireccionalidad – energía consumida (demanda) y generada (oferta) -.
- Permite la integración masiva de energías renovables, mejorando la calidad de suministro y creando valor para los clientes.
- Permite a los clientes disponer de información en tiempo real acerca de los consumos, ofreciéndoles una experiencia completa y personalizada.

Algunos ejemplos de países que cuentan con DSO son los siguientes:

- **España:** Centro de Control de Energías Renovables (CECRE), supervisión y control de las energías renovables.
- **Reino Unido:** Proyecto de control activo de la red en tiempo real.
- **Estados Unidos:** Despliegue masivo de contadores inteligentes, tanto en el negocio eléctrico como en el de gas.
- **Brasil:** Proyecto dedicado a invertir en mejoras que permitan ofrecer un servicio de distribución de energía más cercano al de un DSO. Esta inversión contempla las áreas de: contadores inteligentes, automatización y telecomunicaciones.

Para llevar esta empresa a la realidad dentro del mercado eléctrico de El Salvador, ésta debería operar bajo las funciones de administrador y operador del sistema.

El Administrador y Operador del Sistema de Distribución de energía eléctrica en El Salvador idealmente debería funcionar bajo la concepción de un sistema suficientemente capaz de ejercer sus actividades de acuerdo con la regulación vigente, ya que su administración sería de naturaleza privada – estatal.

Para la mejor descripción del DSO, se deben abordar los puntos siguientes:

- El DSO como sistema: mencionar a detalle los componentes (entradas, procesos, salidas, retroalimentación)

Una primera concepción del DSO como sistema es la siguiente:

Entradas: se considera la necesidad de datos, dinero, capital humano, tecnología, materiales y equipos, regulación, entre otros.

Proceso de transformación: procesamiento y análisis de datos.

Salidas: servicio de administración y operación, información, regulación, entre otros.

- Áreas funcionales: considerar la similitud con el funcionamiento de la UT.

La UT cuenta con 6 gerencias.

- Funcionamiento según su naturaleza: alcance de sus funciones dentro del sector eléctrico.
- Indicadores de gestión: identificar indicadores aplicables a las funciones de administración y operación del mercado minorista.

Cabe mencionar que la Política Energética (PEN2050), en términos de infraestructura, contempla la ausencia de condiciones que permitan aprovechar los beneficios de la digitalización tanto para la gestión de la red (con la figura del DSO), como para la generación de múltiples oportunidades al cliente final.

2.3 Clasificación CIU y CLAEES

Clasificación de la actividad económica del Administrador y Operador del Sistema de Distribución.

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIU) y la Clasificación de Actividades Económicas de El Salvador (CLAEES) base CIU 4.0, la actividad económica del Administrador y Operador del Sistema de Distribución se clasifica de la siguiente manera según el detalle de la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación según CIU y CLAEES para DSO.

Sección O			
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.			
División	Grupo	Clase	Descripción
84			Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.
	841		Administración del Estado y aplicación de la política económica y social de la comunidad.
		8413	Regulación y facilitación de la actividad económica.

Nota. Elaboración propia.

3. Marco contextual

3.1. Mercado eléctrico regional

3.1.1. Generalidades

3.1.1.1. Propósito y objetivos

De acuerdo con el Reglamento del Mercado Eléctrico Regional, RMER, el MER tiene como propósito “beneficiar a los habitantes de los países miembros mediante el abastecimiento económico y oportuno de electricidad y la creación de las condiciones necesarias que propicien una mayor confiabilidad, calidad y seguridad en el suministro de energía eléctrica en la región”. (CRIE, 2022, p. 21)

Los objetivos que se han establecido para el MER en concordancia con su propósito son: a) optimizar los recursos energéticos usados para el abastecimiento regional de electricidad, b) permitir el desarrollo de proyectos de generación para abastecer la demanda regional, c) viabilizar el desarrollo de las redes de transmisión regional, d) aumentar la confiabilidad y eficiencia económica en el suministro de electricidad, e) homogenizar los criterios operativos de calidad, seguridad y desempeño, y f) promover la participación competitiva del sector privado.

3.1.1.2. Productos y servicios

Los productos y servicios que se prestan en el MER son los siguientes: (i) energía eléctrica, (ii) servicios auxiliares, (iii) servicio de transmisión regional, (iv) servicio de operación del sistema y (v) el servicio de regulación del MER.

3.1.1.3. Mercado

Las transacciones de energía en el MER se realizan en el Mercado de Contratos Regional o en el Mercado de Oportunidad Regional.

3.1.1.4. Agentes de mercado

Las actividades del Mercado son realizadas por los agentes, los cuales pueden ser personas naturales o jurídicas dedicadas a la generación, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad, así como grandes consumidores. Los agentes de los mercados nacionales de los países miembros participan en el MER sujetos a los términos y condiciones del RMER.

3.1.1.5. Estructura

La estructura institucional del MER comprende:

- La Regulación Regional, formada por el Tratado Marco, sus Protocolos, reglamentos y resoluciones de la CRIE, incluyendo el Reglamento del Mercado Eléctrico Regional;
- Los Organismos Regionales, encargados de velar por el cumplimiento y aplicación de la Regulación Regional; y
- La regulación y organismos nacionales, incluyendo los Operadores del Sistema y Mercado (OS/OM), de cada uno de los países miembros, en la medida que estén relacionados con la operación del MER e interactúen con la Regulación y Organismos Regionales.

En la estructura institucional se mencionan a diferentes actores del MER catalogados como a) Organismos Regionales y b) Operadores del Sistema y Mercado (OS/OM).

3.1.2. Caracterización del sistema

3.1.2.1. Sistema de transmisión regional

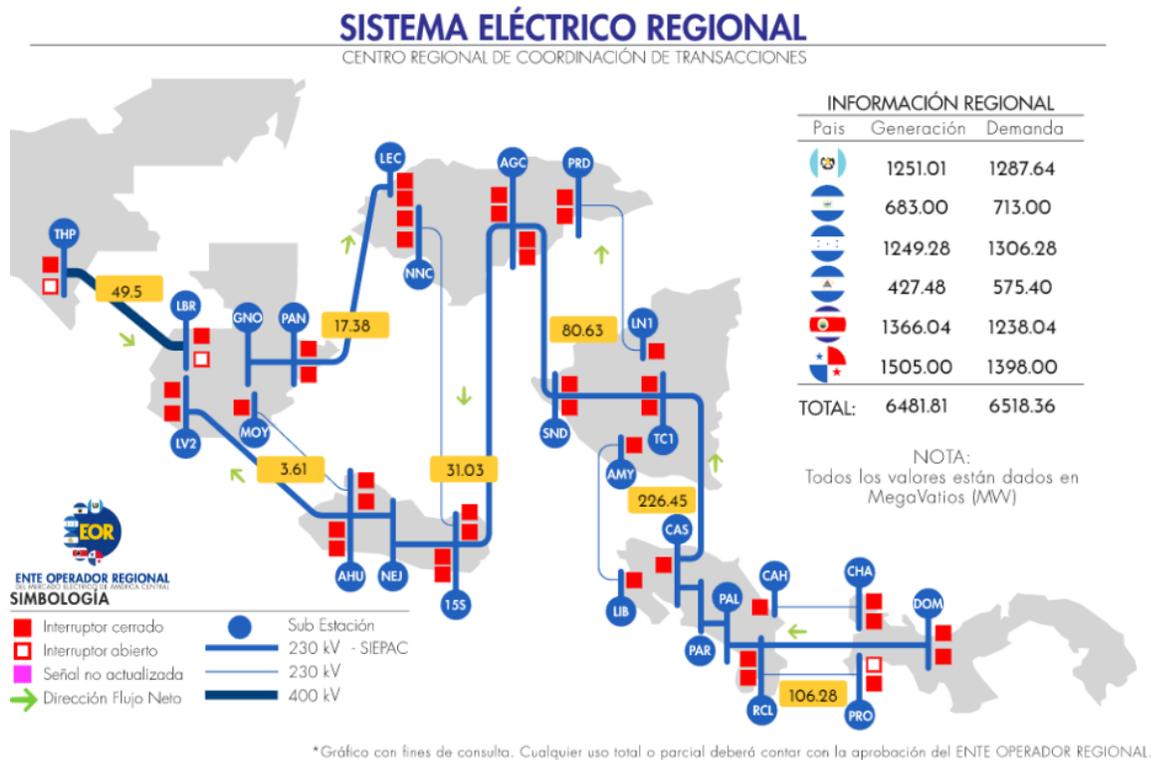
La Línea SIEPAC es el primer sistema de transmisión regional y está constituido por: a) líneas de transmisión y b) subestaciones. Costa Rica es el país que cuenta con la mayor longitud de líneas de transmisión con 492.81 km seguido de Nicaragua y El Salvador con 305.64 y 287.65 km respectivamente, Guatemala cuenta con una longitud similar a El Salvador con 282.86 km, únicamente con una diferencia de 4.79 km, Honduras y Panamá tienen en sus territorios una longitud de 270.07 y 150.2 km respectivamente, estos últimos son los países que tienen menos líneas de transmisión regional.

3.1.2.2. Flujos de potencia

Los flujos de potencia en MW que intercambian los países miembros del MER se pueden visualizar en tiempo real accediendo al sitio web del Ente Operador Regional, en la Figura 1 se

observa el esquema en el que se representan las líneas de transmisión que conforman al SIEPAC, las subestaciones y los interruptores que permiten que haya o no un flujo, asimismo, se pueden visualizar la dirección del flujo de potencia por medio de flechas y la cantidad de potencia que intercambia cada país.

Figura 1. Flujos de potencia en tiempo real del Sistema Eléctrico Regional



15S	15 DE SEPTIEMBRE	CAS	CAÑAS	LVG	LÁ VEGA II	NEJ	NEJAPA	PRD	PRADOS	THP	TAPACHULA
AGC	AGUA CALIENTE	CHA	CHANGUINOLA	LNI	LEÓN I	NNC	NUEVA NACAOME	PRO	PROGRESO	TCP	TICUANTEPE
AHU	AHUACHAPAN	DOM	DOMINICAL	LIB	LIBERIA	PAL	PALMAR	RCL	RÍO CLARO		
AMY	AMAYO	GNO	GUATEMALA NORTE	LBR	LOS BRILLANTES	PAN	PANALUYA	SND	SANDINO		
CAH	CAHUITA	LEC	LA ENTRADA	MOY	MOYUTA	PAR	PARRITAS	SLU	SANTA LUCÍA		

Nota. Tomado de *Flujos de Potencia en Tiempo Real*, por Ente Operador Regional, 2022, Ente Operador Regional (<https://www.enteoperador.org/>)

3.1.3. Caracterización del mercado

3.1.3.1. Agentes autorizados

En el MER los agentes autorizados para realizar transacciones de acuerdo con su actividad son un total de 297 al 16 de junio del 2022, de esos el 51% se encuentra autorizado como generador, el 28% como comercializador, el 14% como gran usuario y el 6% como distribuidor de acuerdo con los datos que se observan en la Figura 2.

Figura 2. Agentes autorizados por actividad



Nota. Tomado de *Agentes autorizados para realizar transacciones en el MER*, por Ente Operador Regional, 2022, Ente Operador Regional (<https://www.enteoperador.org/dashboards/agentes-autorizados-transacciones-mer/>)

Según la Tabla 3 los agentes autorizados por país en orden descendente se tienen a Guatemala con el 37%, El Salvador con 26%, Panamá con el 22%, Nicaragua con el 14% y Honduras y Costa Rica con el 1% del total de agentes autorizados para realizar transacciones en el MER, ambos países cuentan con únicamente un generador y un distribuidor.

Tabla 3. Agentes autorizados de acuerdo con su actividad por país.

País	Generador	Comercializador	Gran Usuario	Distribuidor	Total	%
Guatemala	58	27	22	3	110	37%
El Salvador	11	56	1	8	76	26%
Honduras	1	0	0	1	2	1%
Nicaragua	17	0	20	6	43	14%
Costa Rica	1	0	0	1	2	1%
Panamá	64	0	0	0	64	22%
Total	152	83	43	19	297	100%

Nota. Adaptado de *Agentes autorizados para realizar transacciones en el MER*, por Ente Operador Regional, 2022, Ente Operador Regional (<https://www.enteoperador.org/dashboards/agentes-autorizados-transacciones-mer/>)

3.1.3.2. Inyecciones y retiros

Se entenderá por inyecciones a las exportaciones de electricidad y retiros a las importaciones de electricidad. Como se observa en la Tabla 4 se presentan los datos de las inyecciones y retiros de electricidad por países, los datos se encuentran en megavatios hora (MWh), se realiza una comparativa del año 2021 con respecto al año 2020 asignando un porcentaje de variación a cada país, si el porcentaje es positivo significa que en el año 2021 hubo un incremento con respecto al año 2020, mientras que si el porcentaje es negativo significa que hubo un decremento o disminución de los datos para el año 2021 con respecto al año 2020.

En cuanto al porcentaje de variación total del MER se puede afirmar que hubo un incremento en las inyecciones y retiros, teniendo un 6.90% y 5.76% respectivamente, de acuerdo con las

inyecciones por países presentadas en la Tabla 4 no todos presentaron un incremento, tal es el caso de El Salvador que tuvo una disminución de sus inyecciones con el 30.60%, asimismo Nicaragua y Panamá tuvieron una disminución con el 100% y 13%. Para los retiros de electricidad en el MER el único país que tuvo un incremento fue El Salvador con un porcentaje del 39.50%, los demás países que forman parte del MER presentaron una disminución en sus retiros con respecto al 2020.

Tabla 4. Inyecciones y retiros en el MER por países.

País	Inyecciones (MWh)			Retiros (MWh)		
	2021	2020	Variación	2021	2020	Variación
Guatemala	1,117,752.97	1,066,905.71	4.77%	81,337.38	92,126.22	-11.71%
El Salvador	382,360.74	550,964.26	-30.60%	1,666,850.28	1,194,901.75	39.50%
Honduras	2,549.48	0.00		204,780.97	292,254.50	-29.93%
Nicaragua	0.00	2.00	-100%	1,007,959.01	1,072,629.42	-6.03%
Costa Rica	1,013,337.56	626,124.14	62%	6,294.38	117,692.61	-94.65%
Panamá	503,399.98	580,555.40	-13%	64,978.38	97,409.37	-33.29%
Total	3,019,400.73	2,824,551.52	6.90%	3,032,200.38	2,867,013.87	5.76%

Nota. Elaborado con datos del *Dashboard Información Comercial del MER 2021*, por Ente Operador Regional, 2022, Ente Operador Regional

(<https://www.enteoperador.org/dashboards/dashboard-informacion-comercial-del-mer-2021/>)

En cuanto a los retiros de electricidad llevados a cabo en el MER en el 2021, el país que más realizó retiros es El Salvador con 1,666,850.28 MWh seguido de Nicaragua y Honduras. Por otra parte, los que menos realizaron retiros fueron Guatemala, Panamá y Costa Rica.

Es interesante observar la relación entre las inyecciones y retiros por país de acuerdo con los datos presentados para el año 2021, los países que realizaron mayores inyecciones fueron los que realizaron menores retiros de electricidad en el MER, es el caso de Guatemala, Panamá y Costa Rica. La relevancia de destacar esto recae en que por medio de la integración de los países en un Sistema Eléctrico Regional permite abastecer la demanda de energía de los países que no cuentan con la oferta necesaria para suplir del servicio de electricidad a toda su población.

3.2. Mercado eléctrico nacional

3.2.1. Generalidades

3.2.1.1. Política energética

El CNE es el responsable del establecimiento de la política energética en El Salvador, para ello colabora con los principales actores del sector energético del país, cabe destacar que de acuerdo con el CNE en la Política Energética 2020 – 2050 el sector energético se encuentra dividido en “cuatro subsectores: eléctrico, hidrocarburos, bioenergía y consumo” (p. 18). De acuerdo con el alcance del estudio se abordarán las estrategias relacionadas con el subsector eléctrico en adelante denominado mercado eléctrico.

Por otro lado, la Política Energética tiene como objetivo general “Garantizar el abastecimiento y consumo de recursos energéticos que El Salvador requiere para su desarrollo bajo un enfoque

de sostenibilidad, modernización, eficiencia, seguridad y neutralidad de carbono durante los próximos 30 años” (CNE, 2021, p. 27). Asimismo, establece sus bases de acuerdo con los principios de sostenibilidad, innovación y creatividad, participación, equidad y protección del usuario final.

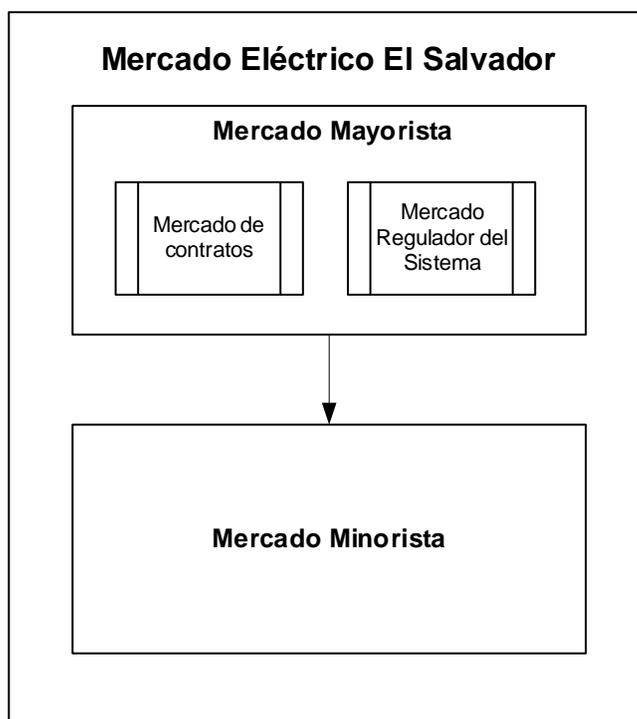
En la visión futura del mercado eléctrico para el año 2050 se proyecta que se utilizarán “recursos, tecnologías e infraestructura moderna y eficiente para suministrar, transformar, transportar y consumir energía” (CNE, 2021).

3.2.1.2. Estructura del mercado

En el mercado eléctrico en El Salvador tienen participación dos mercados, así como se representa en la Figura 3, en primer lugar, se tiene al Mercado Mayorista y en segundo lugar se tiene al Mercado Minorista. Ambos mercados tienen una relación dependiente entre ellos, de acuerdo con la cadena de las actividades que intervienen en el suministro de energía eléctrica a los usuarios finales.

Adicionalmente a los mercados previamente mencionados, el Mercado Mayorista tiene relación con el Mercado Eléctrico Regional, MER. Todo lo relacionado con el MER se describió en el apartado anterior 3.1. El Mercado Mayorista incluye al Mercado de Contratos, MC, y Mercado Regulador del Sistema, MRS, o también denominado Mercado de Oportunidad.

Figura 3. Mercado Eléctrico en El Salvador



Nota. Elaboración propia.

Es importante destacar que los operadores generadores que participan en mercado mayorista y minorista se diferencian por la potencia que sus equipos cuentan para la generación de electricidad, los generadores de mercado mayorista cuentan con una potencia superior a los 20

Megavatios (MW), mientras que los generadores de mercado minorista la potencia es igual o inferior a los 20 Megavatios (MW).

3.2.1.3. Cadena del sector eléctrico

En la Figura 4 se observa la cadena del sector eléctrico, principalmente se compone por las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización; de acuerdo con el artículo 1 de la Ley General de Electricidad estas actividades se reconocen como servicios públicos. Las actividades mencionadas se llevan a cabo para que los usuarios finales como, por ejemplo: hogares, comercios e industrial puedan suplir su demanda en función de sus necesidades, de igual manera se llevan a cabo para que el alumbrado público funcione durante la noche.

La generación de energía eléctrica en el país se realiza utilizando recursos renovables y no renovables, entre los recursos renovables que se explotan se encuentran el sol, fuerza del viento, agua, calor y desechos orgánicos. Por lo tanto, los tipos de energía primaria utilizados en la generación de electricidad son la solar fotovoltaica, eólica, biomasa, hidráulica y geotérmica. En el caso de los recursos agua (energía hidráulica) y calor (energía geotérmica) debe de otorgarse una concesión para su explotación por parte del Órgano Legislativo de acuerdo con lo dispuesto en la Ley General de Electricidad y su Reglamento.

La transmisión es una actividad que se realiza para transportar la electricidad que producen las centrales o plantas generadoras que se encuentran alejadas en grandes distancias de los centros de consumo, el transporte se realiza utilizando redes de transmisión que permiten que la electricidad viaje en alta tensión con el fin de reducir la pérdida de energía hasta las subestaciones para transformar la energía a baja tensión y que pueda ser distribuida.

La distribución de electricidad también implica el transporte de electricidad, con la diferencia de que se realiza en baja tensión por medio de las redes de distribución, posterior a esto se lleva a cabo la comercialización donde se efectúan las transacciones de compra por parte de los usuarios finales a los comercializadores de electricidad, para ello se instalan medidores para su facturación.

Adicionalmente a las actividades antes descritas, así como se representa en la Figura 4 en los últimos años se han adicionado dos actividades a la cadena, debido a la nueva dinámica y adopción de tecnología, estas actividades son la generación distribuida y el autoconsumo.

La generación distribuida “hace referencia a las plantas de generación eléctrica interconectadas a la red de distribución, que no forman parte del mercado mayorista de electricidad y que inyectan la energía eléctrica generada a dichas redes con un objetivo comercial” (CNE, 2021, p. 50).

Por otra parte, el autoconsumo es una actividad que la realizan los usuarios finales (hogares, comercios o industrias.) que instalan sistemas de generación de energía eléctrica, principalmente sistemas solares fotovoltaicos (SFV) con el objetivo de satisfacer sus necesidades energéticas con la energía generada por dichos sistemas en lugar de la energía que está disponible en la red de distribución; adicionalmente, estos sistemas eventualmente inyectan a la red de distribución los excedentes de energía eléctrica que generan. (CNE, 2021, pp. 50-51).

La actividad de autoconsumo se encuentra implícita en la generación distribuida, debido a que en ella se incluyen a los usuarios que instalan sistemas de generación. En los últimos años se ha identificado un incremento en los generadores distribuidos, por lo tanto, se genera la necesidad de administrar el mercado minorista de una manera especializada.

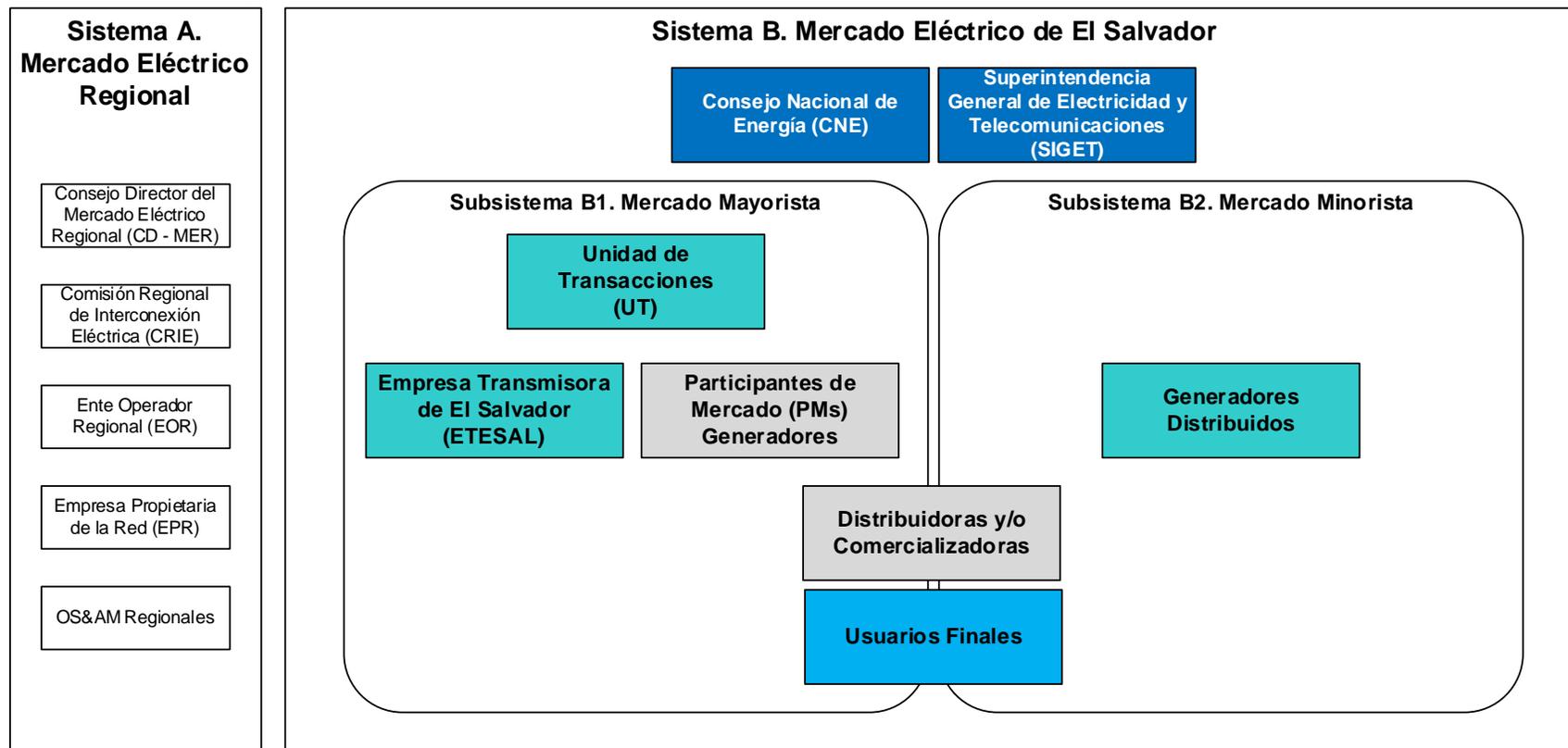
Figura 4. Cadena del sector eléctrico



Nota. Adaptado de *Cadena del sector eléctrico* (p.50), por Consejo Nacional de Energía, 2021, Política Energética Nacional 2020-2050.

3.2.1.4. Actores del mercado

Figura 5. Estructura y actores del mercado eléctrico



Leyenda:



Pública



Privada



Pública O Privada



Consumo

Nota. Elaboración propia.

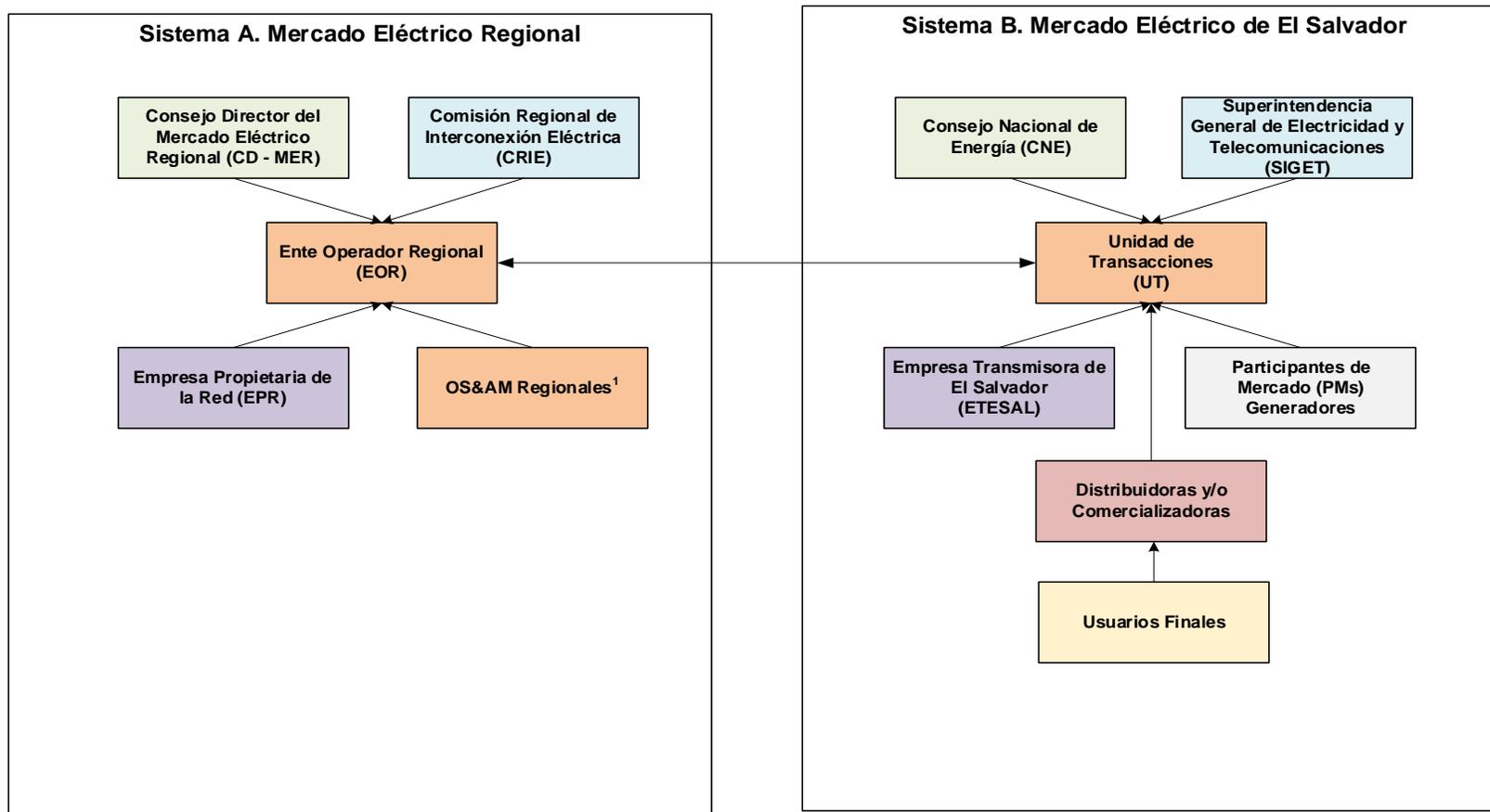
El Mercado Eléctrico cuenta con la participación de una variedad de actores que permiten el funcionamiento y operación de este. En la Figura 5 se realiza la representación de los mercados como sistemas y dentro de estos se han colocado los actores que tienen participación en ellos. Se han considerado dos sistemas, el Sistema A como el Mercado Eléctrico Regional y el Sistema B como el Mercado Eléctrico de El Salvador. El Sistema B cuenta con dos subsistemas, el Mercado Mayorista y Mercado Minorista, ambos designados como Subsistema B1 y B2 respectivamente.

En la Figura 6 se visualizan los flujos de información entre los OS/OM a nivel nacional y regional. De manera aclaratoria un actor puede tener participación en ambos Subsistemas, como por ejemplo las empresas distribuidoras.

El Consejo Nacional de Energía (CNE) como **rector en política energética** y la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) como **regulador y fiscalizador**, ambos desempeñan sus roles en todo el mercado eléctrico de El Salvador, no se limita el alcance de estas instituciones públicas a nivel de mercado mayorista o minorista.

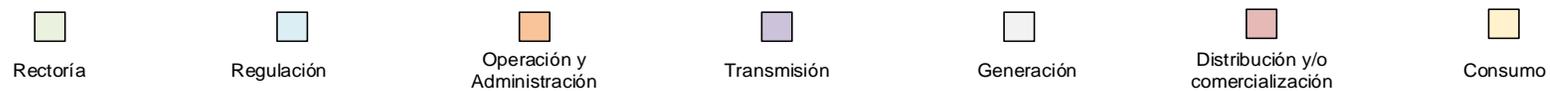
Es importante destacar que aunque en la Figura 5 se incluya únicamente al CNE y SIGET, otras instituciones públicas participan en el mercado de acuerdo con el ámbito de sus funciones, es el caso de la Superintendencia de Competencia que tiene como finalidad promover y proteger la competencia para incrementar la eficiencia económica y bienestar del consumidor, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales como institución encargada de velar por la protección del medio ambiente, la Defensoría del Consumidor como institución autónoma encargada de contribuir al funcionamiento del mercado y al cumplimiento de los derechos de los consumidores, el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL) quien es responsable de administrar y asignar los subsidios por consumo de energía eléctrica, proyectos de bombeo comunales y construcción de proyectos de electrificación y finalmente el Ministerio de Hacienda por medio de la Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad.

Figura 6. Flujos de información OS&AM El Salvador



¹ Incluye a los OS&AM de los países: Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá

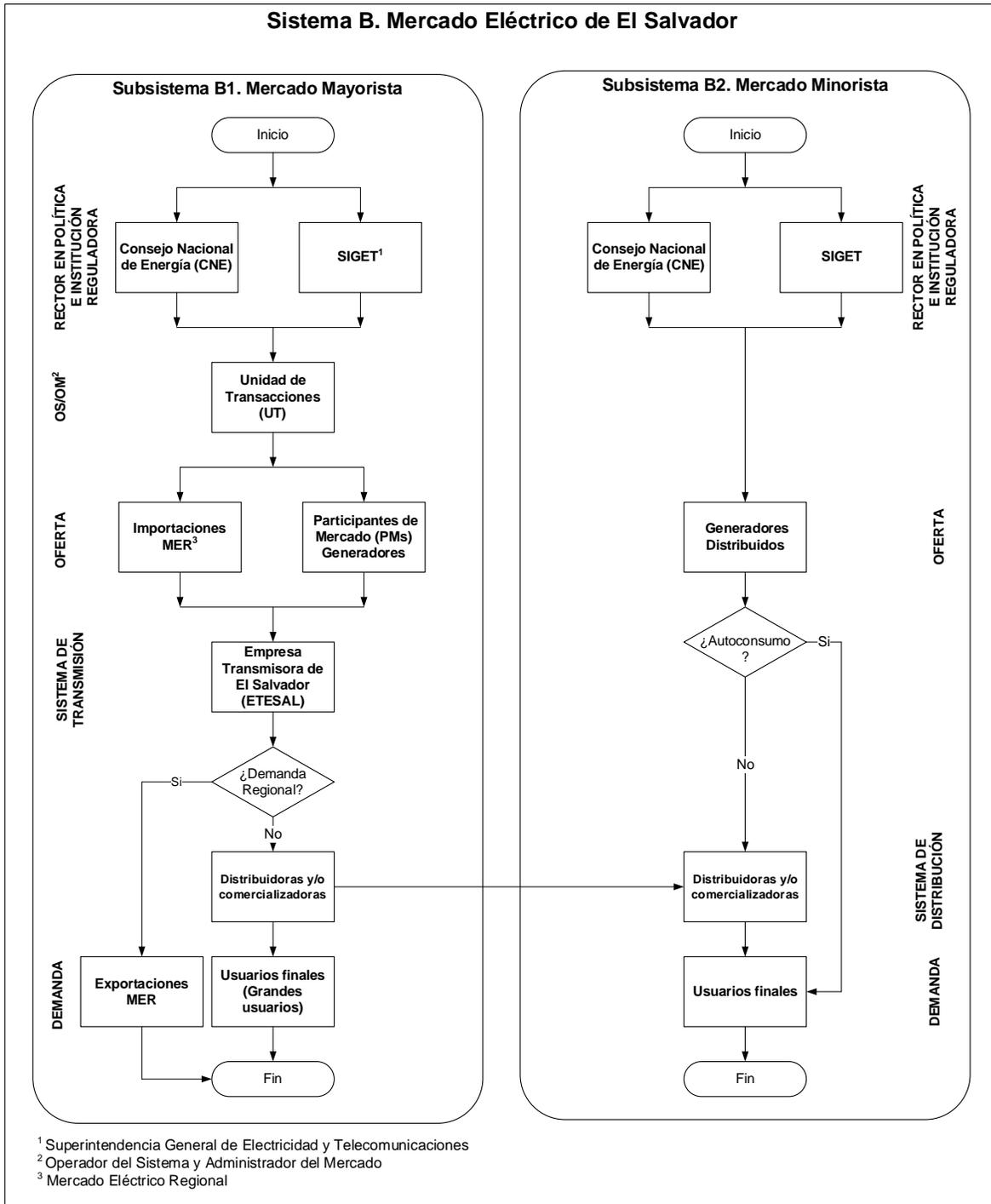
Actividad:



Nota. Elaboración propia.

3.2.1.5. Operación del mercado eléctrico

Figura 7. Relación de los actores del mercado eléctrico de El Salvador



Nota. Elaboración propia.

El mercado eléctrico de El Salvador es complejo y totalmente regulado por tratados, normas, leyes, reglamentos y acuerdos, esta es la base para que funcione, sin embargo, no se pretende

abordar el enfoque legal en este apartado, sino la relación de los actores para suministrar el servicio de electricidad a todos los usuarios finales de manera oportuna, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad.

En la Figura 5 el mercado eléctrico se representó por medio de sistemas y subsistemas, de igual manera, se continúa utilizando esa representación en la Figura 7 donde se visualiza el esquema de relación de los actores y subsistemas, asimismo se han incorporado algunos conceptos relevantes para describir la operación del mercado, estos son oferta, Operador del Sistema y Administración del Mercado (OS/OM), Sistema de Transmisión, Sistema de Distribución y demanda.

Las funciones de las instituciones de gobierno como CNE y SIGET no se limitan a la actuación en un subsistema, por lo cual se han representado en ambos, el CNE por su parte definiendo las políticas para el desarrollo del mercado eléctrico, mientras que SIGET regulando las actividades de este.

El Subsistema B1 Mercado Mayorista está compuesto por el OS/OM, oferta, Sistema de Transmisión y demanda. La UT como OS/OM realiza la programación de inyecciones que las plantas generadoras deben realizar de acuerdo con lo definido en los contratos de abastecimiento y a la operación en tiempo real. Las inyecciones pueden ser nacionales o regionales, las inyecciones regionales serán las importaciones que efectúan los agentes autorizados con el fin de crear un balance entre la oferta, pérdidas y demanda.

Las inyecciones realizadas en mercado mayorista son transportadas en redes de alta tensión por medio del Sistema de Transmisión, el cual es propiedad de la empresa ETESAL, ésta se encarga de transportar la electricidad hasta las distribuidoras y/o comercializadoras que realizan retiros de energía para satisfacer la demanda nacional, sin embargo, la demanda no es solo nacional sino también regional, por lo tanto, por medio del Sistema de Transmisión se transporta la electricidad de acuerdo con las exportaciones coordinadas hasta las subestaciones que permiten la interconexión con Guatemala y Honduras.

El Subsistema B2 Mercado Minorista está compuesto por la oferta, Sistema de Distribución y demanda. La oferta está constituida por los generadores que entran en la actividad de generación distribuida, las inyecciones de electricidad son directamente en las redes del Sistema de Distribución propiedad de las empresas distribuidoras. Las distribuidoras y/o comercializadoras que realizan retiros de electricidad en el Subsistema B1 Mercado Mayorista reducen en las subestaciones el nivel de tensión en el que es transportada la electricidad, posteriormente es transportada en media y baja tensión hasta que es suministrada a los usuarios finales para satisfacer la demanda.

En los casos que los generadores distribuidos formen parte de la actividad de autoconsumo, no se efectuará el transporte en las redes del Sistema de Distribución ya que las unidades de generación se encuentran en sus residencias u hogares. Sin embargo, la cantidad de electricidad que es dedicada para autoconsumo es controlada mediante equipos de medición.

Se procede a realizar una descripción detallada de los Subsistemas B1 y B2.

Subsistema B1. Mercado mayorista

A. Rector en política e institución reguladora

Actualmente se encuentra en vigor la Política Energética 2020 – 2050 denominada “Construyendo un futuro energético sostenible”, la cual fue establecida por el CNE en su rol de rector en materia de política energética, en la política se incluyen los retos, estrategias y plan de implementación de estas para lograr el desarrollo del sector eléctrico.

El CNE también elabora y lleva a consejo la política de subsidios del sector energético, en esta no solo se incluyen los subsidios de electricidad aplicables a las tarifas residenciales sino también aquellos que son proporcionados al transporte por el combustible que se utiliza.

B. Oferta

Como parte de la oferta se incluyen a los generadores de electricidad, son un total de 20 sociedades que cuentan con diferentes centrales o plantas de generación, las tecnologías que utilizan son biomasa, térmica, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y solar fotovoltaica. Asimismo, el país no cuenta únicamente con una oferta nacional, sino que también se realizan transacciones de importación de electricidad en el Mercado Eléctrico Regional, para ello los agentes autorizados de El Salvador deben de comprar la energía en el mercado de contratos o el mercado regulador del sistema.

Los PM generadores cuentan con sistemas automatizados que permiten el control de los parámetros para la generación de electricidad, el sistema que utilizan es el SCADA³, el SCADA de los generadores proporciona información en tiempo real y emite alarmas de acuerdo con los estados programados, cada uno de los sistemas SCADA de los PM generadores se conectan al SCADA de medición y control de la UT.

C. Operador de sistema y administración del mercado

La UT es el OS/OM, de acuerdo con el **Anexo A** sus procesos clave son Planificación de la Operación, Gestión de la Operación en Tiempo Real y Gestión de Conciliación y Liquidación de Transacciones. La UT es la encargada de administrar el mercado de acuerdo con la normativa vigente en el cual se incluye el Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción (ROBCP), de acuerdo con este reglamento se procede a realizar algunas descripciones para la operación del Mercado Mayorista el cual se encuentra integrado por el Mercado de Contratos y Mercado Regulador del Sistema.

D. Sistema de transmisión

En mercado mayorista la energía eléctrica es transportada por medio del sistema de transmisión en redes de alta tensión⁴, esta es transportada grandes distancias desde las centrales de generación hasta los centros de consumo de las empresas distribuidoras. La Empresa Transmisora de El Salvador es la propietaria del sistema de transmisión el cual permite las

³ Supervisory Control And Data Acquisition (Control Supervisor y Adquisición de Datos).

⁴ Entiéndase por redes de alta tensión a aquellas iguales o superiores a 115,000 kilovoltios (kV).

transacciones de energía eléctrica entre los participantes de mercado (PM) interconectados a la red de transmisión nacional, asimismo, hace posible las transacciones de energía eléctrica con los países miembros del MER.

El sistema cuenta con a) líneas de transmisión nacionales, b) subestaciones y c) línea del Sistema de Interconexión Eléctrica para Países de América Central (SIEPAC). Las subestaciones y línea SIEPAC son las instalaciones y equipos que facilitan la interconexión entre los PM.

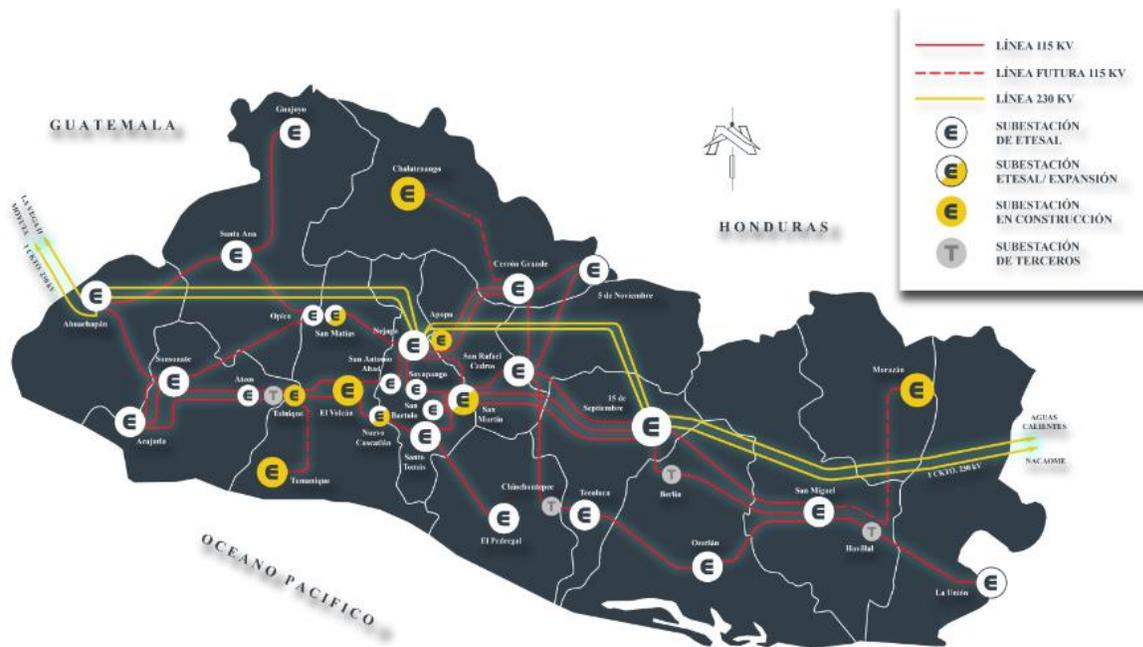
Las líneas de transmisión nacionales incluyen a 41 líneas a 115 kV con una longitud de 1,073.82 km y 4 líneas a 230 kV con una longitud de 287 km. Entre las subestaciones actualmente hay 24 pertenecientes a ETESAL y 4 a terceros. (ETESAL, 2022)

En la Figura 8 se representan los elementos que integran el sistema, actualmente ETESAL está ejecutando el Plan de Expansión el cual contempla la construcción de cinco subestaciones en Chalatenango, Morazán, Apopa, El Volcán y Tamanique, asimismo se están realizando las ampliaciones de tres subestaciones y tres líneas de transmisión con el objetivo de “atender la demanda de energía eléctrica de los hogares salvadoreños y la industria” (ETESAL, 2022).

Los PM generadores que se conectan al Sistema de Transmisión deben de establecer las condiciones técnicas y económicas en las que harán uso de las redes, por lo cual en todo momento deben tener vigentes contratos de transmisión en los cuales se definen los cargos que se aplicarán a los PM generadores.

ETESAL por su parte, también cuenta con un sistema SCADA que le permite supervisar la condición o estado en la que se encuentran operando sus equipos e instalaciones.

Figura 8. Mapa del Sistema de Transmisión de El Salvador



Nota. Tomado de *Mapa*, por Empresa Transmisora de El Salvador, 2022, Empresa Transmisora de El Salvador (<https://www.etesal.com.sv/>)

E. Distribuidoras y/o comercializadoras

Posterior al transporte de energía en el sistema de transmisión la energía es retirada por las empresas distribuidoras en los puntos de retiro o nodo, una vez efectuada esta acción, la energía pasa a mercado minorista donde se reduce el nivel de tensión para posteriormente ser transportada en las redes del sistema de distribución.

F. Demanda

En mercado mayorista la demanda como usuarios finales se encuentran a los catalogados como grandes usuarios, de acuerdo con información del año 2020 se cuenta con cuatro grandes usuarios, los cuales son: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), Consorcio Internacional (CONSORCIO INT), Hanesbrands e Inversiones Intercontinentales (INVINTER). Sin embargo, también se podría catalogar como demanda a los retiros que efectúan las empresas distribuidoras para posteriormente transportar la energía hacia los usuarios finales en mercado minorista.

Subsistema B2. Mercado minorista

En la Figura 7 se representa a los elementos que lo integran como el rector en política e institución reguladora, oferta, sistema de distribución y demanda, a continuación, se realiza la descripción de cada uno de los elementos exceptuando al rector en política e institución reguladora ya que previamente en el subsistema B1 fue descrito.

A. Oferta

La oferta de mercado minorista son aquellos generadores que se encuentran conectados directamente al sistema de distribución y cuya potencia es inferior o igual a 20 MW. Han sido denominados generadores distribuidos y se clasifican en cuatro categorías, estas son: Generador Distribuido Renovable (GDR), Generador Distribuido Térmico (GDT), Auto Productor Renovable (APR) y Usuario Final Productor Renovable (UPR). Es importante mencionar que los APR y UPR realizan la actividad de autoconsumo.

En la Tabla 5 se presenta un listado de las diferencias entre los actores que realizan la actividad de autoconsumo, la diferencia fundamental entre UPR y APR radica en el fin de las inyecciones de excedentes que realizan, ya que los UPR inyectan a la red sin ningún fin comercial (no perciben remuneración) y los APR inyectan a la red con fines comerciales (perciben remuneración).

Tabla 5. Diferencias entre UPR y APR.

No.	Descripción	UPR	APR
1	Procesos de libre competencia	No	Si
2	Contrato de venta de excedentes con distribuidora	No	Si
3	Contrato de interconexión con distribuidora	Si	Si
4	Remuneración	No	Si
5	Porcentaje de consumo	90%	70%
6	Porcentaje máximo de inyección neta	10%	30%

Nota. Elaboración propia.

Para que los APR residenciales con tecnología fotovoltaica participen en procesos de libre concurrencia se reserva un bloque de 1.0 MW, la capacidad instalada máxima por proyecto a contratar será menor o igual a 5 KW, donde las condiciones específicas para la participación de los APR son proporcionadas por la SIGET.

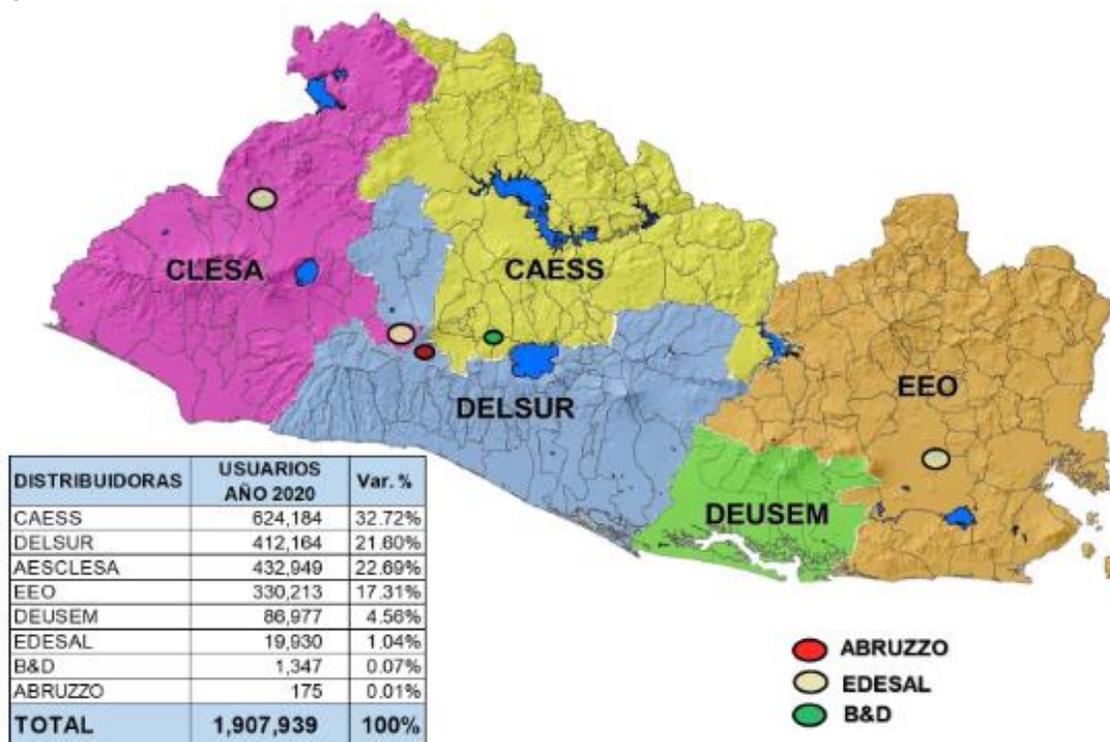
B. Sistema de distribución

El sistema de distribución es el conjunto integrado de equipos de transporte de energía eléctrica en media y baja tensión. Está formado por los circuitos que se inician en la subestación de distribución y suministran energía a los transformadores de distribución. Las empresas distribuidoras son las entidades poseedoras y operadoras del conjunto de esos equipos. En total son ocho empresas distribuidoras: CAESS, CLESA, EEO, DEUSEM, DELSUR, EDESAL, B&D y ABRUZZO, las primeras cuatro empresas pertenecen a Grupo AES, mientras que DELSUR forma parte de Empresas Públicas de Medellín (EPM) el cual es un grupo que tiene su sede principal en Colombia.

En el territorio nacional las distribuidoras tienen un área geográfica de influencia ya bien marcada, es decir, las redes de distribución que cuentan dichas empresas se encuentran en una parte del territorio, sin embargo, esta área de influencia no se limita a que exclusivamente una empresa tenga sus redes en esa área.

En la Figura 9 se observa la representación del área de influencia de cada una de las distribuidoras de acuerdo con la presencia de redes de distribución de energía, CLESA tiene influencia en la zona occidental del país, CAESS en la zona central (norte), DELSUR en la zona central (sur), EEO en la zona oriental, DEUSEM en una parte del departamento de Usulután, las anteriores empresas son las que tienen una mayor área de influencia y por lo tanto distribuyen la energía a la mayoría de usuarios finales del país. Las empresas que tienen una menor área de influencia son EDESAL, ABRUZZO y B&D Servicios Técnicos. EDESAL tiene presencia en los departamentos de Santa Ana, La Libertad y San Miguel, ABRUZZO únicamente tiene presencia en el complejo urbanístico Tuscania ubicado en La Libertad y finalmente se encuentra la distribuidora B&D que provee en la Zona Franca de San Bartolo y algunas colonias de Ilopango, es decir tiene presencia en el departamento de San Salvador.

Figura 9. Área de influencia de empresas distribuidoras, año 2020.



Nota. Tomado de *áreas de influencia, participación en las ventas de electricidad y número de usuarios de las compañías distribuidoras, año 2020*, por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, Boletín de Estadísticas Eléctricas 2020.

C. Demanda

En la demanda de mercado minorista se encuentran los usuarios finales, según el artículo 75 de la Ley General de Electricidad cada usuario final debe tener contratado el suministro de energía con una empresa comercializadora, es decir aquella que compra y vende energía. En muchas ocasiones surge la confusión de que el suministro se encuentra contratado con una empresa distribuidora, pero de manera aclaratoria, las empresas distribuidoras también pueden actuar como un comercializador, siempre y cuando se realice la separación contable de las actividades que realizan (distribución y comercialización) y que se encuentren inscritas en el registro de operadores de la SIGET como distribuidoras y comercializadoras.

Se instalan equipos de medición para el cálculo consumo mensual realizado por el usuario final, posteriormente el consumo será facturado por la comercializadora, el cálculo del pago que el usuario final debe realizar a la comercializadora.

Según el nivel de consumo de energía eléctrica, los usuarios finales se han clasificado en tres categorías como se muestra en la Tabla 6, esto con el fin de segmentar la demanda y aplicar una tarifa eléctrica que se ajusta trimestralmente (enero, abril, junio, octubre) de acuerdo con lo establecido en el Art. 90 del Reglamento de la Ley General de Electricidad.

Tabla 6. Estructura de los pliegos tarifarios aplicados a factura de usuario final.

Categoría	Subcategoría
Pequeña demanda	Tarifa residencial (consumo menor o igual a 99 kwh/mes, consumos entre 100 kwh/mes y 199 kwh/mes, consumos mayores o iguales a 200 kwh/mes)
	Uso general
	Alumbrado público
Mediana demanda	Baja tensión* con medición de potencia
	Media tensión* con medición de potencia
	Baja tensión con medidor horario
	Media tensión con medidor horario
Gran demanda	Baja tensión con medidor horario
	Media tensión con medidor horario

Nota. Elaboración propia. *Baja tensión (Tensión) \leq 600 Voltios, *Media tensión (600 V < Tensión < 115 KV).

En los documentos de cobro emitidos por la comercializadora deben especificarse los diferentes cargos aplicados al usuario final, estos cargos son: cargos por el consumo de energía, distribución, comercialización y adicionalmente, se anexa un cargo que corresponde a las municipales por poste el cual es entregado de manera completa a las municipalidades mediante la cancelación de los impuestos determinados por uso de subsuelo de los postes de tendido eléctrico. Los cargos aplicados en el documento de cobro varían para cada empresa comercializadora.

4. Marco legal

A lo largo de los años, el Sector Eléctrico Salvadoreño ha desarrollado Leyes, Normativas y Reglamentos que rigen el funcionamiento de este con el fin de atribuir funciones a cada operador de manera razonable y así llevar a cabo sus actividades bajo procesos previamente establecidos.

Cabe destacar que la Regulación Salvadoreña ha logrado trabajar en conjunto con el Mercado Eléctrico Regional, el cual se encuentra conformado por Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y El Salvador, quienes se apegan en primera instancia al Tratado Marco como normativa fundamental en el MER.

Para dar paso al desarrollo del Marco Legal de la investigación, éste se ha dividido en dos grupos, la Regulación Regional (donde se aborda la normativa aplicable en el MER) y la Regulación Nacional.

Para la Regulación Regional se abordan principalmente el Tratado Marco y el Reglamento del MER, mientras que para la Regulación Nacional se aborda la Ley General de Electricidad, Norma UPR, entre otras.

A continuación, se desarrolla cada división del marco legal detallando los aspectos de mayor relevancia.

4.1. Legislación regional

4.1.1. Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central

Objeto:

Según el Artículo 1, el objeto del tratado es la formación y crecimiento gradual de un mercado eléctrico regional competitivo, basado en el trato recíproco y no discriminatorio que contribuya al desarrollo sostenible de la región dentro de un marco de respeto y protección al medio ambiente.

4.1.2. Reglamento del Mercado Eléctrico Regional

Libro I

De los aspectos generales:

1.3 Objetivos del MER

Apartado 1.3.2. Entre los objetivos de mayor relevancia del MER se encuentran los siguientes:

Literal d: Aumentar la confiabilidad y eficiencia económica en el suministro de electricidad;

Literal f: Promover la participación competitiva del sector privado.

1.4 Aspectos generales del MER

Apartado 1.4.4. En cuanto al Planeamiento y Operación técnica del MER, se establece que la operación técnica del MER se lleva a cabo a través de una estructura jerárquica descentralizada, en la cual el EOR es responsable y coordina la operación del MER y la RTR mientras que los Operadores de los Sistemas y Mercados Nacionales, OS/OMS, son responsables de la coordinación de la operación en cada uno de sus países.

El planeamiento y la operación técnica del MER comprenden el planeamiento operativo y, la seguridad operativa, el predespacho regional diario y la supervisión de la operación en tiempo real.

Apartado 1.4.4.3. En la Supervisión de la Operación en Tiempo Real el EOR, en coordinación con los OS/OMS, toma todas las acciones de supervisión necesarias para desarrollar las tareas, de las cuales se mencionan las más relevantes:

Literal a. Preservar la calidad y seguridad de la operación del Sistema Eléctrico Regional SER;

Literal b. Mantener las inyecciones y retiros programados en los nodos de la RTR y los intercambios establecidos entre las áreas de control;

Literal e. Coordinar la operación del SER en estado normal y de emergencia.

1.5 Estructura del MER

Apartado 1.5.4. Los Operadores del Sistema y de Mercado OS/OM coordinarán la operación de los sistemas eléctricos y la gestión comercial entre sus agentes con el EOR, por lo que se detallan a continuación, algunas de sus obligaciones más relevantes:

Literal a. Aplicar y velar por el cumplimiento a la regulación regional.

Literal b. Suministrar toda la información requerida por la CRIE y el EOR, en el tiempo y formato establecidos, para el planeamiento y la operación del SER y la administración de las transacciones comerciales en el MER.

Literal f. Mantener los criterios de calidad, seguridad y desempeño definidos en la regulación regional.

Literal g. Cumplir con los requisitos de supervisión, control, comunicaciones y de medición comercial establecidos en el RMER.

Literal i. Coordinar las pruebas técnicas y realizar las maniobras operativas requeridas por el EOR.

Literal j. Comunicar oportunamente a sus agentes información consignada por el EOR.

Literal k. Comunicar oportunamente al EOR la información consignada por sus agentes.

Literal l. Remitir al EOR y la CRIE un listado y el expediente incluyendo la información de todos sus agentes y participantes de mercado.

Literal m. Realizar observaciones a la actuación del EOR, en cuanto a la aplicación de las normas y procedimientos incluidos en el reglamento.

Literal n. Proponer y opinar sobre modificaciones del reglamento, de acuerdo a los procedimientos establecidos en el mismo.

Literal p. Cumplir con los requisitos de información para la base de datos regional.

4.2. Legislación nacional

4.2.1. Ley General de Electricidad y su reglamento

Artículo 33. Todo sistema interconectado deberá contar con una Unidad de Transacciones, en adelante la UT, que tendrá por objeto:

Literal a. Operar el sistema de transmisión, mantener la seguridad del sistema y asegurar la calidad mínima de los servicios y suministros; y,

Literal b. Operar el mercado mayorista de energía eléctrica.

4.2.2. Ley de Creación de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

Capítulo I

Creación y Domicilio

Art. 1. Créase la SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES en adelante denominada SIGET, con carácter de institución

autónoma de servicio público sin fines de lucro. Dicha autonomía comprende los aspectos administrativos y financiero.

Capítulo II

Atribuciones

Competencia

Art. 4. La SIGET es la entidad competente para aplicar las normas contenidas en tratados internacionales sobre electricidad y telecomunicaciones vigentes en El Salvador, en las leyes que rigen los sectores de Electricidad y Telecomunicaciones; y sus reglamentos; así como para conocer del incumplimiento de las mismas.

4.2.3. Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción

2. Condiciones generales

2.1. Objeto

2.1.1. El presente Reglamento contiene las normas y procedimientos para la operación del sistema de transmisión y para la administración de las transacciones del Mercado Mayorista de Energía Eléctrica de El Salvador considerando las transacciones con el Mercado Eléctrico Regional (MER).

2.1.2. La UT operará el sistema de transmisión manteniendo la seguridad y calidad requerida de acuerdo a las normas y procedimientos en este Reglamento y la Regulación Regional. Cada Participante del Mercado tiene la obligación de cumplir todas las instrucciones que dicte la UT, salvo motivos debidamente justificados de fuerza mayor o riesgo para la seguridad de instalaciones o personas que serán verificadas por la UT.

2.1.3. Las normas y procedimiento contenidos en el presente Reglamento deben ser respetadas y acatadas por todos los Participantes del Mercado.

4.2.4. Ley de Competencia

Capítulo único

Disposiciones generales

Art. 1.- El objeto de la presente ley es el de promover, proteger y garantizar la competencia, mediante la prevención y eliminación de prácticas anticompetitivas que, manifestadas bajo cualquier forma limiten o restrinjan la competencia o impidan el acceso al mercado a cualquier agente económico, a efecto de incrementar la eficiencia económica y el bienestar de los consumidores.

Se prohíben los acuerdos, pactos, convenios, contratos entre competidores y no competidores, así como los actos entre competidores y no competidores cuyo objeto sea limitar o restringir la competencia o impedir el acceso al mercado a cualquier agente económico, en los términos y condiciones establecidos en la presente ley.

4.2.5. Ley de Creación del Consejo Nacional de Energía

Título II

Capítulo I

Disposiciones fundamentales

Creación

Art. 1.- Créase el Consejo Nacional de Energía, que en lo sucesivo se denominará “El Consejo”, como una Institución de Derecho Público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con autonomía administrativa, presupuestaria y técnica para el ejercicio de las atribuciones y deberes que se estipulan en la presente Ley y en las demás disposiciones aplicables.

El Consejo tendrá su domicilio en la capital de la República y se relacionará con el órgano Ejecutivo a través del Ministerio de Economía.

El Consejo será la autoridad superior, rectora y normativa en materia de política energética.

Objetivos

Art. 3.- El Consejo tendrá los siguientes objetivos.

Literal a) Elaborar la planificación de corto, mediano y largo plazo en materia energética; así como, la correspondiente Política Energética del país;

Literal b) Propiciar la existencia de marcos regulatorios que promuevan la inversión y el desarrollo competitivo del sector energético; además, que permitan la vigilancia del buen funcionamiento de los mercados energéticos por parte de las instituciones competentes;

Literal c) Promover el uso racional de la energía y todas aquellas acciones necesarias para el desarrollo y expansión de los recursos de energías renovables; considerando las políticas de protección del Medio Ambiente, emitidas por el Órgano competente.

4.2.6. Ley del Fondo de Inversión Nacional en Electricidad y Telefonía

Capítulo único

Art. 1. Créase EL FONDO DE INVERSIÓN EN ELECTRICIDAD Y TELEFONÍA, en adelante denominada “FINET” o “el Fondo”, que tendrá personalidad jurídica y patrimonio propio, será administrado por EL FONDO DE INVERSIÓN SOCIAL PARA EL DESARROLLO LOCAL DE EL SALVADOR, en adelante FISDL y se relacionará con los Órganos del Estado a través del Ministerio de Economía.

La representación legal del FINET le corresponderá al Presidente del Consejo de Administración del FISDL.

4.2.7. Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad

Capítulo I

Disposiciones generales

Art. 1. La presente Ley tiene por objeto promover la realización de inversiones en proyectos a partir del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de los recursos hidráulico, geotérmico, eólico y solar, así como de la biomasa, para la generación de energía eléctrica.

Capítulo II

De las competencias

Art. 4. Corresponde a la SIGET, velar por el cumplimiento en la aplicación de esta Ley, por lo que podrá emitir la normativa necesaria en lo relacionado a especificaciones técnicas para caracterizar los proyectos que aprovechen las fuentes renovables de energía en la generación de energía eléctrica, de conformidad con la presente Ley.

4.2.8. Norma para Usuarios Finales Productores de Energía Eléctrica con Recursos Renovables

Capítulo I

Disposiciones generales

Art. 1. La presente norma tiene por objeto establecer los procedimientos, requisitos y responsabilidades aplicables a la conexión, operación, control y comercialización de excedentes de energía, de unidades de generación basadas en recursos renovables, ubicados dentro de las instalaciones de un usuario final productor renovable (UPR), quien no participa en el Mercado Mayorista de electricidad, y que instala la unidad de generación con el objeto de abastecer su demanda interna y que bajo una condición temporal y excepcional, por un periodo corto de tiempo podría inyectar excedentes de energía a la red de distribución eléctrica sin fines comerciales.

Esta norma no aplica para aquellos usuarios finales cuyo propósito sea instalar una unidad de generación basada en recursos renovables para comercializar la energía producida de forma total o parcial, en estos casos los procedimientos y normativas aplicables serán las mismas definidas para un operador Generador y en caso de ser necesario también operador comercializador.

Tampoco será aplicable a los Auto-Productores Renovables que hayan participado en los bloques reservados dentro de procesos de libre competencia, según se define en las Normas Sobre Procesos de Libre Competencia para Contratos de Largo Plazo Respaldados con Generación Distribuida Renovable.

Art. 2. Esta norma es de aplicación obligatoria en la República de El Salvador para todas las personas naturales o jurídicas, que tengan relación con la construcción, conexión, operación y control de proyectos de generación de energías renovables que se ubiquen dentro de las

instalaciones de los usuarios finales y tengan como fin abastecer la demanda interna del mismo usuario.

4.2.9. Normas sobre Procesos de Libre Concurrencia para Contratos de Largo Plazo respaldados con Generación Distribuida Renovable

Capítulo I

Disposiciones generales

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:

- 2.3. Conectada en la red de distribución eléctrica;
- 2.4. Basada en fuentes renovables; y,
- 2.5. Con una capacidad instalada de hasta un máximo de 20MW.

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.

4.2.10. Norma Técnica Para Interconexión Eléctrica y Acceso a los Usuarios Finales a la Red de Transmisión

Título I

Disposiciones generales

Capítulo I

Objeto, alcance, plazos, disposiciones y definiciones

Objeto

Art. 1. La presente norma tiene por objeto determinar 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. Además, desarrolla el acceso a las instalaciones de transmisión solicitado por los usuarios finales.

Alcance y ámbito de aplicación

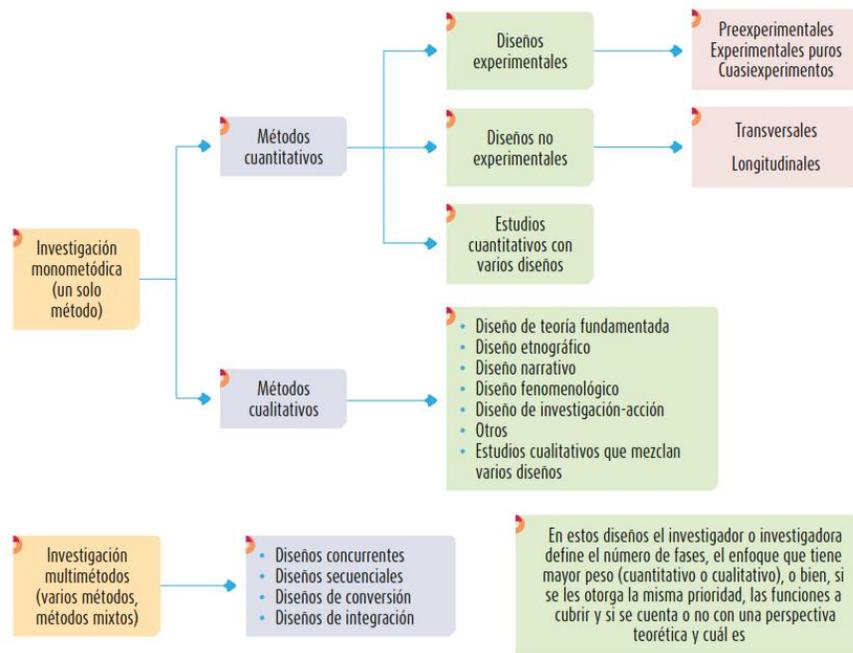
Art. 2. Esta norma es de aplicación obligatoria para todos los operadores que requieran, realicen u operen interconexiones entre sus instalaciones y para aquellos usuarios finales que requieran acceso a las instalaciones de transmisión.

5. Diseño de la investigación

De acuerdo con Sampieri (2014), define el diseño como un “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento” (pág. 128). Asimismo, establece que la investigación “es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (pág. 4).

En la Figura 10 se presenta un esquema de los tipos de investigación, métodos y diseños aplicables a cada investigación.

Figura 10. Tipología de los métodos y diseños de investigación



Nota. Tomado de *Tipología de los métodos y diseños de investigación* (p.535), por Sampieri, 2014, McGrawHillEducation.

Posterior a realizar la investigación bibliográfica, se concluyó con la selección del tipo de investigación aplicable al estudio, la cual se detalla a continuación:

- **Tipo de investigación**

Considerando la naturaleza del estudio a realizar, se establece que el tipo de investigación será multimétodos porque se considera que el estudio requiere la aplicación de varios métodos para obtener resultados más completos.

- **Método**

En el tipo de investigación multimétodos se incluye el método mixto, el cual aborda el estudio mediante la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, por lo anterior, se aplicará el método mencionado ya que en el mercado eléctrico nacional se maneja gran cantidad de datos numéricos y estadísticos, sin embargo, no se pretende

considerar únicamente ese tipo de información sino también información cualitativa. La relevancia de los enfoques cuantitativo y cualitativo en el método mixto será CUAN-cual debido a que la preponderancia del enfoque cuantitativo es mayor que el cualitativo.

- **Diseño**

La obtención y análisis de los datos cuantitativos y cualitativos se realizará de manera simultánea, por lo cual el diseño de la investigación será concurrente.

II. PREDIAGNÓSTICO

1. Objetivo

Presentar información estadística sobre el mercado eléctrico nacional para el establecimiento de la relación entre los mercados mayorista y minorista.

2. Justificación

El mercado eléctrico nacional está compuesto por los mercados mayorista y minorista, ambos integran la cadena del sector para el suministro del servicio de electricidad a los usuarios finales, por lo cual es esencial detallar las estadísticas concernientes de cada mercado para analizar las tendencias de variables como capacidad instalada, inyecciones, demanda y pérdidas en transmisión. Las estadísticas proporcionarán una visión más clara y precisa acerca de la operación de los mercados y a través de éstas se podrá definir la relación existente entre ambos.

3. Información estadística

Las estadísticas incluidas se clasifican en mercado mayorista y mercado minorista, el año de análisis será el 2020, debido a que a la fecha no se encuentra disponible el boletín de estadísticas eléctricas correspondiente al año 2021 publicado por la SIGET.

3.1. Mercado mayorista

En este apartado se abordará la descripción de las estadísticas relacionadas con el mercado mayorista.

3.1.1. Capacidad instalada

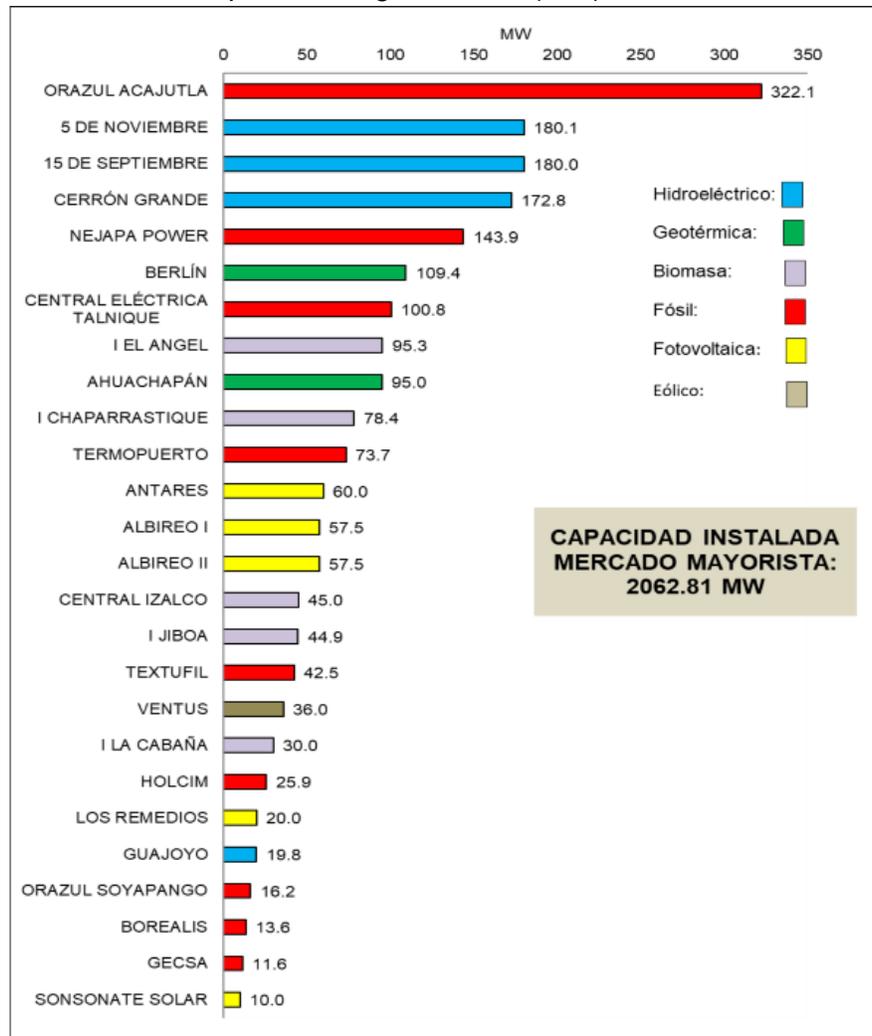
En la Figura 11 se representa la capacidad instalada del año 2020 para mercado mayorista, suma un total de 2,062.81 Megavatios, en total en este mercado participan 26 centrales que se encuentran conectadas en el sistema de transmisión y por esa razón dentro de estas centrales hay algunas que cuentan con una capacidad instalada inferior a los 20 MW. Entre las tecnologías que se encuentran presentes están la hidroeléctrica, geotérmica, biomasa, combustible fósil, fotovoltaica y eólica.

Las tres centrales generadoras que tienen mayor cantidad de capacidad instalada ordenadas de formas descendente son: ORAZUL, 5 de Noviembre y 15 de Septiembre. Asimismo, en la Figura 12 se observa la ubicación geográfica de cada una de las centrales y los porcentajes de las tecnologías con respecto al total de la capacidad instalada en donde la generación con

combustible fósil contiene el porcentaje mayor con el 36%, sin embargo, esto no indica que la mayoría de la electricidad sea generada mediante recursos no renovables ya que se brinda prioridad a la generación con recursos renovables.

La capacidad instalada de las centrales con recursos renovables ha tenido un auge en la última década, se atribuye a las acciones implementadas para reducir el impacto en el medio ambiente por la generación con combustible fósil y a los incentivos fiscales atribuidos a los nuevos proyectos con generación de recursos renovables.

Figura 11. Capacidad instalada por central generadora (MW)



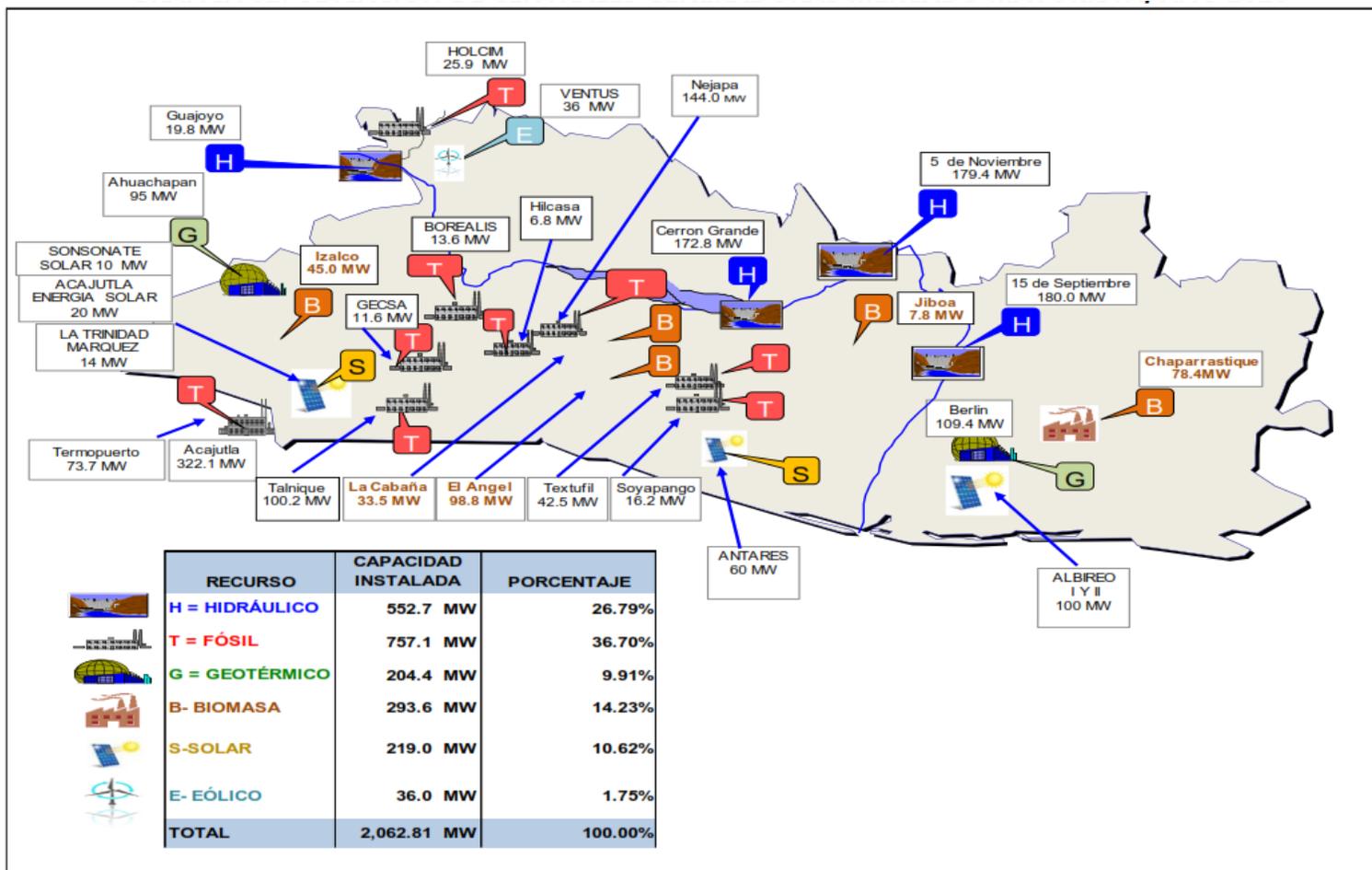
FUENTE: EMPRESAS GENERADORAS.

El Parque eólico Ventus en el año 2020 se encontraba en construcción y a finales de diciembre tenía instalado 12 aerogeneradores, de los cuales se estaba comercializando la energía de 10 aerogeneradores al Mercado Mayorista de Electricidad, teniendo una capacidad disponible de 36 MW del total de 54MW

Nota. Tomado de *capacidad instalada por central al 31 de diciembre 2020* (p.24), por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

El total nacional de la capacidad instalada de generadores en mercado mayorista representa el 87.40% de la capacidad instalada total nacional y el 12.60% lo representan los generadores de mercado minorista.

Figura 12. Ubicación de centrales generadoras



FUENTE: EMPRESAS GENERADORAS, SIGET, UNIDAD DE TRANSACCIONES.

Nota. Tomado de *ubicación de centrales generadoras mercado mayorista, año 2020* (p.25), por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

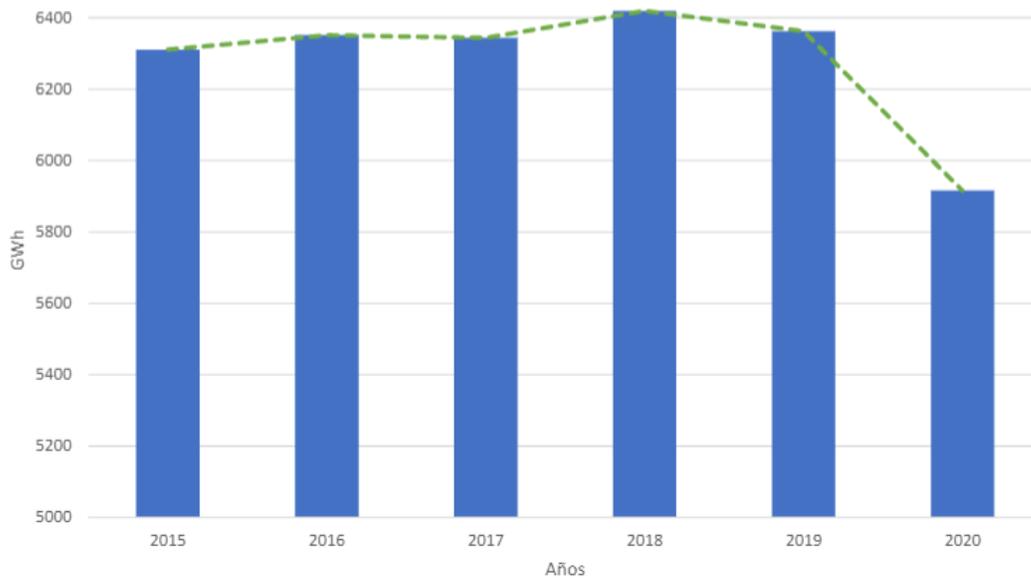
3.1.2. Vertimiento

El vertimiento es un problema que sucede a nivel de mercado mayorista y es cuando se le da la instrucción a los participantes de mercado que poseen generación base⁵ que detengan su generación de manera total o que no aprovechen el total de su capacidad instalada para generar electricidad. Este problema se origina por el incremento de la generación distribuida en mercado minorista y por la incorporación de nuevas plantas de energía renovable mayoristas que aprovechan los recursos solar y eólico.

Demanda

En el Gráfico 1 se presenta datos sobre la demanda anual de energía eléctrica en el mercado mayorista, de acuerdo con la Unidad de Transacciones (UT) desde el 2019 tienen una tendencia a contraerse debido al efecto de la generación distribuida en las plantas solares conectadas en las redes de distribución y en 2020 se tiene una reducción debida por la situación de emergencia declarada por la pandemia por COVID-19.

Gráfico 1. Demanda anual de energía en el mercado mayorista

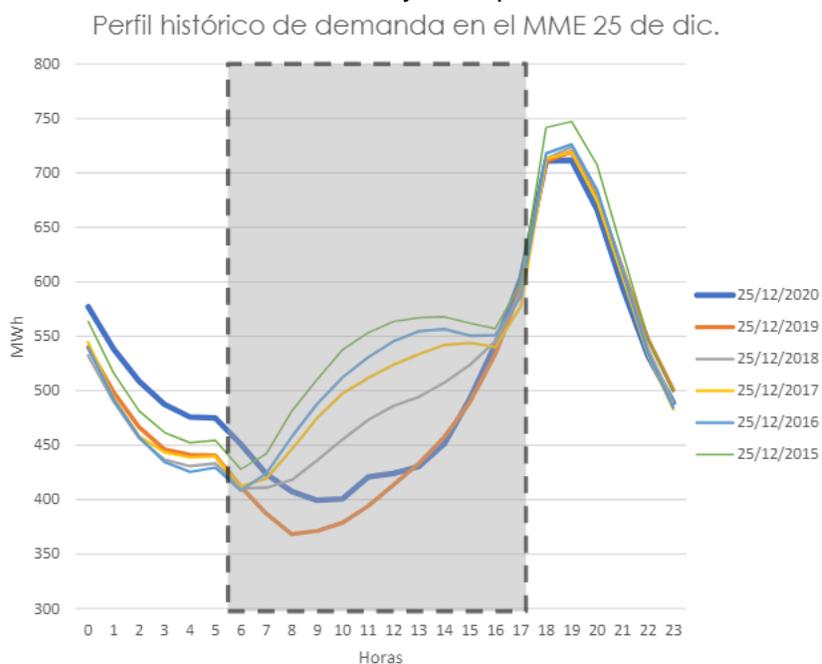


Nota. Tomado de *demanda anual de mercado mayorista de electricidad* (p.6), por Unidad de Transacciones, 2021, Impacto de generación renovable en El Salvador (vertimiento).

Según los registros de la UT los días de menor demanda se registran en días feriados y por lo cual en dichos días se acentúa el efecto de la generación conectada en redes de distribución, los cuales se encuentran fuera del control que realiza la UT. Por lo anterior, se presentan en los Gráficos 2 y 3 la demanda histórica en el mercado mayorista para los días feriados del 25 de diciembre y 1 de enero respectivamente.

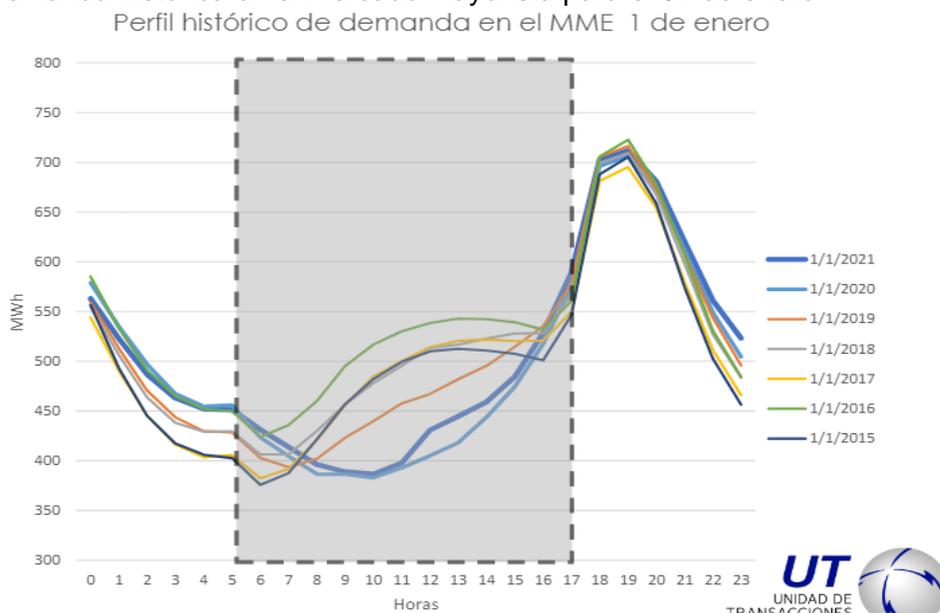
⁵ Geotermia, solar fotovoltaica, biomasa (ingenios) y eólica.

Gráfico 2. Demanda histórica en el mercado mayorista para el 25 de diciembre



Nota. Tomado de *perfil histórico de demanda en mercado mayorista de electricidad 25 de dic.* (p.7), por Unidad de Transacciones, 2021, Impacto de generación renovable en El Salvador (vertimiento).

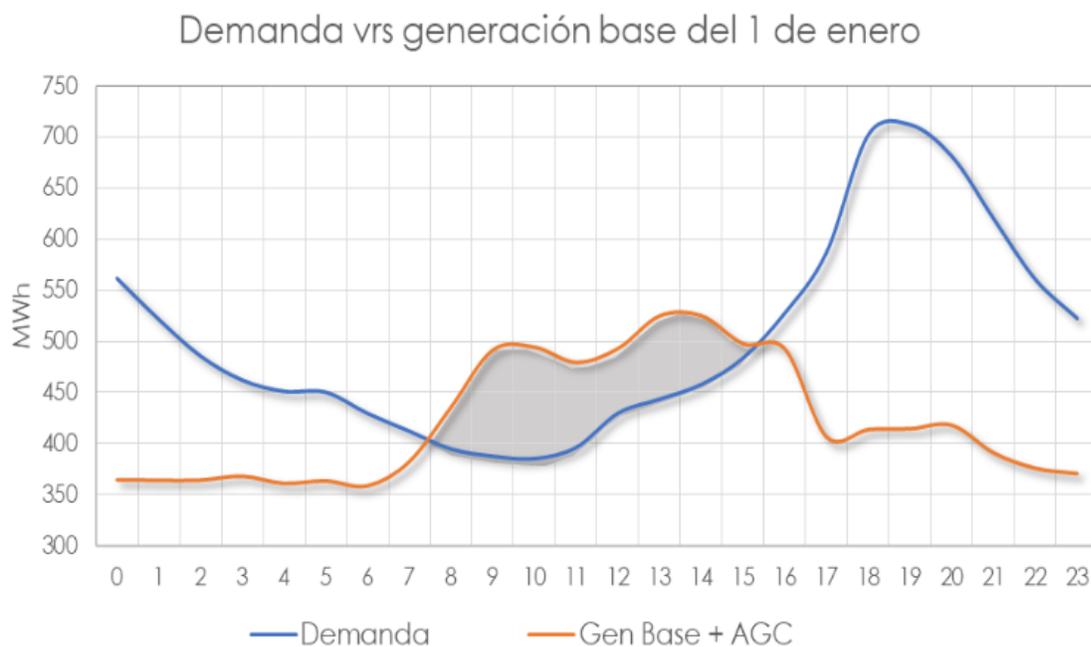
Gráfico 3. Demanda histórica en el mercado mayorista para el 01 de enero



Nota. Tomado de *perfil histórico de demanda en mercado mayorista de electricidad 1 de enero.* (p.7), por Unidad de Transacciones, 2021, Impacto de generación renovable en El Salvador (vertimiento).

En el Gráfico 4 se presenta los datos de demanda y generación base correspondiente al día 1 de enero de 2021, observándose una disminución de la demanda con respecto a la generación base desde las 8:00 am hasta las 4:00 pm, lo que ocasiona que se deba de dar instrucciones para que se disminuya o detenga la generación de electricidad de algunas centrales eléctricas de acuerdo con la programación que realiza la UT. El incremento de la generación base en las horas indicadas se debe a que en esas horas se encuentra mayor radiación solar.

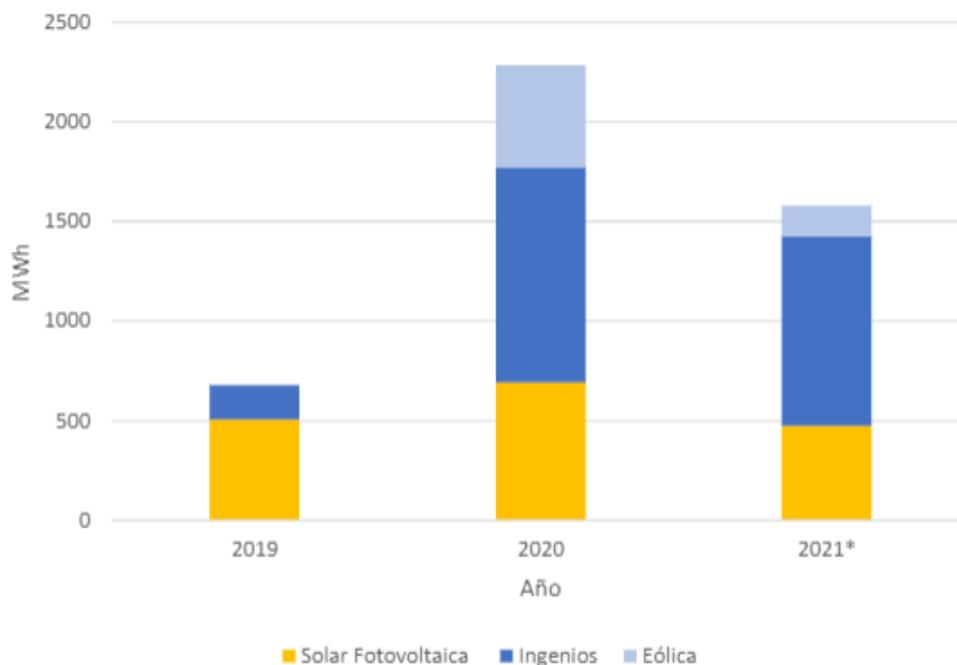
Gráfico 4. Demanda versus generación para el 01 de enero de 2021



Nota. Tomado de *perfil histórico de demanda en mercado mayorista de electricidad 1 de enero*. (p.7), por Unidad de Transacciones, 2021, Impacto de generación renovable en El Salvador (vertimiento).

Los recursos que presentan fenómenos de vertimiento se pueden observar en el Gráfico 5, estos son la solar fotovoltaica, biomasa (ingenios) y eólica. En el año 2019 únicamente se encontraban la solar fotovoltaica y biomasa ya que la planta eólica Ventus no había iniciado operaciones, en total para ese año se tuvo más de 500 MWh vertidos, esta cantidad para el año 2020 se cuadruplicó superando los 2,000 MWh, debido a la reducción de la demanda por la pandemia por COVID-19. En el 2021 a pesar de la recuperación de la productividad en el país, los datos de vertimiento no disminuyeron a pesar de que no eran datos al cierre del 2021, al mes de abril de 2021 ya se contaba con más de 1,500 MWh vertidos. Los datos exactos de energía vertida para cada año se encuentran en la Tabla 7.

Gráfico 5. Energía vertida por recurso renovable 2019-2021



*2021 incluye datos reales a la fecha.

Nota. Tomado de *energía vertida por recurso renovable debido a la baja demanda en el periodo de 2019-2021*. (p.15), por Unidad de Transacciones, 2021, Impacto de generación renovable en El Salvador (vertimiento).

Tabla 7. Cantidad de energía vertida en el periodo 2019-2021.

Año	Cantidad de días de vertimiento	Energía vertida (GWh)	Demanda de MME (GWh)	%vertimiento con respecto a demanda MME
2019	1	0.680	6362	0.01
2020	7	2.287	5916	0.04
2021	10	1.581	3946	0.04
Total	18	4.548	16224	0.03

Nota. Tomado de *energía vertida por recurso renovable debido a la baja demanda en el periodo de 2019-2021*. (p.15), por Unidad de Transacciones, 2021, Impacto de generación renovable en El Salvador (vertimiento).

Presentados los datos de vertimiento de recursos renovables la UT identificó los efectos potenciales de este fenómeno, en donde se destaca lo siguiente:

- Perdida del insumo primario (en algunos casos), ya que actualmente los excedentes de generación no se pueden almacenar.

- Alteración del proceso productivo ligado a la generación de energía en el caso de los ingenios azucareros.
- Afectación económica a plantas generadoras con contratos de largo plazo.

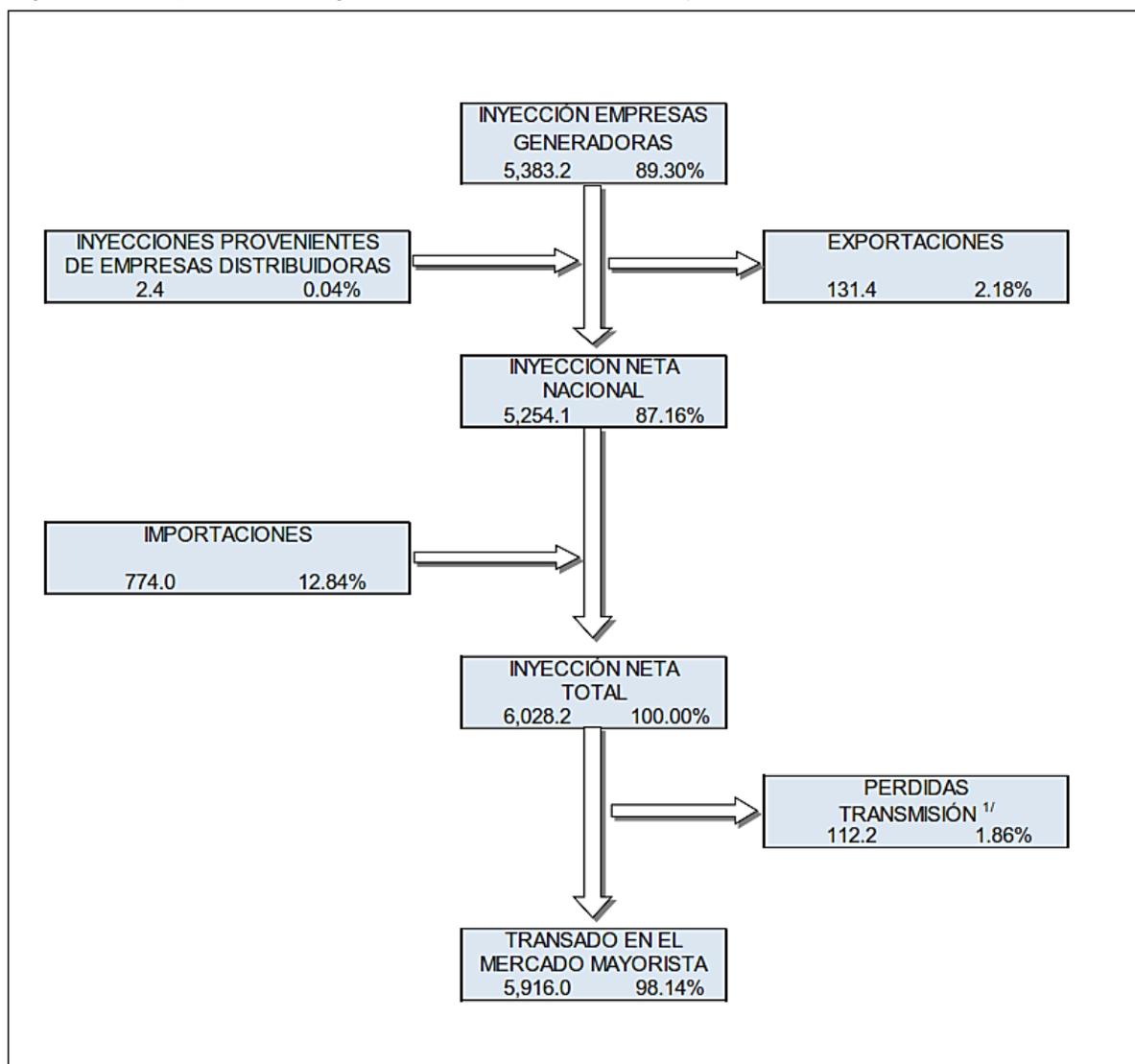
3.1.3. Flujo de energía eléctrica

En la Figura 13 se observa el flujo de eventos relacionados con los orígenes y destinos de la energía eléctrica que se obtiene en mercado mayorista para el año 2020, iniciando desde las inyecciones que realizaron los diferentes participantes de mercado y finalizando con la cantidad disponible para abastecer la demanda del país proveniente de mercado mayorista.

La inyección de energía eléctrica que realizaron las empresas generadoras fue de 5,383.2 GWh, representando el 89.3% con respecto a la inyección neta total, asimismo hubo inyecciones que efectuaron las empresas distribuidoras aunque en menor cantidad que las anteriores ya que únicamente fue de 2.4 GWh (0.04%), de la sumatoria de las inyecciones de las empresas generadoras y distribuidoras se exportó 131.4 GWh (2.18%) quedando 5,254.1 GWh (87.16%) como la inyección neta nacional a lo cual se sumaron las importaciones de energía eléctrica procedentes del Mercado Eléctrico Regional con 774 GWh (12.84%).

La inyección neta total es la sumatoria de la inyección neta nacional y las importaciones, esta asciende a 6,028.2 GWh (100%), de este total se restan las pérdidas por el transporte de energía eléctrica en el sistema de transmisión con 112.2 GWh (1.86%), quedando como resultado la energía transada en mercado mayorista con 5,916 GWh (98.14%).

Figura 13. Flujo de la energía eléctrica en mercado mayorista, año 2020 (GWh)



Nota. Tomado de *flujo de la energía eléctrica mercado mayorista, año 2020* (p. 90), por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

3.2. Mercado minorista

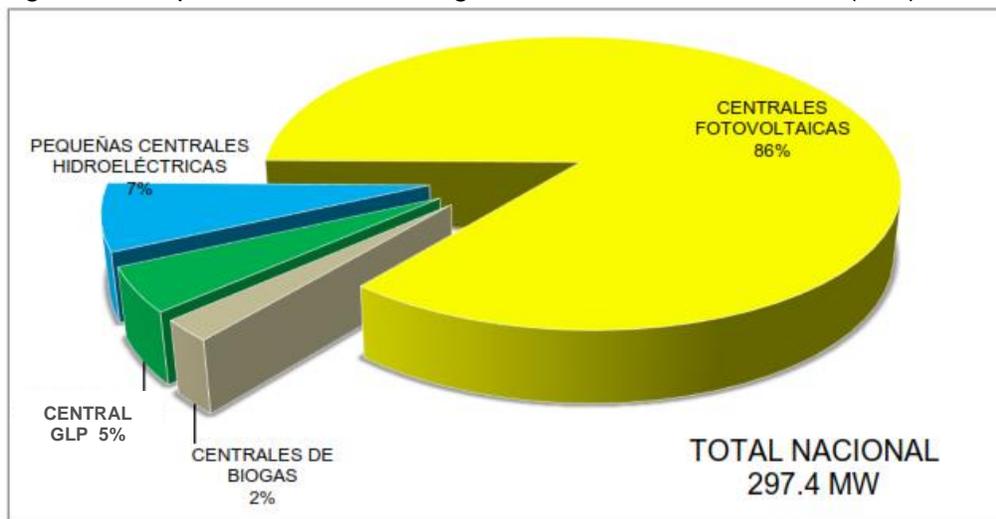
En este apartado se abordará la descripción de las estadísticas relacionadas con el mercado minorista.

3.2.1. Capacidad instalada

El total de la capacidad instalada de los generadores en mercado minorista es de 297.4 MW de acuerdo con la Figura 14, entre los tipos de tecnología implementada para la generación de energía eléctrica se encuentran: la tecnología solar fotovoltaica la cual representa el 86%, la

generación hidroeléctrica con el 7%, la generación a partir del gas licuado del petróleo (GLP) y el biogás con el 5% y 2% respectivamente.

Figura 14. Capacidad instalada de generadores minoristas, 2020 (MW)



Nota. Tomado de *Capacidad instalada de generadores minoristas, 2020 (MW)*, (p. 101), por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

El total nacional de la capacidad instalada de generadores en mercado minorista representa el 12.60% de la capacidad instalada total nacional y el 87.40% lo representan los generadores de mercado mayorista.

Cabe aclarar que, en la Tabla 8, se observa un porcentaje del 79.14% para el total de generadores en mercado mayorista, pero al realizar los cálculos se determina que el porcentaje correcto corresponde al 87.40%. A continuación, se realiza dicho cálculo, identificando las siguientes variables:

- % capacidad: porcentaje de capacidad del mercado mayorista o minorista con respecto a la capacidad instalada total nacional.

-Total generadores mercado mayorista: capacidad instalada total del mercado mayorista

-Total capacidad instalada nacional: suma de capacidades de mercado mayorista y mercado minorista.

$$\% \text{ capacidad} = \frac{\text{Total generadores mercado mayorista}}{\text{Total capacidad instalada nacional}} * 100$$

$$\% \text{ capacidad} = \frac{2,062.81}{2,360.21} * 100 = 87.399 \cong \mathbf{87.40\%}$$

De esta manera se logra corregir el porcentaje para el *Total generadores mercado mayorista* y así obtener el 100% en el *Total capacidad instalada nacional* de los datos presentados en la Tabla 8.

Para la fecha analizada, la participación en capacidad instalada del mercado minorista se podría considerar bastante baja, pero la diversificación de las tecnologías utilizadas en el transcurso de los años promete un aumento de la participación de este mercado.

También cabe mencionar que para el año 2020, no se tenía registro de generadores con centrales de Biomasa, eso significa que las únicas centrales o unidades de generación para ese año son las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, Centrales Fotovoltaicas, Centrales de Biogás y Centrales de Gas Licuado de Petróleo (GLP), es decir, se percibe un error en cuanto a la mención de Centrales de Biomasa en la Tabla 8.

Tabla 8. Capacidad instalada total nacional, al 31 de diciembre de 2020.

GENERADOR	CAPACIDAD INSTALADA (MW)	%
TOTAL GENERADORES MERCADO MAYORISTA	2,062.81	79.14%
COMISIÓN EJECUTIVA HIDROELÉCTRICA DEL RÍO LEMPA CEL	552.69	23.42%
LAGEO	204.40	8.66%
ORAZUL	338.30	14.33%
NEJAPA POWER	143.91	6.10%
HOLCIM DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.	25.90	1.10%
INVERSIONES ENERGÉTICAS	100.80	4.27%
TEXTUFIL	42.50	1.80%
GECSA	11.61	0.49%
ENERGÍA BOREALIS	13.60	0.58%
HILCASA ENERGY	6.80	0.29%
TERMOPUERTO LIMITADA	73.70	3.12%
COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA, S.A.	123.40	5.23%
INGENIO EL ANGEL	95.30	4.04%
INGENIO LA CABAÑA	30.00	1.27%
INGENIO JIBOA	44.90	1.90%
PROVIDENCIA SOLAR	60.00	2.54%
PROYECTO LA TRINIDAD, LTDA. de C.V.	14.00	0.59%
ACAJUTLA ENERGÍA SOLAR I	20.00	0.85%
CAPELLA SOLAR	115.00	4.87%
SONSONATE SOLAR	10.00	0.42%
VENTUS	36.00	1.53%
TOTAL GENERADORES MERCADO MINORISTA	297.40	12.60%
CENTRALES DE BIOGAS	6.85	0.29%
CENTRALES DE BIOMASA	13.99	0.59%
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	21.10	0.89%
CENTRALES FOTOVOLTAICAS	255.46	10.82%
TOTAL CAPACIDAD INSTALADA NACIONAL	2,360.21	100.00%

Nota. Tomado de *Capacidad instalada total nacional, al 31 de diciembre de 2020*, (p. 102), por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

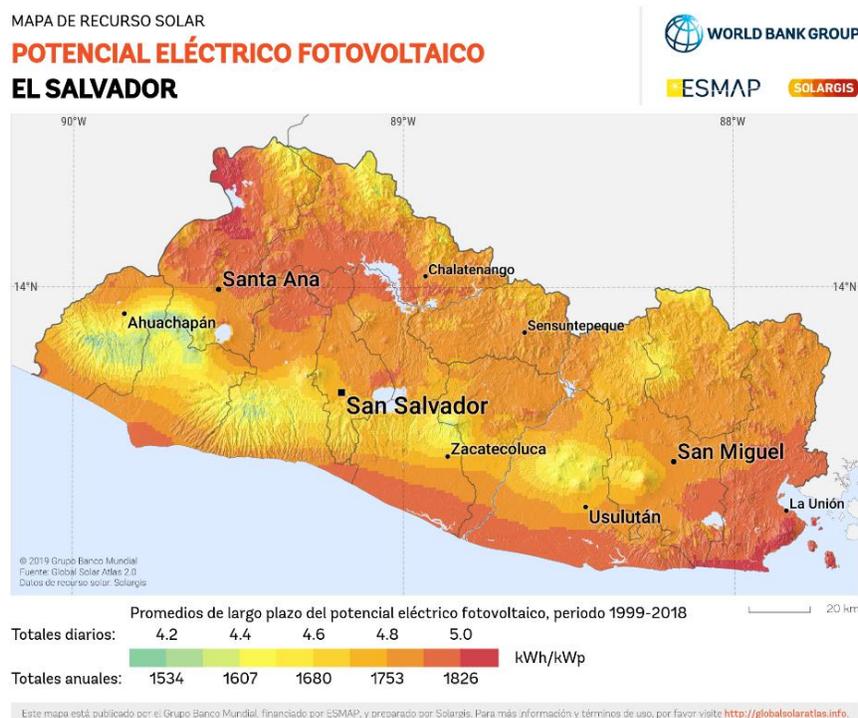
En la Figura 15, se logra identificar la ubicación de los tipos de generadores del país, registrados hasta el año 2020, si se limita al mercado minorista, se logra visualizar que existe gran cantidad de generadores con tecnología solar fotovoltaica, el aprovechamiento del recurso solar tiene gran incidencia por el hecho de que la ubicación geográfica del país tiene altos índices de radiación, tal como se observa en la Figura 16 a través del mapa de recurso solar. En el mercado minorista, la tecnología solar fotovoltaica es la que cuenta con mayor cantidad de unidades de generación de energía eléctrica pero generalmente son de baja capacidad instalada o sobre todo autoconsumo, de igual manera no es despreciable la capacidad instalada de otros recursos utilizados en la generación distribuida.

Figura 15. Ubicación de la capacidad instalada de generación en El Salvador, año 2020



Nota. Tomado de *Ubicación de la capacidad instalada de generación en El Salvador, año 2020*, (p. 104), por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

Figura 16. Potencial Eléctrico Fotovoltaico.



Nota. Tomado de *Potencial Eléctrico Fotovoltaico*, de SOLARGIS, 2022, <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/el-salvador>.

3.2.2. Flujo de energía eléctrica

En la Figura 17 se observa el flujo de eventos relacionados con los orígenes y destinos de la energía eléctrica que se obtiene en mercado minorista para el año 2020, iniciando desde las compras realizadas en el mercado mayorista y finalizando con la cantidad disponible para abastecer la demanda del país proveniente de mercado minorista.

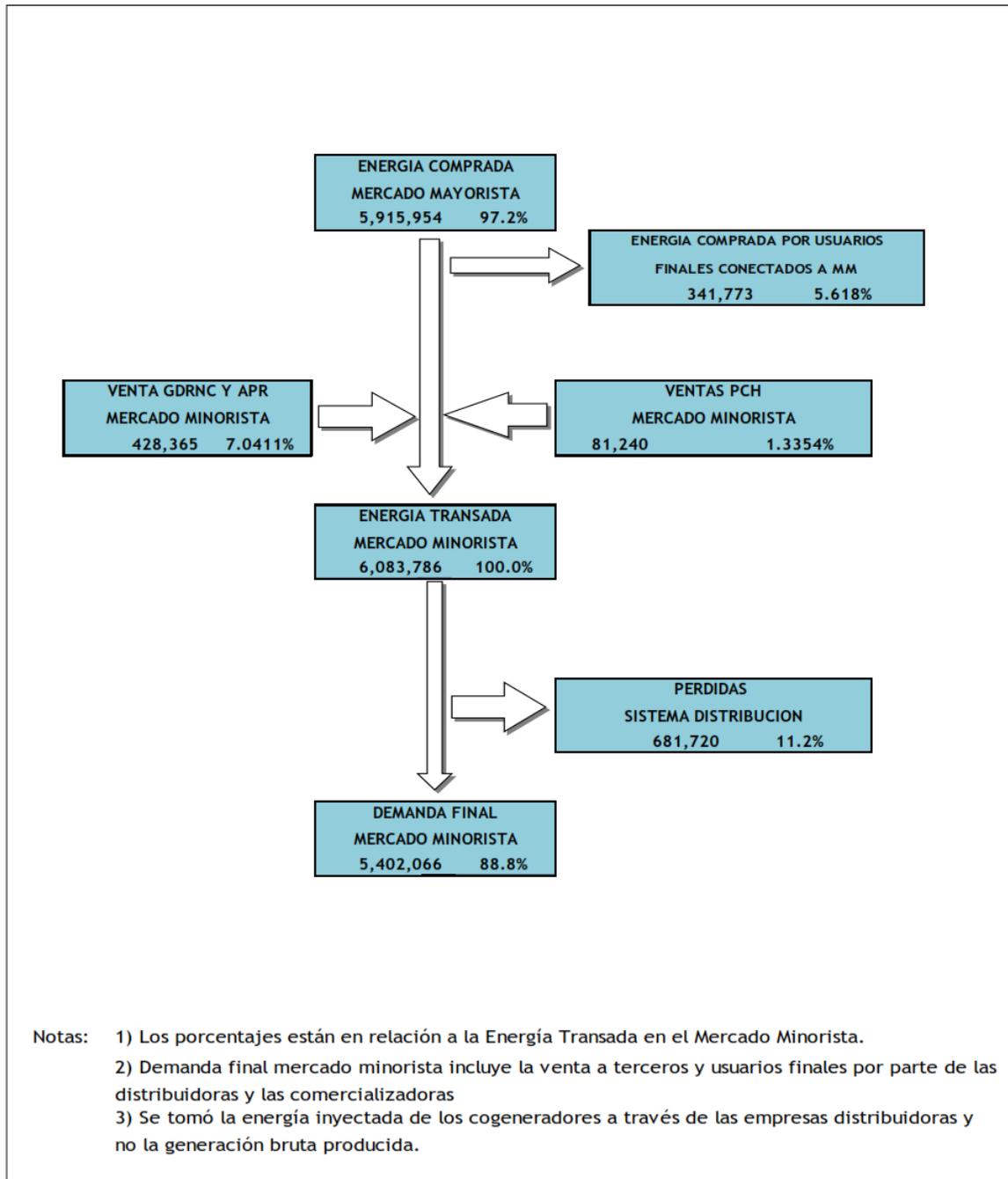
La cantidad de energía eléctrica comprada en el mercado mayorista corresponde a 5,915,954 MWh (97.2%) donde también es posible visualizar el retiro de energía que realizan los usuarios finales conectados al mercado mayorista, cifra que corresponde a 341,773 MWh (5.618%).

A este flujo se suman las inyecciones realizadas por las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) con una cantidad de 81,240 MWh (1.3354%) y las inyecciones provenientes de la Generación Distribuida con Energía Renovable no Convencional (GDRNC) y Auto productores Renovables (APR) con una cantidad de 428,365 MWh (7.0411%).

El total de energía eléctrica obtenida de la sumatoria de la energía eléctrica comprada en el mercado mayorista más la energía inyectada por las PCH, GDRNC y APR se conoce como energía transada en el mercado minorista, exceptuando el retiro de los usuarios finales conectados al mercado mayorista, la cantidad de la energía transada en el mercado minorista corresponde a 6,083,786 MWh (100%).

De la cantidad de energía transada en el mercado minorista se deben restar las pérdidas por el transporte de energía eléctrica en el sistema de distribución con 681,720 MWh (11.2%), quedando como resultado la demanda final del mercado minorista con una cantidad de 5,402,066 MWh (88.8%).

Figura 17. Flujo de la energía eléctrica en el mercado minorista en 2020 (MWh).



Nota. Tomado de *flujo de la energía eléctrica mercado minorista, año 2020* (p. 221), por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

3.2.3. Estructura de generación de energía renovable

En la Tabla 9, se ha consolidado el total de generación (MWh) para mercado mayorista y minorista (generación distribuida renovable) según los recursos que se utilizan y se ha determinado el porcentaje de participación con respecto a la generación total renovable.

Tabla 9. Consolidado Generación de Energía Renovable, Año 2020 (MWh)

	TECNOLOGÍA	GENERACIÓN AÑO 2020	TOTAL	% PARTICIPACIÓN	% TOTAL
Mercado Mayorista (MM)	Hidroeléctricas MM	1,985,360.98	4,496,858.88	39.66%	90%
	Geotérmicas MM	1,449,987.60		28.96%	
	Biomasa MM	549,734.10		10.98%	
	Fotovoltaica MM	497,655.00		9.94%	
	Eólica MM	14,121.20		0.28%	
Generación Distribuida Renovable (GDR)	Centrales Fotovoltaica GDR	401,979.50	509,605.27	8.03%	10%
	Plantas de Biogás GDR	26,385.27		0.53%	
	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas GDR	81,240.50		1.62%	
	TOTAL GENERACIÓN RENOVABLE	5,006,464.15	5,006,464.15	100.00%	100%

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10. Consolidado Generación Total Nacional, Año 2020 (MWh)

GENERACIÓN NETA NACIONAL (MWh)					
TECNOLOGÍA	GENERACIÓN AÑO 2020	% PARTICIPACIÓN	TOTAL	% TOTAL	%PARTICIPACIÓN RENOVABLE
Centrales Hidroeléctricas	1,985,361.00	33.33%	5446478.09	91%	83.99%
Centrales Fósiles	953,587.10	16.01%			
Centrales de Biomasa	546,798.50	9.18%			
Centrales Geotérmicas	1,449,967.40	24.34%			
Centrales Fotovoltaicas	496,681.00	8.34%			
Central Eólica	14,083.09	0.24%			
PCH	81,240.48	1.36%	509,605.21	9%	
Biogás	26,385.27	0.44%			
Fotovoltaica	401,979.46	6.75%			
GENERACIÓN TOTAL	5,956,083.30	100%	5,956,083.30	100%	

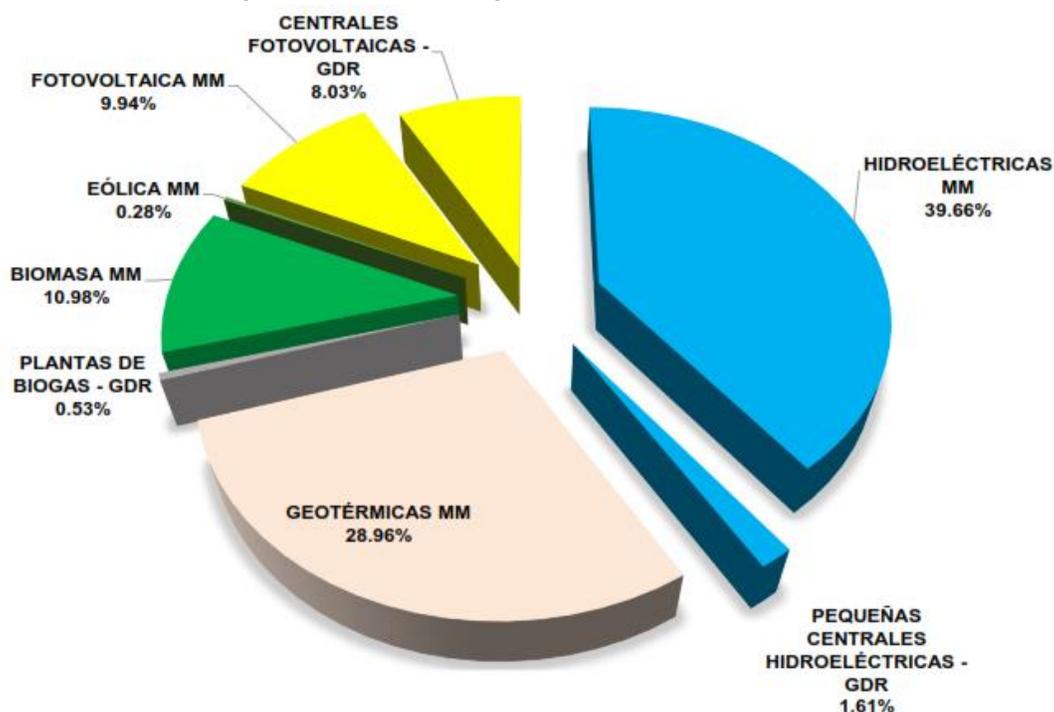
Nota. Elaboración propia.

De manera general, se determina que el porcentaje de generación de energía renovable representa el 83.99% de la generación total nacional.

Todos los datos de generación al año 2020 fueron extraídos del Boletín de estadísticas del sector eléctrico y consolidados en la Tabla 10 con el fin de definir los porcentajes de participación.

En la Figura 18 se logra identificar de manera gráfica que en el Mercado Mayorista, son las Centrales Hidroeléctricas quienes cuentan con el mayor porcentaje de participación con el 39.66% mientras que en la Generación Distribuida Renovable son las Centrales Fotovoltaicas con un 8.03% de participación con respecto a la generación total renovable. La mayor participación de generación renovable se da en el mercado mayorista.

Figura 18. Estructura de generación de energía renovable, año 2020.



FUENTE: GENERADORES SOLARES, PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y UT

Nota. Tomado de *Estructura de generación renovable, año 2020*, (p. 227), por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

4. Análisis de relación entre mercado mayorista y minorista

Existen eventos importantes en toda la cadena del sector eléctrico y esta inicia desde que los generadores producen la electricidad mediante el aprovechamiento de diferentes recursos ya sea renovables o no renovables hasta suplir la demanda del usuario que busca satisfacer sus necesidades, esos eventos se representaron por mercados mayorista y minorista en las Figuras 13 y 17 respectivamente pero eso no significa que estos mercados sean mutuamente excluyentes ya que existe una dependencia entre estos mercados para que operen.

La dependencia radica en que el mercado mayorista es el que entrega electricidad a mercado minorista para que en este mercado se realice su distribución y suministro a los usuarios finales, del 100% de electricidad que fue transada en mercado minorista para el año 2020 el 91.6% fue comprada del mercado mayorista, esto es totalmente justificado debido a que en mercado mayorista se encuentran las centrales de generación que tienen mayor capacidad de producción de electricidad, como por ejemplo: las centrales hidroeléctricas de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) que su capacidad representan en conjunto el 23.42 % con respecto a la capacidad instalada nacional la cual se detalla en la Tabla 8.

Asimismo, es importante destacar que no se pretende desprestigiar la producción de electricidad realizada en mercado minorista ya que su aporte para el año 2020 fue del 8.4% de la electricidad por la Generación Distribuida Renovable No Convencional (GDRNC), Auto Productores Renovables (APR) y las Pequeñas Centrales Hidroeléctrica (PCH) de acuerdo con la información representada en la Figura 17. El porcentaje de aporte de los generadores en mercado minorista tiene repercusiones en el comportamiento de los flujos de energía en toda la cadena del sector eléctrico y asimismo según datos de la Generación Distribuida (GD) presentados en el Mapa de Generación de Energía Eléctrica de El Salvador, para el 2021 existían 660 generadores, a la fecha este dato debe ser mayor debido a que muchas personas están optando por la implementación de unidades de generación renovable para abastecer su demanda de electricidad.

III. DIAGNÓSTICO

Retomando el análisis de la etapa de prediagnóstico se identifica la dependencia entre los mercados mayorista y minorista que integran el mercado eléctrico de El Salvador, sin embargo, se consideran ciertos indicadores que permiten enfocar el diagnóstico al mercado minorista.

Un indicador es una característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar cambios y progresos. En los últimos años, El Salvador ha presentado cambios en su cadena del sector eléctrico con la incorporación de la generación distribuida y el autoconsumo como actividades adicionales en el mercado minorista. Debido a estas actividades, se han identificado indicadores que inciden directamente en dicho mercado pero que tienen repercusiones en toda la cadena del sector, en la Tabla 11, se muestra una descripción de cada uno de ellos.

Tabla 11. Identificación de indicadores para el enfoque del diagnóstico.

Indicador	Descripción
Cantidad de generadores distribuidos	Según los registros (Ver Anexo I), hasta el año 2021, se tienen 660 generadores distribuidos registrados y que se encuentran directamente conectados a las redes de distribución.
Cantidad de electricidad inyectada a las redes de distribución	En el año 2020, los GDRNC, APR y PCH inyectaron 509,605MWh a la red de distribución, lo que representó un 8.34% del total de energía transada en el mercado minorista (ver Figura 23)
Vertimiento de generación base	En el año 2021, hubo una cantidad de 1.581GWh de energía vertida respecto a la proyección de demanda realizada para el Mercado Mayorista.
Flujos inversos	Los flujos inversos son los desbalances que existen cuando la inyección de energía en un

Indicador	Descripción
	<p>circuito de distribución es más alta que la demanda de dicho circuito, esto se refleja en valores de carga que no son reales en la operación. Esto conlleva a que cada distribuidora deba modificar su esquema de protección para tener la seguridad operativa requerida lo que repercute directamente en un incremento en sus costos de operación.</p> <p>En la actualidad, los flujos inversos están siendo provocados por la generación distribuida (ver Figura 32), la información estadística de este fenómeno es manejada por cada empresa distribuidora.</p>

Nota. Elaboración propia.

Además de los indicadores mencionados en la Tabla 11, también se toma en cuenta el planteamiento preliminar realizado en el anteproyecto en el cual la problemática central se encuentra orientada a mercado minorista, dicho planteamiento preliminar puede consultarse en el **Anexo B** de este documento.

1. Objetivos y preguntas

Los objetivos planteados en la Tabla 12 se establecen considerando los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto, con el fin de identificar los elementos a considerar para la determinación de la operación del DSO aplicable al mercado minorista del sector eléctrico. Asimismo, se incluyen preguntas que servirán de orientación para cumplir los objetivos definidos.

Tabla 12. Objetivos y preguntas para el diagnóstico.

Enfoque	Objetivo	Pregunta
Cuantitativo	1. Analizar el impacto que ocasiona la generación distribuida en la cadena del sector eléctrico para la identificación de la necesidad de un DSO.	<p>¿Cuántos generadores distribuidos se encuentran inscritos actualmente?</p> <p>¿Cuántos generadores distribuidos cuentan con sistema SCADA?</p>
Cualitativo	2. Describir la operación de algunos generadores distribuidos para el establecimiento del tipo de control que efectuaría el DSO.	<p>¿Cuál es el proceso de generación de electricidad según el tipo de recurso que se aprovecha?</p> <p>¿Qué medios implementan las entidades designadas por la ley para la supervisión de los generadores distribuidos?</p>
	3. Determinar los beneficios que se obtendrían por la incorporación de un DSO en la estructura del sector	¿Quiénes serían los actores directos e indirectos que percibirían

Enfoque	Objetivo	Pregunta
	eléctrico para la administración y operación del mercado minorista.	los beneficios y cuáles serían esos beneficios?
Mixto	4. Describir los procesos que ejecutan las salas o centros de control de algunos operadores del sistema eléctrico para la identificación de los que se incluirían en el diseño del DSO.	¿Cuántas salas o centros de control se utilizan para la supervisión y monitoreo del sistema eléctrico? ¿Cómo funciona una sala o centro de control? ¿Qué recursos utilizan para el óptimo funcionamiento de una sala o centro de control? ¿Cuál es el perfil requerido para un operador de una sala o centro de control?

Nota. Elaboración propia.

2. Supuestos

Con base en la información secundaria contenida en los marcos de la investigación y prediagnóstico se establecen los supuestos de la investigación, posterior al estudio de mercado se realizará la validación de dichos supuestos.

1. Los generadores distribuidos no se encuentran administrados por ninguna entidad, a diferencia de los generadores de mercado mayorista que son administrados por la Unidad de Transacciones.
2. No existe un control de la generación de electricidad en el mercado minorista y esto ocasiona repercusiones negativas en el sector eléctrico.
3. Las salas de control propiedad de las empresas distribuidoras son suficientes para el monitoreo de los generadores distribuidos.
4. La información de la generación de electricidad de mercado minorista no se maneja en tiempo real.
5. La capacidad instalada de los generadores distribuidos creció en un 10% desde el año 2020 a 2021.
6. La generación de electricidad en MWh de mercado minorista creció en un 30% en el periodo de 2017 a 2021.
7. El 80% de los generadores distribuidos no utilizan un sistema SCADA para monitoreo y control de sus unidades de generación.
8. En el país, al año 2022 se encuentran en funcionamiento 40 electrolineras para uso de medios de transporte eléctricos, como parte de los esfuerzos para lograr la transición energética.

3. Estudio de mercado

En este estudio de mercado se identificará el mercado abastecedor, consumidor, competidor y distribuidor para la operación del Operador del Sistema de Distribución (DSO).

Por lo anterior, es importante definir de manera preliminar los servicios que proporcionaría esta empresa a sus clientes de acuerdo con las funciones que se le atribuyan en la actualización de la regulación nacional aplicable al sector eléctrico.

1. Operación del sistema de distribución y mercado minorista a través de la programación realizada por la Unidad de Transacciones.
2. Coordinación de los programas de mantenimiento de generación distribuida y distribución.
3. Supervisión de los generadores distribuidos.
4. Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones.
5. Generación de las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.
6. Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.
7. Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.

3.1. Mercado consumidor

3.1.1. Objetivo de mercado

Identificar los clientes del sector eléctrico que se beneficiarían con los servicios que proporcione el Operador del Sistema de Distribución para la estimación de proyecciones y estrategias sobre el crecimiento de la demanda.

3.1.2. Base teórica

El consumo representa las adquisiciones de los servicios que brindará el Operador del Sistema de Distribución por parte de cualquier sujeto económico que forme parte del sector eléctrico. Por lo tanto, en la Tabla 13 se define de manera preliminar cuales actores del sector eléctrico podrían ser los consumidores de los servicios que proporcione el DSO. Es importante destacar que, aunque el DSO tendrá influencia directamente en el mercado minorista de electricidad, no se limita a que los consumidores de los servicios pertenezcan a ese mercado.

Tabla 13. Consumidores preliminares de los servicios que brindará el DSO.

Actividad	Consumidores	No. Servicio*
Generación	<ul style="list-style-type: none">- Generador Distribuido Renovable (GDR)- Generador Distribuido Térmico (GDT)- Usuario Final Productor Renovable (UPR)- Auto Productor Renovable (APR)	1, 2, 3, 7
Distribución y Comercialización	<ul style="list-style-type: none">- Grupo AES, DELSUR, EDESAL, B&D Servicios Técnicos, ABRUZZO, entre otros.	1, 2, 4, 7

Actividad	Consumidores	No. Servicio*
Operación del Sistema y Administración del Mercado Mayorista	- Unidad de Transacciones	1, 4, 5, 6, 7
Consumo	- Usuario Final Productor Renovable (UPR) - Auto Productor Renovable (APR) - Población en general**	7

Nota. Elaboración Propia. *El número de servicio corresponde al listado de servicios definidos preliminarmente al inicio del estudio de mercado. **Se considera a la población en general debido a que cierta información estadística del mercado minorista será de carácter público.

3.1.3. Antecedentes del mercado

En la estructura del mercado minorista de electricidad se contemplan los consumidores definidos preliminarmente en la Tabla 13, el DSO pondrá a disposición diferentes servicios debido al incremento de la cantidad de actores en el sector eléctrico del país, por lo cual se presenta información estadística sobre la evolución de algunas variables como la capacidad instalada, ventas de energía y demanda final en mercado minorista de electricidad.

También se destaca que la cantidad de actores se ha incrementado por nuevos generadores en mercado minorista ya que la cantidad de distribuidoras no ha variado significativamente en los últimos años.

Capacidad instalada

En la Tabla 14 se presenta la capacidad instalada por tipo de central de generación desde el año 2015 hasta 2021. Destacan los valores constantes de las centrales de biogás en los años considerados, la disminución de la capacidad instalada de las pequeñas centrales hidroeléctricas y el notable incremento de la capacidad instalada por parte de las centrales fotovoltaicas, en este último tipo de centrales se incluyen a los UPR y APR.

El total de la capacidad instalada en mercado minorista desde el 2015 al 2021 creció 318.33 MW, representando un crecimiento del 752.7 % con respecto al año 2015, ese incremento se debe al fomento del uso de energías renovables impulsado por el Consejo Nacional de Energía (CNE) y a la implementación de incentivos fiscales para ese tipo de proyectos.

Tabla 14. Evolución de la capacidad instalada en mercado minorista (MW).

Tipo de central	Año							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Centrales de biogás	6.68	6.76	6.91	6.85	6.85	6.85	6.30	
Pequeñas centrales hidroeléctricas	24.67	22.53	22.38	22.44	22.98	21.10	19.17	
Centrales fotovoltaicas	10.94	12.04	49.64	106.50	212.33	255.46	310.16	
Centrales de biomasa				5.00			11.00	
Centrales térmicas					13.99	13.99	13.99	

Tipo de central	Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	Total capacidad (MW)		42.29	41.33	78.93	140.79	256.15	297.40

Nota. Elaboración propia. Datos obtenidos de los Boletines Estadísticos publicados por SIGET.

Ventas de electricidad

En la Tabla 15 se detallan las ventas de electricidad realizadas por los generadores de mercado minorista y que se suma con la electricidad generada en mercado mayorista para satisfacer la demanda final de electricidad del país. Si se considera la electricidad de los Generadores Distribuidos Renovables No Convencionales (GDRNC) desde el año 2015 hasta el 2021 existe un notable incremento en cada año con respecto al año anterior. La electricidad vendida por las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) únicamente tuvo un cambio drástico en el año 2016 con respecto al 2015, en los años restantes presentó un comportamiento sin una gran variación.

Tabla 15. Ventas de electricidad por generadores en mercado minorista.

Ventas (MWh)	Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	GDRNC*		52	61,556	174,484	187,393	301,873	428,365
PCH*		70	81,498	85,079	82,901	80,568	81,240	86,193
Ventas totales		122	143,055	259,563	270,294	382,441	509,605	617,687

Nota. Elaboración propia. *GDRNC: Generadores distribuidos renovables no convencionales, **PCH: Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Datos obtenidos de los Boletines Estadísticos publicados por SIGET.

Se puede atribuir que el incremento de las ventas totales de los generadores en mercado minorista se debe al incremento de la capacidad instalada de las centrales fotovoltaicas detalladas en la Tabla 14, las centrales fotovoltaicas forman parte de los GDRNC debido a que se aprovecha el recurso solar.

Demanda

En la Tabla 16 se presenta la evolución de la demanda final en mercado minorista a partir del año 2015 hasta el año 2021. Considerando los porcentajes calculados de la variación con respecto al año previo, se estima que hasta el año 2019 la demanda final creció un 1.9%, sin embargo, en el año 2020 debido a la pandemia por COVID-19 tuvo un decremento del 5.3% y para el año 2021 volvió a tener un crecimiento con un 10.5% con respecto al año 2020.

Tabla 16. Evolución de la demanda de electricidad en mercado minorista.

Año	Demanda final (MWh)	Variación (%)
2015	5,420,643	
2016	5,446,327	0.5%
2017	5,491,953	0.8%
2018	5,579,686	1.6%
2019	5,689,170	1.9%
2020	5,402,066	-5.3%

Año	Demanda final (MWh)	Variación (%)
2021	6,033,708	10.5%

Nota. Elaboración propia. Datos obtenidos de los Boletines Estadísticos publicados por SIGET.

3.1.4. Segmentación

Geográfica

La influencia geográfica que tendrá el Operador del Sistema de Distribución será a nivel nacional, debido a que en los 14 departamentos de El Salvador existen centrales de generación a nivel de mercado minorista, asimismo la red de distribución propiedad de las empresas distribuidoras tiene la misma cobertura.

Demográfica

Por el tipo de consumidores definidos preliminarmente se considera que una segmentación demográfica no aplica debido a que los principales consumidores de los servicios que proporcionará el DSO serán sociedades o empresas que contribuyen en la operación o funcionamiento del sector eléctrico de El Salvador.

3.1.5. Determinación del tipo de muestreo

Tipo de muestreo

De manera general existe una clasificación para la aplicación de muestreo, se encuentran los muestreos probabilísticos y no probabilísticos. Los muestreos probabilísticos estudian a una población de manera aleatoria porque todos tienen la misma oportunidad de ser elegidos, mientras que los muestreos no probabilísticos se basan en la selección subjetiva, es decir, no son aleatorios.

Por lo anterior, y considerando el tipo, cantidad y ubicación geográfica de los consumidores definidos preliminarmente para los servicios que proporcionará el Operador del Sistema de Distribución es conveniente aplicar un tipo de **muestreo no probabilístico**.

Universo

Como parte del universo de estudio en este proyecto, se incluirá a los generadores distribuidos y a las empresas distribuidoras, ya que ellos serían los principales consumidores de los servicios que proporcionará el Operador del Sistema de Distribución, por lo cual en la Tabla 17 se presenta la cantidad de generadores interconectados con las empresas distribuidoras y/o comercializadoras, en total suman 660 generadores distribuidos a nivel nacional.

Asimismo, es importante aclarar que el total de empresas distribuidoras en el país es de ocho, sin embargo, en la Tabla 17 se detallan únicamente siete ya que en la categoría "Otras redes" representada por "D7" engloba a B&D Servicios Técnicos y a ABRUZZO.

Tabla 17. Generadores distribuidos por empresa distribuidora a septiembre 2021

Distribuidora Tipo Generador	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Total
APR			12					12
GDR	28	29	34	1	2	12	12	118
GDT			1					1
UPR	81	163	193	6	16	70		529
Total	109	192	240	7	18	82	12	660

Nota. Elaboración propia. D1: AES CLESA y CÍA., S. en C. de C.V., D2: CAESS, S.A. de C.V., D3: DELSUR, S.A. de C.V., D4: DEUSEM, S.A. de C.V., D5: EDESAL, S.A. de C.V., D6: EEO, S.A. de C.V., D7: Otras Redes.

Muestra

Debido a que el tipo de muestreo aplicable es el no probabilístico, se ha definido en la Figura 19 que se realizarán dos visitas técnicas y se asistirá a una charla técnica para obtención de información primaria.

Figura 19. Muestra para el estudio de mercado consumidor

Dos visitas técnicas	Asistencia a una charla técnica
<ul style="list-style-type: none"> •Un generador distribuido •Una empresa distribuidora 	<ul style="list-style-type: none"> •Electromovilidad

Nota. Elaboración propia

3.1.6. Visitas técnicas

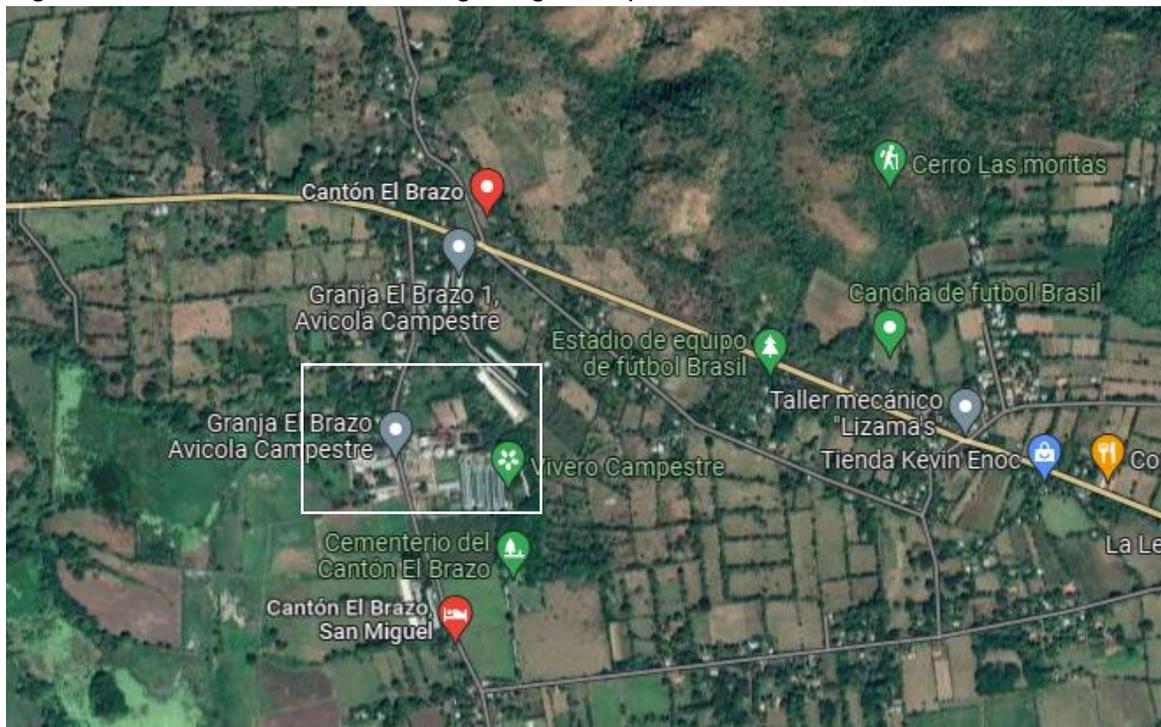
Se realizaron dos visitas técnicas, la primera fue a la planta de biogás de Agrocampestre y la segunda fue a la empresa distribuidora de electricidad DELSUR, a continuación, se presenta la información obtenida en cada una.

VISITA 1. PLANTA BIOGÁS AGROCAMPESTRE

Consiste en una planta de generación de energía eléctrica y calor a través de biogás, ésta se encuentra catalogada como Generador Distribuido Renovable (GDR) en Mercado Minorista. La planta permite realizar un tratamiento responsable y un aprovechamiento energético de los residuos orgánicos generados en diferentes actividades agroindustriales, en específico aguas rojas de la planta de proceso de faenado de pollos de Avícola Campestre, S.A. de C.V., estiércol de ganado vacuno de Agropecuaria La Laguna, S.A. de C.V. y residuos orgánicos de restaurantes de Pollo Campestre, S.A. de C.V., así como pollinaza y guano de las granjas de pollos de engorde. La planta se encuentra en un terreno de 7,678.55 m² ubicado en Cantón El Brazo, desviándose de la Carretera El Litoral CA-02 en el Km 134 ½, a 700 metros sobre la calle

principal que conduce al cantón, municipio de San Miguel, departamento de San Miguel. En la Figura 20 se representa la ubicación de la Planta Biogás Agrocampestre.

Figura 20. Ubicación de Planta Biogás Agrocampestre



Nota. Tomado de Granja El Brazo Avícola Campestre, Google, 2022
(<https://www.google.com/maps/>)

Tabla 18. Ficha técnica para visita a un generador distribuido

Elemento	Descripción
Técnica	Observación y entrevista
Objetivo	Conocer la operación del generador distribuido renovable denominado "Planta Biogás Agrocampestre" para el establecimiento de parámetros para el control que efectuaría el Operador del Sistema de Distribución (DSO) a los a los generadores distribuidos.
Nombre de la empresa	Agrocampestre, S.A. de C.V.
Entrevistado	Ing. Emilio Miranda
Puesto de trabajo	Encargado de la planta
Entrevistadoras	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Fecha	19 de mayo de 2022
Hora inicio	9:00 am
Hora fin	11:30 am
Duración	2:30 horas

Elemento	Descripción
Modalidad de entrevista	Presencial
Instrumento	Cuestionario abierto
Cantidad de preguntas	10
Elaboración del instrumento o cuestionario	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Transcripción del cuestionario	Lisseth Madelin Pérez Moreno

Nota. Elaboración propia.

Instrumento No.1



Universidad de El Salvador
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería Industrial



Proyecto: Diseño de una empresa para administrar y operar el sistema de distribución de energía eléctrica en El Salvador

CUESTIONARIO PARA VISITA DE CAMPO A PLANTA BIOGÁS AGROCAMPESTRE

Objetivo: Conocer la operación del generador distribuido renovable denominado “Planta Biogás Agrocampestre” para el establecimiento de parámetros para el control que efectuaría el Operador del Sistema de Distribución (DSO).

Nombre del entrevistado: _____

Cargo del entrevistado: _____

Fecha: _____

Preguntas:

1. ¿La planta se encuentra interconectada con el sistema de distribución?
2. ¿Cuentan con medidor bidireccional de energía?
3. ¿Cuál es la capacidad instalada y energía producida en la planta?
4. ¿Cuál es el proceso de generación de energía con tecnología biogás?
5. ¿Qué tipo de información remiten a otros participantes del mercado?
6. ¿Cuentan con sistema SCADA? Si la respuesta es Sí, ¿Cómo funciona?
7. ¿Cuáles son los parámetros de control de la planta?
8. ¿La producción de energía se ha visto interrumpida en algún momento desde el inicio de sus operaciones? Si la respuesta es sí, ¿Cuáles han sido las causas?
9. ¿Cuáles contratos tienen suscritos con otros participantes del mercado?
10. ¿La planta cuenta con sistemas de almacenamiento de energía?

Información recolectada de campo y secundaria

1. ¿La planta se encuentra interconectada con el sistema de distribución?

R/ Sí, se encuentra interconectada con la Empresa Eléctrica de Oriente, S.A. de C.V. (EEO, S.A. de C.V.)

2. ¿Cuentan con medidor bidireccional de energía?

R/ No, cuenta con un medidor unidireccional principal y otro como contingencia ante cualquier eventualidad, los medidores fueron instalados por la empresa distribuidora EEO para controlar la cantidad de energía que la planta inyecta a la red de distribución. En la Figura 21 se observa una fotografía tomada a uno de los medidores instalados en la planta.

Figura 21. Medidor instalado en planta Agrocampestre



3. ¿Cuál es la capacidad instalada y energía producida en la planta?

R/ La capacidad instalada en potencia es de 0.85 MW, de ésta 0.70 MW se tienen comprometidos con EEO mediante contrato de abastecimiento.

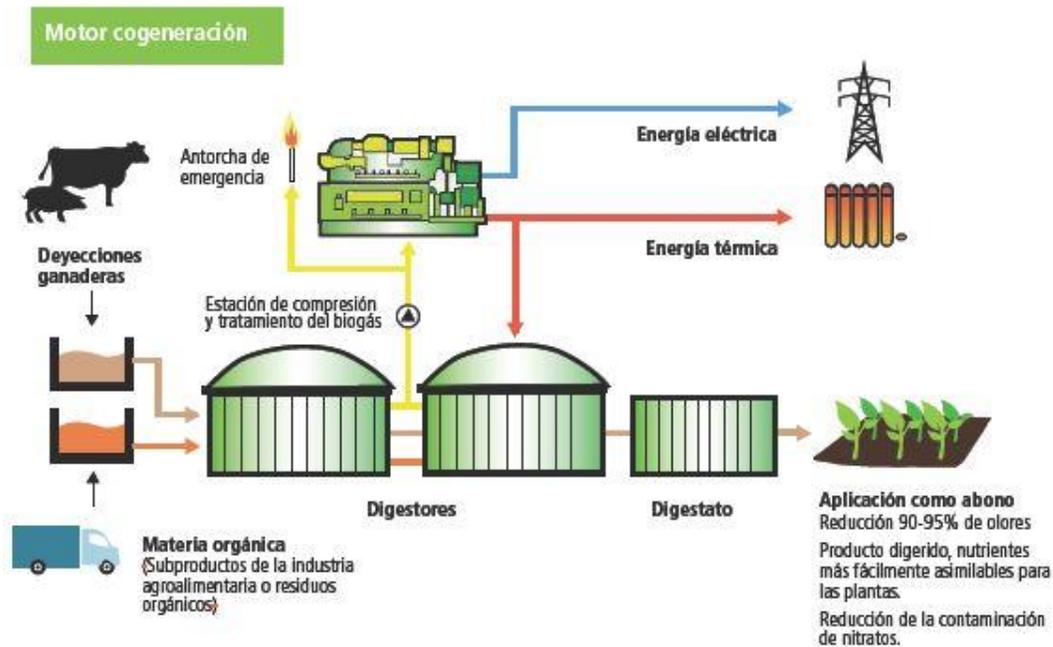
Al momento de la visita la planta se encontraba en la fase de puesta en marcha ya que es un proyecto nuevo, sin embargo, ésta podría producir 5,956 MWh/año de electricidad.

4. ¿Cuál es el proceso de generación de energía con tecnología biogás?

De manera general, el proceso se representa en la Figura 22, este inicia con el abastecimiento de los digestores con la materia orgánica, dentro de los digestores se produce el biogás, este se encuentra principalmente conformado por gas metano y dióxido de carbono. A partir del biogás se pueden generar dos tipos de energía de manera simultánea, por esto se dice que existe cogeneración por producir energía eléctrica y térmica o calor. Asimismo, de los residuos de las materias orgánicas se obtiene un fertilizante denominado digestato.

Como una medida de seguridad para la planta, cuentan con una antorcha, esta funciona para controlar los niveles de presión en los digestores mediante la quema del biogás.

Figura 22. Proceso de generación de electricidad con tecnología biogás



Nota. Tomado de esquema simplificado de una planta de cogeneración, por Redagícola, 2017, (<https://www.redagricola.com/cl/lo-basico-entender-biogas/>)

5. ¿Qué tipo de información remiten a otros participantes del mercado?

R/ La distribuidora Empresa Eléctrica de Oriente (EEO) recibe las mediciones de energía eléctrica que inyectan a su red.

6. ¿Cuentan con sistema SCADA? Si la respuesta es Sí, ¿Cómo funciona?

R/ Sí, poseen un Sistema SCADA el cual permite la automatización y control de la planta incluso a distancia mediante una aplicación instalada en el móvil.

Los componentes básicos que integran un sistema se observan en el diagrama de la Figura 29, estos se describen a continuación:

- **HMI:** Es la interfaz que conecta al hombre con la maquina presentando los datos del proceso ante el operario mediante un sistema de monitoreo. Además, controla la acción a desarrollar a través de una pantalla, en la actualidad táctil.
- **Sistema de supervisión o MTU (Ordenador/Computadora):** Tiene la función de recopilar los datos del proceso y enviar las instrucciones mediante una línea de comandos.
- **Unidades Terminales Remotas (RTU):** Son microprocesadores (Ordenadores Remotos) que obtienen señales independientes de una acción para enviar la información obtenida remotamente para que se procese. Se conectan a sensores

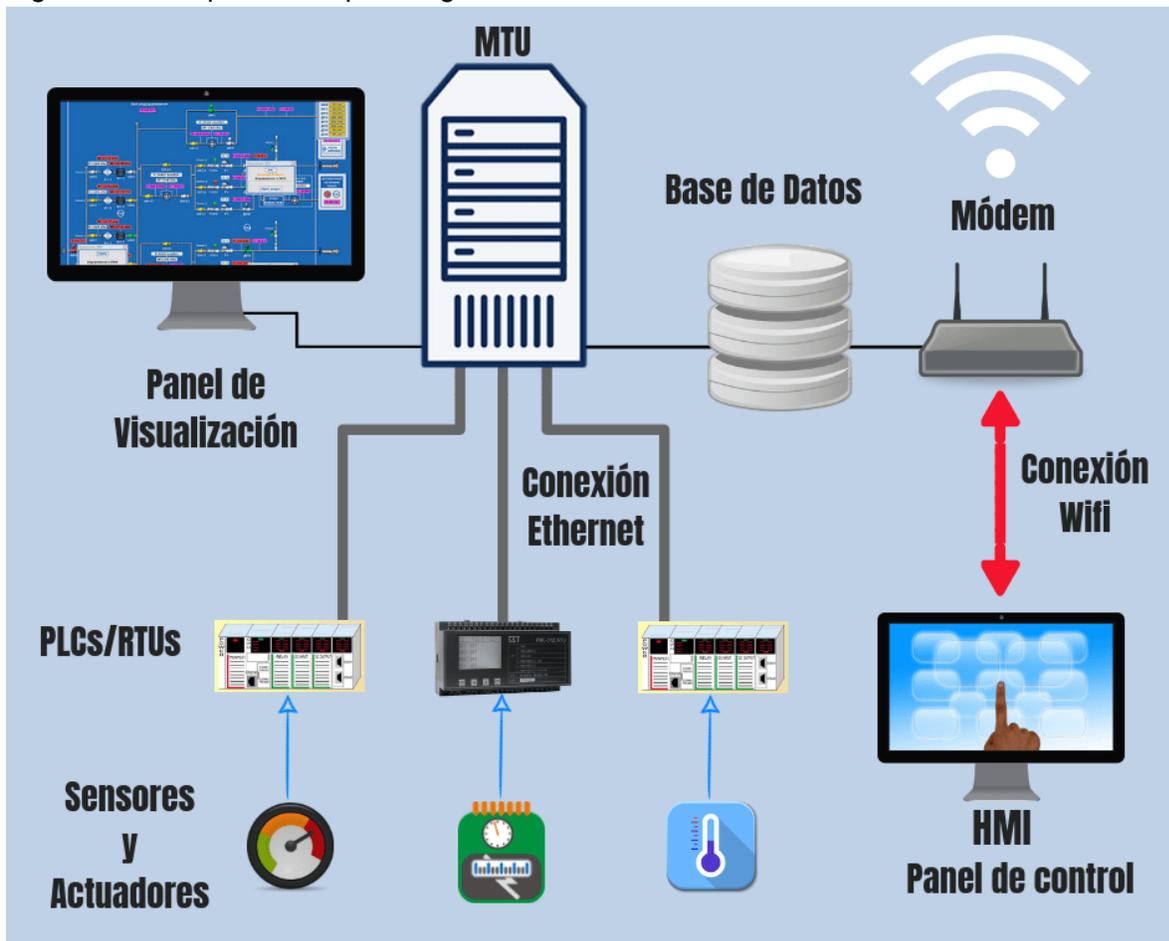
que convierten las señales recibidas en datos digitales que lo envían al ordenador o sistema de supervisión (MTU)

- **PLC:** Denominados comúnmente **autómatas programables**, estos son utilizados en el sistema como dispositivos de campo debido a que son más económicos, versátiles, flexibles y configurables que las RTU comentadas anteriormente.
- **Red o sistema de comunicación:** Se encarga de establecer la conectividad del ordenador (MTU) a las RTU y los PLC. Para ello utiliza conexiones vía modem, Ethernet, Wifi o fibra óptica.
- **Sensores:** Son dispositivos que actúan como detectores de magnitudes físicas o químicas, denominadas variables de instrumentación, y las convierten en variables o señales eléctricas.
- **Actuador:** Es un dispositivo mecánico que se utiliza para actuar u ofrecer movimiento sobre otro dispositivo mecánico.

La arquitectura básica de un sistema SCADA está compuesta por controladores lógicos programables (PLC) o unidades terminales remotas (RTU). Los PLC y las RTU son microprocesadores que se comunican con una serie de instrumentos, tales como maquinaria de fabricación, HMI, sensores y dispositivos finales.

Con posterioridad, dirigen la información de esos objetos a computadoras con software SCADA. Este mismo procesa, distribuye y muestra los datos, ayudando a los operarios y a los técnicos de mantenimiento a analizar los datos y a tomar decisiones importantes.

Figura 23. Componentes que integran un sistema SCADA



Nota. Tomado de *cómo funciona un sistema SCADA (diagrama básico)*, por Centro de Formación Técnico para la Industria, (<https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/>)

Posterior a haber enlistado y descrito los componentes de un SCADA en general, en la Tabla 19 se detalla la información que se obtuvo durante la visita a Agrocampestre.

Tabla 19. Funcionamiento de SCADA en Agrocampestre

SCADA DE PLANTA BIOGAS AGROCAMPESTRE
<p>Por medio de este sistema se tiene todo el control de la operatividad de la planta: porcentajes de almacenamiento del gas, presión del gas, alimentaciones de materia prima (alimentación de guano, estiércol de vaca) y separador.</p> <p>Durante la visita estaban realizando la alimentación del digestor 2 desde el tanque B400 que contiene estiércol de vaca. Una vez que se activa la alimentación comienzan a operar los mezcladores internos de digestor.</p> <p>En la Fotografía 1 se representan todos los elementos que integran la operatividad de la planta: elementos de tolva, digestores, tanques, sistemas de bombeo, antorcha, caldera, entre otros.</p>

SCADA DE PLANTA BIOGAS AGROCAMPESTRE

Para alimentar con pollinaza aprovechan el mismo lodo del digestor con la cual realizan una mezcla, ya que por el tipo de pollinaza (solida) no puede ser bombeada por si sola.

Fotografía 1. Diagrama de la Planta Agrocampestre.



Tienen un control completo de lo que están generando:

- El sistema cuenta con porcentajes para controlar la cantidad de gas de acuerdo con cierta potencia.
- La generación pueden dejarla automatizada
- Para la alimentación del digestor tienen recetas diarias.
- Pueden ver cuanto quema la antorcha, con la cual evitan que tengan sobrepresiones en el domo del digestor.
- Sistema del cloruro férrico el cual es necesario mantenerlo para evitar la acidificación.
- Intervalos de agitación para el digestor, durante 22 minutos en intervalos de 1 hora. El sistema de agitación permanece 24/7 pero se realiza de manera secuencial en los cinco tanques.
- Pueden ver gráficos de temperatura, como se representa en la **Fotografía 2**.
- Nivel de llenado del tanque.

Fotografía 2. Visualización de gráficos

SCADA DE PLANTA BIOGAS AGROCAMPESTRE

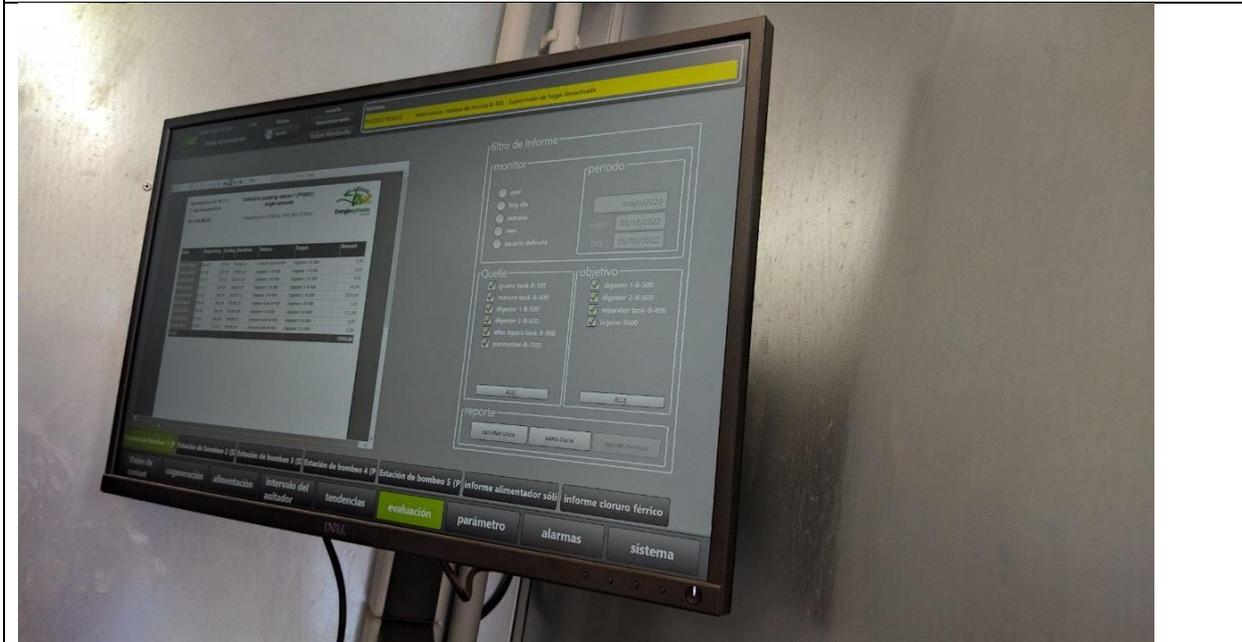


En la **Fotografía 3** se observa un informe del equipo de lo que se bombea, durante la visita comentaban que deben tener un control de eso, porque al final que alimentan el digestor se tiene que esperar un lapso de 15 o 20 días para obtener el resultado de esa alimentación, si se tiene alguna baja en la generación pueden verificar en el control del bombeo que fue lo que lo ocasionó.

Los equipos se encuentran parametrizados y pueden realizar todos los ajustes necesarios. Poseen alarmas para los equipos

Fotografía 3. Generación de informes

SCADA DE PLANTA BIOGAS AGROCAMPESTRE



Nota. Elaboración propia

7. ¿Cuáles son los parámetros de control de la planta?

- Cantidad de abastecimiento de materia orgánica al digestor
- Niveles de llenado de los tanques (5 tanques)
- Presión del gas en el digestor
- Temperatura en el digestor
- Intervalos de agitación de materia orgánica en el digestor
- Generación de electricidad
- Generación de calor o energía térmica

8. ¿La producción de energía se ha visto interrumpida en algún momento desde el inicio de sus operaciones? Si la respuesta es sí, ¿Cuáles han sido las causas?

R/ Sí, tuvieron un problema de atascos en las tuberías y tocó excavar en varios puntos para identificar en donde se encontraba y así solucionarlo. Removieron codos y llevaron sondas para destaparlos.

El problema sucedió porque en la configuración de la programación no se estableció una limpieza, y como ellos no alimentan continuamente el digestor quedan residuos del guano. Debido al problema, la empresa alemana que se contrató para la construcción de la planta identificó que la solución sería que después de una alimentación se debe introducir lodo (no tan líquido) cada día o dos días.

Figura 24. Punto de excavación donde se encontraba el atasque



9. ¿Cuáles contratos tienen suscritos con otros participantes del mercado minorista de electricidad?

- *Contrato de abastecimiento de energía con EEO*
- *Contrato de interconexión a la red de distribución de EEO*

10. ¿La planta cuenta con sistemas de almacenamiento de energía?

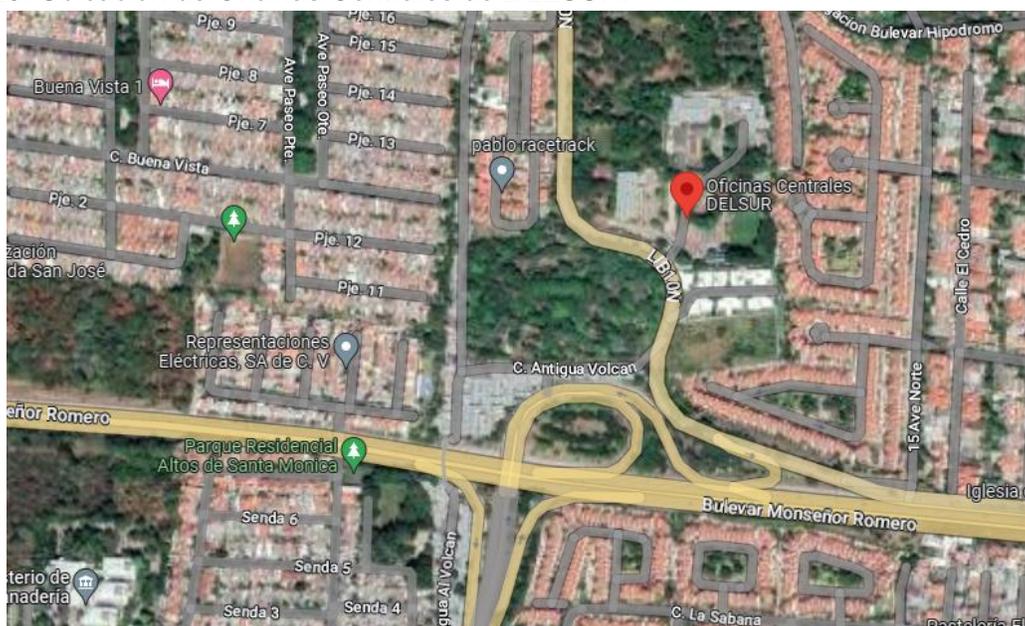
R/ NO.

VISITA 2. EMPRESA DISTRIBUIDORA DELSUR

La Distribuidora de Electricidad DELSUR es una empresa salvadoreña dedicada a la transformación, distribución y comercialización de energía eléctrica. En la Figura 25 se representa la ubicación de sus oficinas centrales, la dirección es Final 17 Av. norte y calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.

Desde el año 2011, DELSUR es parte del Grupo EPM, con sede en Medellín, Colombia, reforzando con ello su visión de construir y fomentar territorios sostenibles con la prestación de los servicios. Actualmente, la empresa brinda el suministro de electricidad en la zona centro – sur del país, en los departamentos de La Libertad, San Salvador, La Paz, San Vicente y Cuscatlán.

Figura 25. Ubicación de Oficinas Centrales de DELSUR.



Nota. Tomado de Oficinas Central DELSUR, Google, 2022 (<https://www.google.com/maps/>)

Tabla 20. Ficha técnica para visita a empresa distribuidora

Elemento	Descripción
Técnica	Observación y entrevista
Objetivo	Conocer el impacto que ocasiona la generación distribuida en el sector eléctrico según la perspectiva de la distribuidora DELSUR y las apuestas sobre la adopción de nuevas tecnologías en El Salvador.
Nombre de la empresa	Empresa Distribuidora DELSUR, S.A. de C.V.
Entrevistado	Ing. Héctor Tovar
Puesto de trabajo	Jefe Departamento de Operaciones
Entrevistadoras	Ivania Margarita Martínez Tobar Liseth Madelin Pérez Moreno
Fecha	07 de junio de 2022
Hora inicio	9:00 am
Hora fin	11:40 am
Duración	2:40 horas
Modalidad de entrevista	Presencial
Instrumento	Cuestionario abierto
Cantidad de preguntas	7
Elaboración del instrumento o cuestionario	Ivania Margarita Martínez Tobar Liseth Madelin Pérez Moreno
Transcripción del cuestionario	Ivania Margarita Martínez Tobar

Nota. Elaboración propia.

Instrumento No. 2



Universidad de El Salvador
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería Industrial



Proyecto: Diseño de una empresa para administrar y operar el sistema de distribución de energía eléctrica en El Salvador

CUESTIONARIO PARA VISITA TÉCNICA A EMPRESA DISTRIBUIDORA DELSUR

Objetivo: Conocer el impacto que ocasiona la generación distribuida en el sector eléctrico según la perspectiva de la distribuidora DELSUR y las apuestas sobre la adopción de nuevas tecnologías en El Salvador.

Nombre del entrevistado: _____

Cargo del entrevistado: _____

Fecha: _____

Preguntas:

SECCIÓN 1. GENERACIÓN DISTRIBUIDA

1. ¿Cuáles son las repercusiones que ocasiona la generación distribuida en el sector eléctrico?
2. ¿Cuál es el proceso para la interconexión de los generadores distribuidos con la empresa distribuidora?
3. ¿Cuáles serían los beneficios de implementarse un DSO?

SECCIÓN 2. ELECTROMOVILIDAD

4. ¿Cuáles son los retos para la circulación de vehículos eléctricos en el país?
5. ¿Cuál ha sido la inversión que han realizado como empresa para el uso de vehículos eléctricos?
6. ¿Un salvadoreño con ingresos promedio podría utilizar esta tecnología en el corto plazo?

SECCIÓN 3. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

7. ¿Tienen conocimiento de actores del sector eléctrico que cuenten con sistemas de almacenamiento?

Información recolectada de campo y secundaria

SECCIÓN 1. GENERACIÓN DISTRIBUIDA

1. ¿Cuáles son las repercusiones que ocasiona la generación distribuida en el sector eléctrico?

R/ El vertimiento de generación base y los flujos inversos.

Vertimiento de generación base:

Retomando el concepto de vertimiento de generación base ubicado en el apartado 1.3 de este documento, se debe aclarar que la generación base como tal, se encuentra conformada por las siguientes tecnologías: eólica, fotovoltaica, geotérmica y biomasa (ingenios azucareros).

A la fecha, el fenómeno de vertimiento de generación base no considera a los generadores distribuidos conectados a través del sistema de distribución. Esto conlleva a que todo generador clasificado como generación base (únicamente perteneciente al Mercado Mayorista), se encuentra sujeto a acatar las disposiciones de la UT con respecto al proceso de vertimiento con el fin de mantener el balance carga-generación y la seguridad del servicio. Las inyecciones realizadas por los generadores distribuidos pueden contribuir al aumento en las cantidades del vertimiento de generación base.

Flujos inversos:

El fenómeno de flujos inversos consiste en el retorno de electricidad hacia diferentes puntos de entrega.

Los puntos de entrega son las subestaciones de transmisión de electricidad. Según ETESAL, se cuenta con 26 subestaciones.⁶

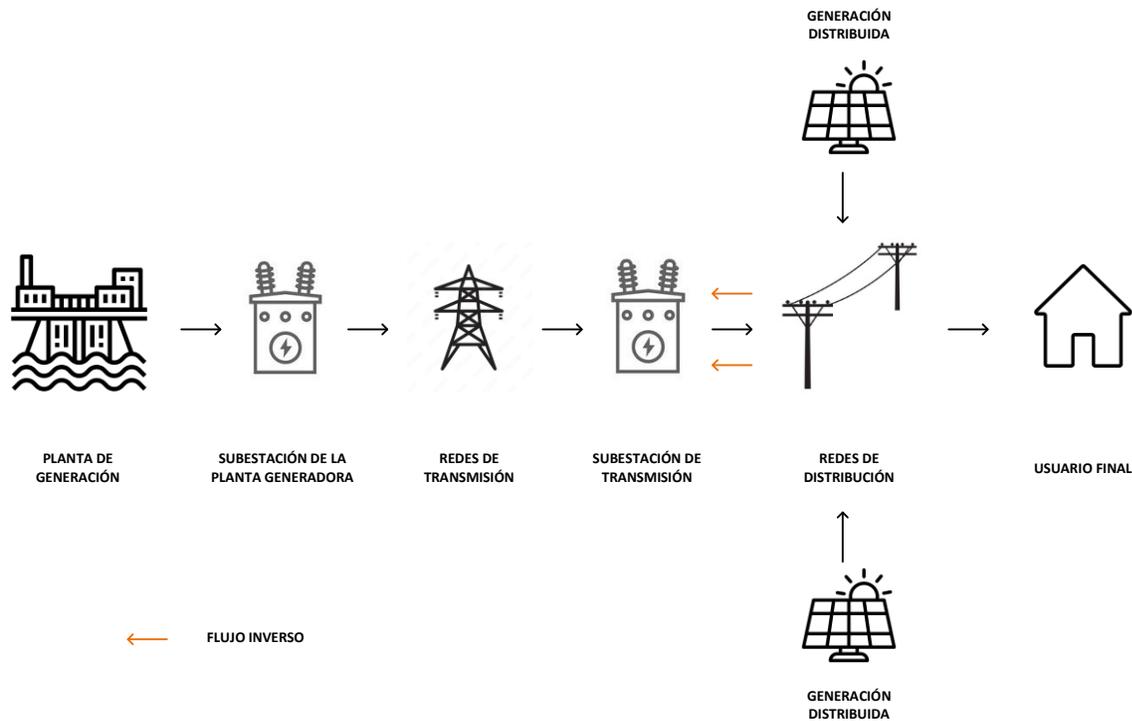
Para identificar de mejor manera dicho fenómeno se realiza la representación conformada por los siguientes elementos:

- Planta de generación a través de la cual se aprovechan los recursos naturales,*
- Subestación de la planta generadora a través de la cual se elevan los niveles de electricidad a 110Kv y 220Kv,*
- Redes de transmisión dónde se realiza el transporte de electricidad,*
- Subestación de transmisión (transformadores) o punto de entrega donde las distribuidoras toman la electricidad,*
- Redes de distribución a través de las cuales se lleva la electricidad hacia los usuarios finales,*

⁶ Dato consultado en la página oficial de ETESAL.

- *Generación distribuida quienes pueden conectarse en cualquier punto de las redes de distribución,*
- *Flujo inverso representado con flecha en dirección opuesta y con color naranja.*

Figura 26. Identificación del fenómeno de flujo inverso.



Nota. Elaboración propia.

Los flujos inversos se dan cuando la oferta supera la demanda. La electricidad se ve forzada a retornar a los puntos de entrega del transmisor donde los transformadores de éste, retornan la electricidad a otros puntos de entrega del mismo e incluso a usuarios finales.

Este fenómeno provoca el vertimiento de generación base.

2. ¿Cuál es el proceso para la interconexión de los generadores distribuidos con la empresa distribuidora?

R/ En la Tabla 21, se describe a grandes rasgos los procesos llevados a cabo para la interconexión con DELSUR, cabe mencionar que estos procesos se encuentran normados.

Tabla 21. Condiciones generales para la interconexión con generadores

UPR	APR	GDR	GDT
Se recibe la factibilidad, se realiza el estudio de interconexión y se concluye con la puesta en servicio.	Se reserva un bloque de energía y se adjudica por medio de convocatorias abiertas. La SIGET se encarga del análisis para su aprobación.	Proceso licitatorio a través de convocatoria pública. Se suministra la totalidad de la potencia.	Proceso licitatorio a través de convocatoria pública. Se suministra la totalidad de la potencia.

Nota. Elaboración propia.

Al momento de la entrevista se comentó que en DELSUR inicialmente se recibían pocas solicitudes ya que existía poco conocimiento del tema y de los beneficios de invertir en la generación renovable, actualmente se reciben alrededor de 80 factibilidades de UPR por mes.

3. ¿Cuáles serían los beneficios de implementarse un DSO?

- Centralización de la operación del sistema de distribución.
- Implementación de protocolos por parte de los generadores distribuidos ante eventos de interrupciones o fallas en el sistema eléctrico nacional.
- Flujos de información entre operadores en tiempo real (si aplica).
- Supervisión de los generadores distribuidos.
- Punto de equilibrio entre la oferta y demanda por la minimización de los excedentes de energía eléctrica en mercado minorista.
- Crecimiento planificado de los generadores distribuidos.
- Restablecimiento del servicio ante la respuesta temprana de fallas o interrupciones.
- Servicio de electricidad a usuarios finales dentro de los rangos de calidad establecidos en la normativa.
- Implementación y uso de nuevas tecnologías (electromovilidad), implicaría el aseguramiento de que la oferta suple la demanda de electricidad de las electrolineras.
- Equilibrio de oferta y demanda en mercado minorista.

SECCIÓN 2. ELECTROMOVILIDAD

4. ¿Cuáles son los retos para la circulación de vehículos eléctricos en el país?

R/ Se pueden mencionar los siguientes:

- *Leyes y normas que favorezcan la adquisición y el tránsito de los vehículos eléctricos,*
- *Cantidad suficiente y ubicación estratégica de estaciones de carga (electrolineras) según el parque vehicular actual y las proyecciones de crecimiento que se tengan.*
- *Organización en la estructura del sector eléctrico de manera que se asegure el suministro de electricidad para las electrolineras.*

5. ¿Cuál ha sido la inversión que han realizado como empresa para el uso de vehículos eléctricos?

R/ El vehículo eléctrico adquirido por DELSUR costó alrededor de 50 mil dólares, pero no se puede estimar que el costo total fue ese ya que existen otros costos adicionales asociados como la instalación, el mantenimiento y funcionamiento de las electrolineras.

6. ¿Un salvadoreño con ingresos promedio podría utilizar esta tecnología en el corto plazo?

Nota. Asumiendo que en un hogar únicamente una persona es la que obtiene ingresos, según DYGESTIC (Actualmente Oficina Nacional de Estadísticas y Censos, ONEC) proporcionó los resultados de una encuesta en 2021, donde se establece que en un hogar se obtienen ingresos promedio de \$602.72 por mes.

R/ No se cuenta con estudios previos acerca de la adquisición de vehículos eléctricos, pero a través del conocimiento general se sabe que estos vehículos son de costos elevados y por ende no toda la población tendría acceso a ellos, aunque existan normativas de implementación de incentivos fiscales.

SECCIÓN 3. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

7. ¿Tienen conocimiento de actores del sector eléctrico que cuenten con sistemas de almacenamiento?

R/ No se tiene registro de que los generadores conectados con DELSUR cuenten con sistemas de almacenamiento. Sin embargo, se conoce el caso de la empresa Neoen, quienes tienen la planta de Capella Solar (mercado mayorista), la cual no se encuentra conectada con las redes de distribución de DELSUR.

3.1.7. Asistencia a charla

Charla técnica sobre electromovilidad

En la Figura 27 se presenta una fotografía tomada de los asistentes a la charla técnica impartida por Mgtr. Cristina Morataya de Alvarenga, en las instalaciones de la Asociación Salvadoreña de Ingenieros Mecánicos, Electricistas e Industriales (ASIMEI), quienes se encuentran apoyando el fomento del conocimiento en temas de movilidad sostenible.

Figura 27. Charla técnica “En camino hacia la electromovilidad”.



Tabla 22. Ficha técnica para asistencia a charla sobre electromovilidad

Elemento	Descripción
Técnica	Observación Directa
Objetivo	Conocer la situación actual de la electromovilidad en El Salvador y los avances que el país tiene con respecto a otros países de Latinoamérica para la identificación del rol que desempeñaría el DSO en la adopción de tecnologías que garanticen la movilidad sostenible.
Nombre de organización	Asociación Salvadoreña de Ingenieros Mecánicos, Electricistas e Industriales (ASIMEI)
Ponente	Mgtr. Cristina Morataya de Alvarenga
Puesto de trabajo	Gerente de Comercialización y Gestión de negocios en Vekpower, S.A. de C.V.
Asistentes a charla	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Fecha	27 de agosto de 2022
Hora inicio	9:00 am
Hora fin	11:00 am
Duración	2:00 horas
Modalidad de entrevista	Presencial
Instrumento	Cuestionario abierto
Cantidad de preguntas	8
Elaboración del instrumento o cuestionario	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Transcripción del cuestionario	Ivania Margarita Martínez Tobar

Nota. Elaboración propia.

Instrumento No.3



Universidad de El Salvador
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería Industrial



Proyecto: Diseño de una empresa para administrar y operar el sistema de distribución de energía eléctrica en El Salvador

CUESTIONARIO PARA CHARLA TÉCNICA SOBRE ELECTROMOVILIDAD

Objetivo: Conocer la situación actual de la electromovilidad en El Salvador y los avances que el país tiene con respecto a otros países de Latinoamérica para la identificación del rol que desempeñaría el DSO en la adopción de tecnologías que garanticen la movilidad sostenible.

Nombre del expositor: _____

Profesión del expositor: _____

Fecha: _____

Preguntas:

SECCIÓN 1. GENERALIDADES

1. ¿Qué beneficios aporta el uso de medios de transporte impulsados por electricidad?
2. ¿Cuáles son las principales diferencias en el uso de un medio de transporte por combustión y electricidad?

SECCIÓN 2. SITUACIÓN ACTUAL EN LATINOAMÉRICA

3. ¿Qué avances tienen los países de Latinoamérica con respecto a la electromovilidad?
4. ¿Para la adopción de la electromovilidad en los países de Latinoamérica se han presentado barreras u obstáculos?

SECCIÓN 3. SITUACIÓN ACTUAL EN EL SALVADOR

5. ¿En El Salvador se han establecido leyes o normativas relacionadas con la electromovilidad?
6. ¿Cuáles objetivos de desarrollo sostenible (ODS) están relacionados con la electromovilidad?
7. ¿Cuántas electrolíneas se encuentran instaladas en el territorio nacional?
8. ¿Qué empresas han comenzado a utilizar y fomentar la electromovilidad?

Información primaria y secundaria recolectada

SECCIÓN 1. GENERALIDADES

1. ¿Qué beneficios aporta el uso de medios de transporte impulsados por electricidad?

R/ Se consideran los siguientes beneficios ambientales:

- Cero emisiones, a nivel de empresa se reduce la huella de carbono.
- Cero contaminaciones auditivas, ya que no se generan ruidos de motor.
- Cero partículas, va de la mano con la mejora en la calidad del aire.
- Mejor calidad de aire,
- Mejora los PMUS⁷, son planes que deben ir de la mano con la electromovilidad.

2. ¿Cuáles son las principales diferencias en el uso de un medio de transporte por combustión y electricidad?

R/ En la Tabla 23, se muestran las principales diferencias entre el uso de medios de transporte por combustión y electricidad.

Tabla 23. Diferencias entre medios de transporte por combustión y eléctricos

Combustión	Eléctrico
0.32 kg CO ₂ /km	0 kg CO ₂ /km
Alto costo de la gasolina.	Comparado con la gasolina, el costo de la electricidad es bajo aún más si se cuenta con una matriz energética diversificada.
Necesita recargarse en una gasolinera.	Puede recargarse en una electrolinera, trabajo o casa.

Nota. Elaboración propia.

SECCIÓN 2. SITUACIÓN ACTUAL EN LATINOAMÉRICA

3. ¿Qué avances tienen los países de Latinoamérica con respecto a la electromovilidad?

R/ Actualmente hay varios países latinoamericanos que le han apostado a la adopción de esta nueva tecnología, a continuación, se mencionan algunos hechos que están marcando la diferencia:

- En el año 2012, en Argentina nace la Asociación Argentina de Vehículos Eléctricos y Alternativos (AAVEA).

⁷ PMUS: Planes de Movilidad Urbana Sostenible.

- *México sobrepasa las 900 estaciones de carga de vehículos eléctricos y destaca su estrategia de electromovilidad.*
- *Chile se convierte en modelo de negocios y operación respecto a las flotas de vehículos eléctricos.*
- *Quantum, empresa líder en Latinoamérica en la fabricación y venta de vehículos eléctricos comienza operaciones en El Salvador.*
- *En Guatemala, desde el año 2020, se lanzó un proyecto apoyado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en el que se pretende dar atención a un plan de movilidad sostenible, en el que los vehículos eléctricos son claves para el crecimiento y desarrollo.*

Entre otros hechos que marcan el inicio o fortalecimiento de la electromovilidad.

4. ¿Para la adopción de la electromovilidad en los países de Latinoamérica se han presentado barreras u obstáculos?

R/ Sí, se han presentado barreras con respecto a los siguientes temas:

- *Falta de incentivos y políticas que apoyen la electromovilidad.*
- *Falta de una infraestructura de recarga adecuada.*
- *Falta de información respecto al tema de electromovilidad.*
- *Poca industria en la región.*

SECCIÓN 3. SITUACIÓN ACTUAL EN EL SALVADOR

5. ¿En El Salvador se han establecido leyes o normativas relacionadas con la electromovilidad?

R/ Sí, las leyes y normativas que actualmente se han dado a conocer son las siguientes:

- *Ley de Fomento e Incentivos para la Importación y Uso de Medios de Transporte Eléctricos e Híbridos.*
- *Contribuciones Nacionalmente Determinadas de El Salvador (NDC por sus siglas en inglés), las cuales comprenden compromisos vinculados al Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC)⁸ orientados a la gestión sostenible y adaptada al cambio climático de sectores y territorios altamente vulnerables en los que se han registrado las más importantes pérdidas asociadas a eventos climáticos extremos.*

6. ¿Cuáles objetivos de desarrollo sostenible (ODS) están relacionados con la electromovilidad?

R/ En El Salvador, algunos expertos en el tema de electromovilidad consideran que los ODS aplicables son:

⁸ PNCC: tiene como objetivo central construir una sociedad y economía resiliente al cambio climático y baja en carbono.

- *ODS 3: Salud y bienestar, en el que se hace énfasis en la prevención de accidentes de tránsito.*
- *ODS 11: Ciudad y comunidades sostenibles, tomando como punto clave, la ciudad y toda su planificación, esto incluye el sector transporte y todo tipo de movilidad.*
- *ODS 7: Energía asequible y no contaminante, tomando en cuenta la planificación adecuada de las infraestructuras de transporte, alumbrado público, vehículos eléctricos, entre otros.*
- *ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, en este aspecto, es clave garantizar las vías de comunicación, accesibilidad, incluye el garantizar el tema de transporte de una forma segura, factible, económica, sostenible.*

7. ¿Cuántas electrolineras se encuentran instaladas en el territorio nacional?

R/ Abiertas al público se tienen 1 por parte de DELSUR, 2 por parte del Banco de América Central (éstas últimas se han dado a conocer en el mes de octubre de 2022), 1 por Texaco La Skina, 2 por Blink Charging Station, 4 de por parte de AES y 8 exclusivamente para la flota de AES.

8. ¿Qué empresas han comenzado a utilizar y fomentar la electromovilidad?

R/ Distribuidora DELSUR, Grupo AES, Banco de América Central (BAC).

3.1.8. Perfil de consumidores

Tabla 24. Perfil de consumidores de los servicios que proporcionará el DSO

Cliente Ítem	Generadores distribuidos	Distribuidoras y/o comercializadoras	OS&AM	Analistas
Descripción del tipo de cliente	Empresas o usuarios finales que cuentan con centrales de generación de energía eléctrica y que aprovechan los diferentes tipos de recursos disponibles.	Empresas que poseen redes de distribución para transportar en niveles de baja y media tensión la energía eléctrica. Asimismo, las empresas distribuidoras pueden actuar como comercializadoras y realizan acciones de compra y venta de electricidad.	Empresa que realiza las funciones de Operar el Sistema de Transmisión y Administrar el Mercado Mayorista de electricidad.	Empresas, instituciones y ciudadanos en general que analizan la situación del sector eléctrico (mercado minorista y mayorista) para fines académicos o lucrativos.
Mercado	Minorista	Minorista	Mayorista	N/A
Tipo de personería	Jurídica o Natural	Jurídica	Jurídica	Jurídica o Natural
Necesidades	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la operatividad del sistema de distribución y el mercado minorista en general. - Se coordinen los actores de mercado minorista para efectuar los mantenimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la operatividad del sistema de distribución y el mercado minorista en general. - Se coordinen los actores de mercado minorista para efectuar los mantenimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la operatividad del sistema de distribución y el mercado minorista en general. - Monitoreo o supervisión de las plantas generadoras. - Se realice la prevención de 	<ul style="list-style-type: none"> - Recolección de datos y divulgación de información estadística sobre el comportamiento del mercado minorista y mayorista.

Cliente Ítem	Generadores distribuidos	Distribuidoras y/o comercializadoras	OS&AM	Analistas
	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo o supervisión de las plantas generadoras. - Recolección de datos y divulgación de información estadística sobre el comportamiento del mercado minorista. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se realice la prevención de fallas y de suceder se determine su causal y los responsables. 	<ul style="list-style-type: none"> fallas y de suceder se determine su causal y los responsables. - Se recolecten y analicen datos para la estimación de la oferta y demanda del mercado minorista. - Análisis de la calidad y seguridad del sistema de distribución. - Recolección de datos y divulgación de información estadística sobre el comportamiento del mercado minorista. 	
Preferencia en servicios	1, 2, 3, 7	1, 2, 4, 7	1, 3, 4, 5, 6, 7	7
Canales	Radiocomunicación (si aplica) Correo electrónico Sitio web	Radiocomunicación Correo electrónico Sitio web	Radiocomunicación Correo electrónico Sitio web	Sitio web

Nota. Elaboración propia.

3.1.9. Proyecciones

Debido a que la operación y funcionamiento del DSO será regulado mediante normativa del sector eléctrico, eso significa que los ingresos que este genere en base a los servicios que ofrezca se obtendrán con base a la metodología que se diseñe para el cobro que se efectúe, así como los cargos de comercialización, distribución y transmisión que se facturan actualmente a los usuarios finales. Por lo tanto, en este apartado no se plantean proyecciones de demanda y ventas para el DSO, sino que se proyecta la demanda de energía eléctrica para el mercado minorista, que será el mercado de actuación de esta empresa, asimismo se proyectan las ventas de energía eléctrica de los generadores distribuidos a las empresas distribuidoras, la demanda y ventas se representan mediante la generación de potencia por unidad de tiempo (MWh).

Demanda

Los datos históricos utilizados para determinar la tendencia de la demanda de electricidad en mercado minorista son los que se encuentran en la Tabla 16 del apartado 3.1.3 *antecedentes del mercado consumidor*, se excluyó la demanda correspondiente al año 2020 debido a que presentó un comportamiento atípico debido a las medidas transitorias aprobadas por la pandemia por COVID-19.

La línea de tendencia que más se asemeja a los datos históricos de demanda es el de una ecuación lineal (obtenida en Microsoft Excel), según esa tendencia la Ecuación 1 es la que proyecta la demanda a partir del año 2022 hasta el 2028 de la Tabla 25.

Ecuación 1. Demanda proyectada (MWh)

$Demanda\ proyectada = 110,903x + 5,000,000$
--

Tabla 25. Proyecciones de la demanda en mercado minorista

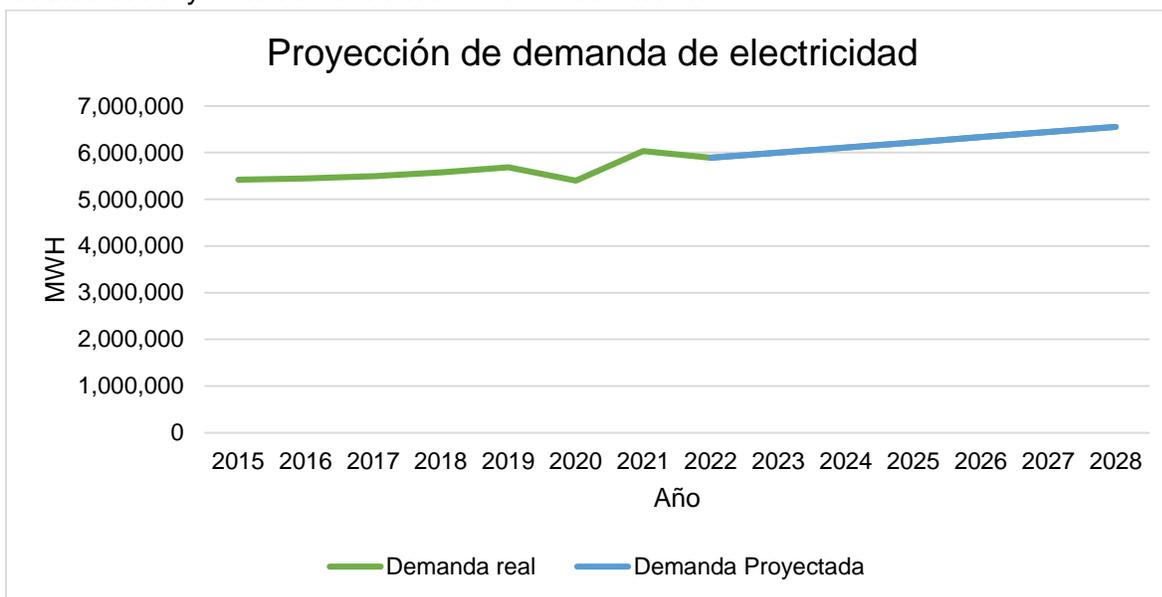
x*	Año	Demanda real (MWh)	Demanda Proyectada (MWh)
1	2015	5,420,643	
2	2016	5,446,327	
3	2017	5,491,953	
4	2018	5,579,686	
5	2019	5,689,170	
6	2020	5,402,066	
7	2021	6,033,708	
8	2022		5,887,224.00
9	2023		5,998,127.00
10	2024		6,109,030.00
11	2025		6,219,933.00
12	2026		6,330,836.00
13	2027		6,441,739.00

x^*	Año	Demanda real (MWh)	Demanda Proyectada (MWh)
14	2028		6,552,642.00

Nota. Elaboración propia. *El valor de x correspondiente a cada año se sustituye en la ecuación 1 para obtener el valor de la demanda proyectada en MWh.

El comportamiento es ascendente para las proyecciones de demanda de energía eléctrica en mercado minorista, esto según el Gráfico 6.

Gráfico 6. Proyección de demanda en mercado minorista



Nota. Elaboración propia.

Ventas de electricidad

Los datos históricos utilizados para determinar la tendencia de las ventas de electricidad de los generadores distribuidos son los que se encuentran en la Tabla 15 del apartado 3.1.3 *antecedentes del mercado consumidor*.

La línea de tendencia que más se asemeja a los datos históricos de las ventas totales es la función lineal (obtenida en Microsoft Excel), según esa tendencia la Ecuación. 2 es la que proyecta las ventas para los generadores distribuidos a partir del año 2022 hasta el 2028 de la Tabla 26.

Ecuación 2. Ventas proyectadas (MWh)

$$\text{Ventas proyectadas} = 96,738x - 75,130$$

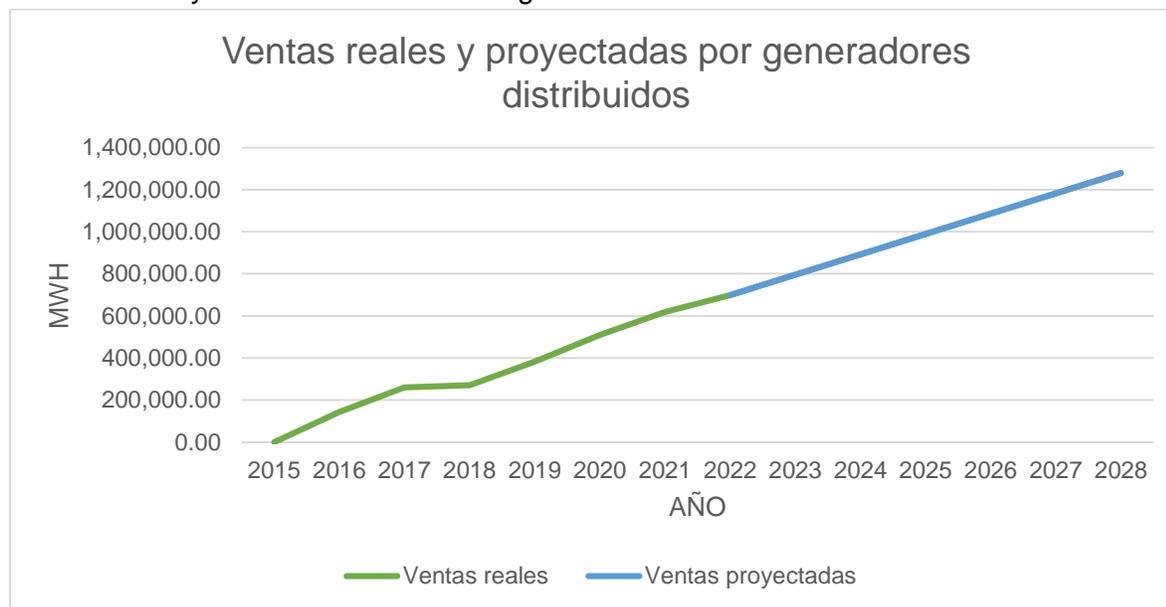
Tabla 26. Proyección de ventas de electricidad por generadores distribuidos

X*	Año	Ventas reales (MWh)	Ventas proyectadas (MWh)
1	2015	121.75	
2	2016	143,054.84	
3	2017	259,563.00	
4	2018	270,294.00	
5	2019	382,441.00	
6	2020	509,605.00	
7	2021	617,687.00	
8	2022		698,774
9	2023		795,512
10	2024		892,250
11	2025		988,988
12	2026		1,085,726
13	2027		1,182,464
14	2028		1,279,202

Nota. Elaboración propia. *El valor de x correspondiente a cada año se sustituye en la ecuación 2 para obtener el valor de las ventas proyectadas en MWh.

El comportamiento es ascendente para las proyecciones de las ventas de energía eléctrica de los generadores distribuidos, esto según el Gráfico 7.

Gráfico 7. Proyección de ventas de los generadores distribuidos



Nota. Elaboración propia.

3.2. Mercado competidor

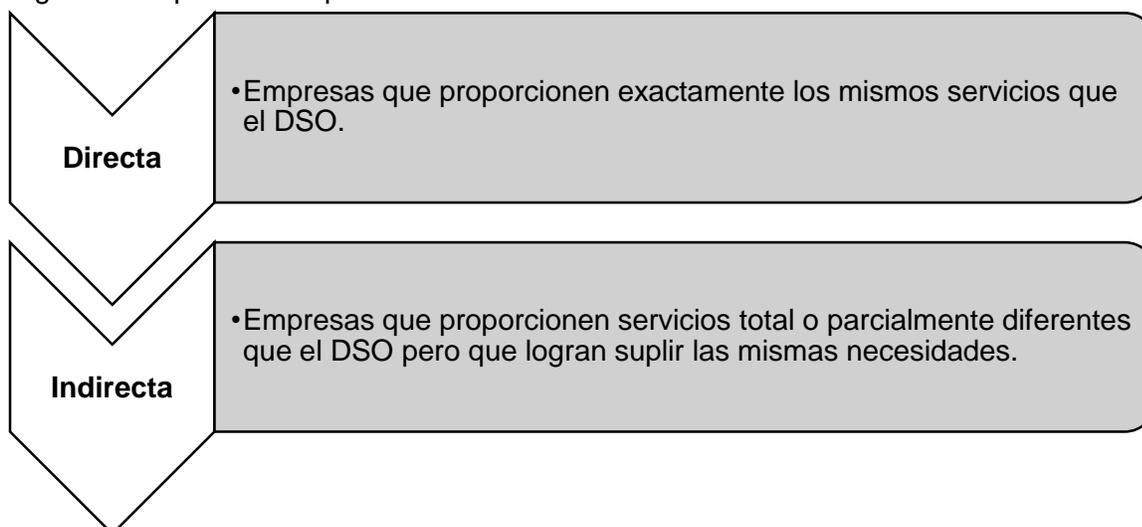
3.2.1. Objetivo de mercado

Definir los competidores del sector eléctrico a los que se enfrentaría el Operador del Sistema de Distribución para la identificación de estrategias que permitan su liderazgo en la calidad de los servicios que éste proporcionará.

3.2.2. Base teórica

La competencia se refiere a la existencia de una o más empresas que realizan la oferta y suministro de los servicios que proporcionará el Operador del Sistema de Distribución (DSO) en el mercado minorista del sector eléctrico, en éste también existen consumidores o demandantes de dichos servicios. Existen dos tipos de competencia aplicables al DSO de acuerdo con la Figura 28.

Figura 28. Tipos de competencia



Nota. Elaboración propia.

3.2.3. Antecedentes del mercado

En la estructura del sector eléctrico se contemplan dos mercados, el primero es mercado mayorista y el segundo es mercado minorista. La entidad que se analizará en el mercado competidor es el Operador del Sistema de Distribución (DSO), ésta sería una nueva entidad que formaría parte de los actores que integran el sector eléctrico actual.

De acuerdo con los servicios identificados de manera preliminar al inicio del estudio de mercado, esta entidad tendría su símil con la Unidad de Transacciones (UT) a nivel de mercado mayorista, ya que se pretende que el DSO opere el sistema de distribución y administre el mercado minorista, servicios que también brinda la UT pero su incidencia o alcance es el mercado mayorista por lo cual no se podría considerar como competencia.

Es de relevancia aclarar que en el sector eléctrico no existe otra entidad que haya sido creada con ese propósito.

3.2.4. Ficha técnica

Tabla 27. Ficha técnica para recolección de información de mercado competidor

Elemento	Descripción
Técnica	Investigación bibliográfica
Objetivo	Recolectar información sobre empresas del sector eléctrico que brinden servicios similares o iguales que el Operador del Sistema de Distribución (DSO) para la identificación de la competencia directa e indirecta que éste tendría.
Tipos de fuentes bibliográficas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sitios web ✓ Revistas
Sitios web consultados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Unidad de Transacciones: www.ut.com.sv ✓ Grupo AES: www.aes-elsalvador.com/es/ ✓ DELSUR: www.DELSUR.com.sv ✓ SIGET: www.siget.gob.sv
Ítems	Siete
Fecha inicio	01/11/2022
Fecha fin	04/11/2022
Duración	4 días
Elaboración de guía de temas a buscar	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Investigadoras	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Transcripción	Lisseth Madelin Pérez Moreno

Nota. Elaboración propia

3.2.5. Formato



Universidad de El Salvador
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería Industrial



Proyecto: Diseño de una empresa para administrar y operar el sistema de distribución de energía eléctrica en El Salvador

GUÍA PARA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE COMPETENCIA DEL OPERADOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Objetivo: Recolectar información sobre empresas del sector eléctrico que brinden servicios similares o iguales que el Operador del Sistema de Distribución (DSO) para la identificación de la competencia directa e indirecta que éste tendría.

Investigadoras:

1. _____

2. _____

Ítems a investigar:

1. Existencia de un Operador del Sistema de distribución y administrador del mercado minorista.
2. Encargado de coordinar los programas de mantenimiento de la generación distribuida y las redes de distribución.
3. Actor del sector eléctrico que se dedica a supervisar a los generadores distribuidos.
4. Empresas que realizan análisis de fallas en el sector eléctrico.
5. Actor del sector eléctrico realiza las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.
6. Empresas que llevan a cabo estudios eléctricos relacionados con la calidad del servicio de energía eléctrica y seguridad del sistema de distribución.
7. Entidad que ponga a disposición información estadística en tiempo real del mercado minorista.

3.2.6. Información secundaria recolectada

1. Existencia de un Operador del Sistema de distribución y administrador del mercado minorista.

R/ No existe ninguna empresa que realice esas funciones, únicamente se encuentra en el sector eléctrico un Operador del Sistema de Transmisión y Administrador del Mercado Mayorista que es la Unidad de Transacciones.

2. Encargado de coordinar los programas de mantenimiento de la generación distribuida y las redes de distribución.

R/ En los mantenimientos que realizan los generadores distribuidos no se involucra ningún actor externo, eso mismo aplica para las redes de distribución.

3. Actor del sector eléctrico que se dedica a supervisar a los generadores distribuidos.

R/ La SIGET realiza inspecciones de acuerdo con su programación anual o cuando se requiera, pero no se efectúan de manera periódica y las empresas distribuidoras con las que suscriben contratos verifican la cantidad de energía eléctrica que facturan mensualmente.

4. Empresas que realizan análisis de fallas en el sector eléctrico.

R/ De las fuentes consultadas únicamente se encontró información sobre Grupo AES.

5. Actor del sector eléctrico realiza las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.

R/ Ninguno, actualmente la UT realiza proyecciones de oferta y demanda para mercado mayorista.

6. Empresas que llevan a cabo estudios eléctricos relacionados con la calidad del servicio de energía eléctrica y seguridad del sistema de distribución.

R/ Las empresas distribuidoras que operan en el país, las cuales son Grupo AES, Distribuidora Eléctrica DELSUR S.A de C.V, EDESAL S.A de C.V, ABRUZZO S.A de C.V.

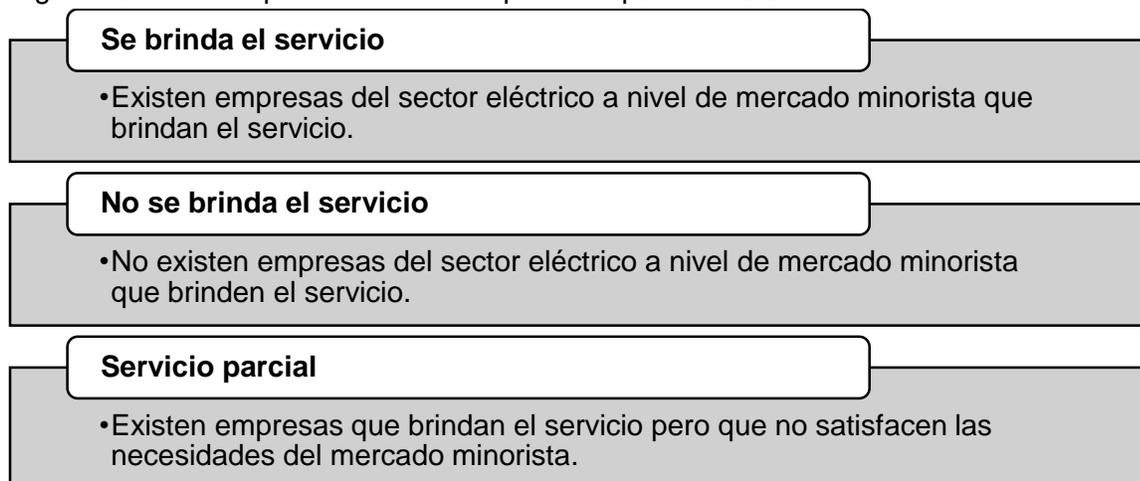
7. Entidad que ponga a disposición información estadística en tiempo real del mercado minorista.

R/ En tiempo real ninguna entidad, sin embargo, la SIGET publica información de manera anual en su boletín de estadísticas eléctricas.

3.2.7. Análisis de la información recolectada

Considerando los servicios establecidos de manera preliminar para el Operador del Sistema de Distribución, se define en la Tabla 28 el estado actual de la necesidad o servicio en el sector eléctrico de acuerdo con los estados de la Figura 29.

Figura 29. Estados para definir la competencia para el DSO



Nota. Elaboración propia

Tabla 28. Estado de los servicios preliminares para el DSO

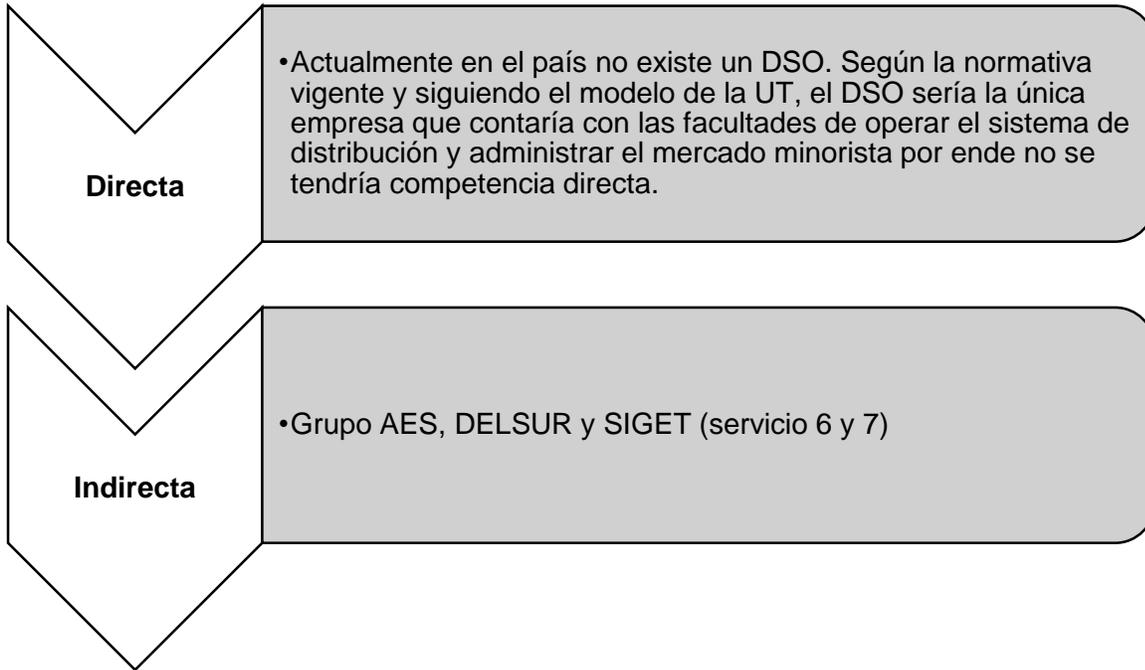
No.	Servicio	Estado actual
1	Operación del sistema de distribución y mercado minorista a través de la programación realizada por la Unidad de Transacciones.	No se brinda el servicio. Cada empresa distribuidora opera sus redes, sin embargo no existe una coordinación conjunta entre todas las distribuidoras para verificar las condiciones en tiempo real de toda la red de distribución a nivel nacional.
2	Coordinación de los programas de mantenimiento de la generación distribuida y distribución.	No se brinda el servicio. Las empresas distribuidoras llevan a cabo su propia coordinación con sus salas de control para los programas de mantenimiento que implementan, sin embargo, no existe un intermediario entre los generadores distribuidos y las distribuidoras.
3	Supervisión de los generadores distribuidos.	No se brinda el servicio. Las distribuidoras únicamente reportan la facturación mensual de los generadores de acuerdo con los datos registrados por los medidores.
4	Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones.	No se brinda el servicio. Ningún actor que actúa únicamente en mercado minorista comparte información de sus fallas a la Unidad de Transacciones, exceptuando a las empresas distribuidoras y/o comercializadoras que actúan en mercado mayorista y minorista.
5	Generación de las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.	No se brinda el servicio. La Unidad de Transacciones realiza las proyecciones para mercado mayorista considerando la oferta y demanda de mercado minorista, sin embargo, los datos de mercado minorista no proporcionan

No.	Servicio	Estado actual
		información certera debido a la falta de control y supervisión de los generadores distribuidos.
6	Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.	Se brinda el servicio. Algunas empresas del sector eléctrico brindan este servicio, entre éstas se encuentra Grupo AES que realiza estudios para la medición de parámetros eléctricos que permitan la determinación de la calidad del servicio de energía eléctrica y seguridad del sistema de distribución, sin embargo, es un servicio que como DSO podría brindar a sus clientes o actores del sector eléctrico que se encuentren sujetos a sus instrucciones como operador y administrador del sistema de distribución.
7	Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.	Servicio parcial, no satisface las necesidades del sector. La SIGET como institución reguladora y con base a la Ley de Acceso Público comparte información estadística de mercado minorista en su boletín de estadísticas anual del sector eléctrico, sin embargo, esta información no se comparte en tiempo real como en el caso del mercado mayorista, donde la Unidad de Transacciones recopila y procesa la información por medio de los flujos de información entre el centro de control de la UT y las salas o centros de control de los participantes de mercado mayoristas.

Nota. Elaboración propia.

3.2.8. Competencia

Figura 30. Competencia directa e indirecta para el DSO



Nota. Elaboración propia.

3.2.9. Perfil de la competencia

Considerando lo establecido en la Figura 30 el DSO no tendrá competencia directa, por lo tanto, en la Tabla 29 se propone un perfil para los competidores indirectos.

Tabla 29. Perfil de la competencia indirecta

Organización	Grupo AES	DELSUR	SIGET
Característica			
Servicios similares a DSO	Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.	Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.	Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.
Precio de los servicios	Dependerá de la magnitud del estudio que se realice.	Dependerá de la magnitud del estudio que se realice.	Gratuito
Publicidad	Mediante su sitio web	Mediante su sitio web	Mediante su sitio web

Organización	Grupo AES	DELSUR	SIGET
Característica			
Canal de distribución	Directo	Directo	Directo

Nota. Elaboración propia.

3.3. Mercado de abastecimiento o proveedor

3.3.1 Objetivo de mercado

Identificar los proveedores de insumos tangibles e intangibles que aseguren la cadena de abastecimiento para el óptimo funcionamiento del Operador del Sistema de Distribución (DSO).

3.3.2 Base teórica

El mercado proveedor es el conjunto de empresas que potencialmente en el futuro proporcionarán insumos al Operador del Sistema de Distribución (DSO). Generalmente el mercado proveedor se comparte con las empresas que son competencia, sin embargo, para el DSO no se tiene una competencia directa, así como se definió en el apartado 3.2 *denominado mercado competidor*.

Este mercado constituye muchas veces un factor crítico, ya que muchas empresas dependen de manera extrema en la calidad, cantidad, oportunidad de recepción y costo de los materiales requeridos para su normal operatividad.

Insumos tangibles e intangibles

La operatividad del DSO requiere el uso de insumos tangibles e intangibles, por ello se establece que los insumos son todos aquellos bienes de cualquier clase, es decir tangibles o intangibles, que son empleados en la producción de otros bienes o servicios, que para el caso del DSO se ha establecido que brindará servicios.

Los insumos tangibles serán todos aquellos como el mobiliario y equipos, papelería y útiles necesarios para desarrollar todas las actividades que requieran brindar un apoyo físico, mientras que los insumos intangibles serán los suministros y servicios como los softwares para el procesamiento de datos, electricidad, internet, entre otros. Dentro de los insumos intangibles también es pertinente considerar los conocimientos requeridos para la contratación de colaboradores idóneos para el desarrollo de las actividades y los datos e información proporcionada por participantes del sector eléctrico, ya que es a través de los datos e información que se asegura el funcionamiento del DSO.

3.3.3 Antecedentes

El Operador del Sistema de Distribución es una entidad que actuaría en mercado minorista, este contará con un centro de control en el cual se requiere que haya tecnología compatible con otros centros de control que se encuentran operando en todo el sector eléctrico, por lo cual es importante que se identifiquen todos los equipos necesarios para su operación y por lo tanto, en

la investigación del mercado proveedor se ampliará la delimitación hacia empresas que se encuentran en el mercado mayorista de electricidad.

En el seminario del Mercado Eléctrico Mayorista de El Salvador llevado a cabo en el año 2019, el ingeniero Fidel López abordaba el tema Operación en Tiempo Real del Sistema Eléctrico de Potencia, en el cual estableció un esquema operativo del sector eléctrico, en dicho esquema se identifica la función principal de los Operadores del Sistema y Administradores del Mercado a nivel regional y nacional, asimismo, se definió la cantidad de centros y salas de control existentes a esa fecha.

De acuerdo con la Figura 31 al año 2019 se contaba con dos centros de operación del sistema de transmisión, las empresas distribuidoras tenían siete centros de control, los usuarios finales contaban con dos centros de control, mientras que las empresas generadoras tenían 25 salas de control, de igual manera, el Ente Operador Regional y la Unidad de Transacciones cuentan con una sala de control respectivamente. En total suman 38 centros y salas de control en el mercado mayorista.

Figura 31. Esquema operativo del mercado mayorista de electricidad



Nota. Tomado de *Esquema operativo*, (p. 7), por Unidad de Transacciones, 2019, Operación en tiempo real del sistema eléctrico de potencia.

Para mercado minorista se desconoce la cantidad exacta de empresas generadoras que poseen salas de control, sin embargo, se puede establecer la afirmación de que únicamente algunos generadores distribuidos renovables (GDR) contarían con sala de control como es el caso de la Planta de Biogás Agrocampestre, ya que los UPR y APR no utilizan un sistema avanzado de control y supervisión de sus unidades de generación.

Debido a que las empresas distribuidoras actúan tanto en mercado mayorista como minorista, la cantidad de centros de control definidos en la Figura 39 se consideran para el mercado minorista.

3.3.4 Determinación del tipo de muestreo

El tipo de muestreo que se aplicará en la investigación del mercado proveedor será el mismo que se definió en el apartado 3.1.5 *determinación del tipo de muestreo* del mercado consumidor, es decir el **muestreo no probabilístico**.

Universo

El universo para la investigación del mercado proveedor serán los 36 centros y salas del sector eléctrico detallados en la Figura 31, sin contar con los centros de control del EOR y la Unidad de Transacciones.

Muestra

Debido a que el tipo de muestreo aplicable es el no probabilístico, se ha definido en la Figura 32 que se realizarán dos visitas técnicas.

Figura 32. Muestra para el estudio de mercado proveedor

Centros de Operación del Sistema de Transmisión	Centros de control de empresas distribuidoras
•Centro de Operaciones de Transmisión (COT) de ETESAL	•Sala de control de la Empresa distribuidora DELSUR*

Nota. Elaboración propia. *El centro de control de la empresa distribuidora DELSUR es llamado por ellos como “sala de control”.

La sala de control de la empresa distribuidora DELSUR pertenece a Centros de Control de empresas distribuidoras según la Figura 31.

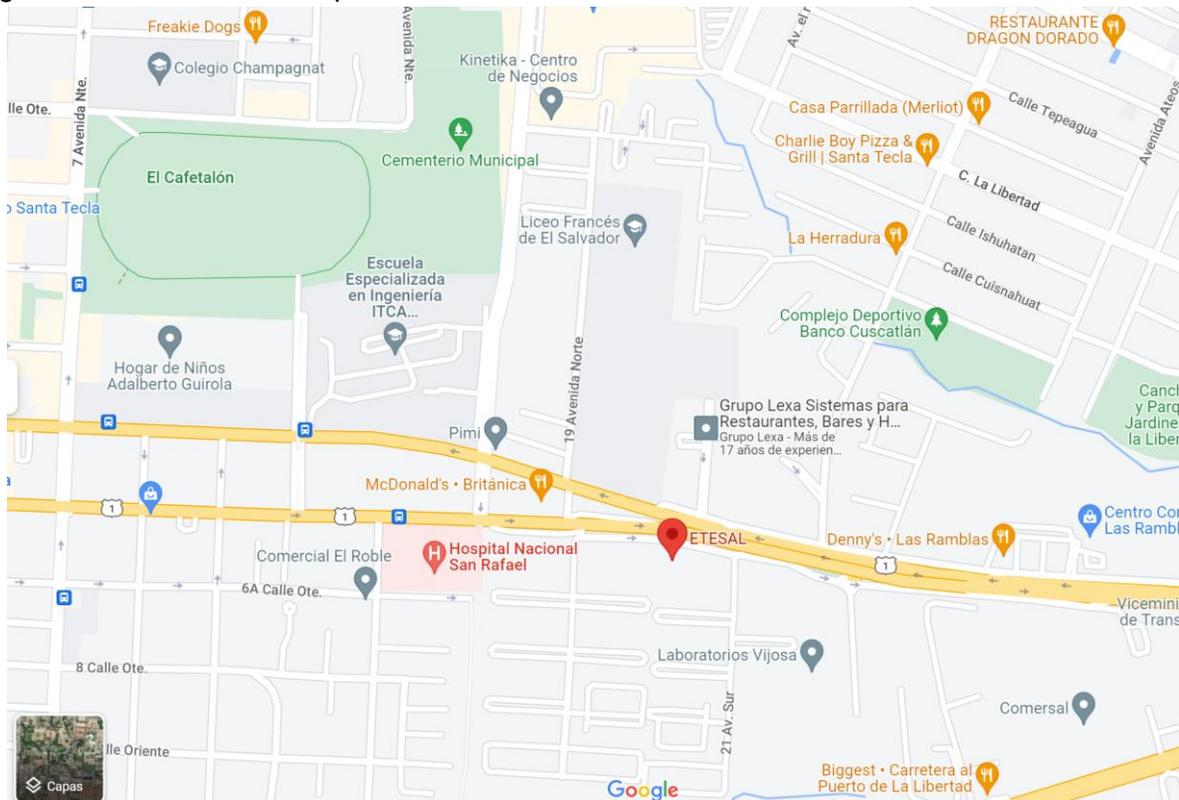
3.3.5 Visitas técnicas

Se realizaron dos visitas técnicas, la primera fue al COT y la segunda fue a la sala de control de la empresa distribuidora de electricidad DELSUR, a continuación, se presenta la información obtenida en cada una.

VISITA 1. CENTRO DE OPERACIONES DE TRANSMISIÓN DE ETESAL

La Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL) es una entidad de carácter privado que fue constituida el 24 de febrero de 1999, para cumplir con su misión posee un Centro de Operaciones de Transmisión. En la Figura 33 se ha colocado la ubicación de ETESAL, la cual es Residencial Primavera, Calle Primavera, No. 11. Santa Tecla, La Libertad.

Figura 33. Ubicación de Empresa Transmisora de El Salvador



Nota. Tomado de ETESAL, Google Maps, 2022, (<https://www.google.com/maps/>)

Durante la visita a ETESAL se tuvo acceso hasta el Centro de Operaciones de Transmisión, sin embargo, por políticas de la empresa no se permitió la captura de fotografías.

Ficha técnica

Tabla 30. Ficha Técnica visita al COT de ETESAL

Elemento	Descripción
Técnica	Entrevista
Tipo de entrevista	Semiestructurada
Objetivo de entrevista	Conocer el funcionamiento y manejo de información del COT de ETESAL para la definición del esquema de abastecimiento de insumos del Operador del Sistema de Distribución (DSO).
Nombre de la empresa	Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL)
Entrevistado	Ing. Mauricio Ayala
Puesto de trabajo	Coordinador del Área de Operación
Entrevistadoras	Ivania Margarita Martínez Tobar Liseth Madelin Pérez Moreno

Elemento	Descripción
Fecha	16 marzo 2022
Hora inicio	8:30 am
Hora fin	10:00 am
Duración	1 hora, 30 minutos
Modalidad de entrevista	Presencial
Número de preguntas	8
Tipo de preguntas	Abiertas
Elaboración del instrumento o cuestionario	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Transcripción del cuestionario	Lisseth Madelin Pérez Moreno

Nota. Elaboración propia.

Instrumento No. 1



Universidad de El Salvador
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería Industrial



Proyecto: Diseño de una empresa para administrar y operar el sistema de distribución de energía eléctrica en El Salvador

CUESTIONARIO PARA VISITA TÉCNICA AL CENTRO DE OPERACIONES DE TRANSMISIÓN (COT) DE LA EMPRESA TRANSMISORA DE EL SALVADOR (ETESAL)

Objetivo: Conocer el funcionamiento y manejo de información del COT de ETESAL para la definición del esquema de abastecimiento de insumos del Operador del Sistema de Distribución (DSO).

Nombre del entrevistado: _____

Cargo del entrevistado: _____

Fecha: _____

Preguntas:

1. ¿Cuáles son los aportes que ETESAL realiza al funcionamiento del sector eléctrico?
2. ¿Cuál es la función principal del COT?
3. ¿Cuál es la forma de operar del COT?
4. ¿Con cuáles actores del sector eléctrico tiene comunicación ETESAL por medio del COT?
5. ¿Qué recursos utilizan para el funcionamiento del COT?
6. ¿El COT se encuentra en funcionamiento durante las 24 horas del día?
7. ¿Cuáles unidades de ETESAL trabajan en conjunto con el COT?
8. ¿El monitoreo del clima es realizado de manera independiente o trabajan en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Recursos Naturales (MARN)?

Información recolectada de campo y secundaria

1. ¿Cuáles son los aportes que ETESAL realiza al funcionamiento del sector eléctrico?

R/ Se encarga del transporte de energía eléctrica a niveles de alto voltaje en las redes de transmisión y permite la interconexión entre los diferentes participantes de mercado mayorista en el país

2. ¿Cuál es la función principal del COT?

R/ Monitorear y Operar el sistema eléctrico nacional a fin de mantener la continuidad y calidad del suministro hasta los diferentes centros de distribución a lo largo del país.

3. ¿Cuál es la forma de operar del COT?

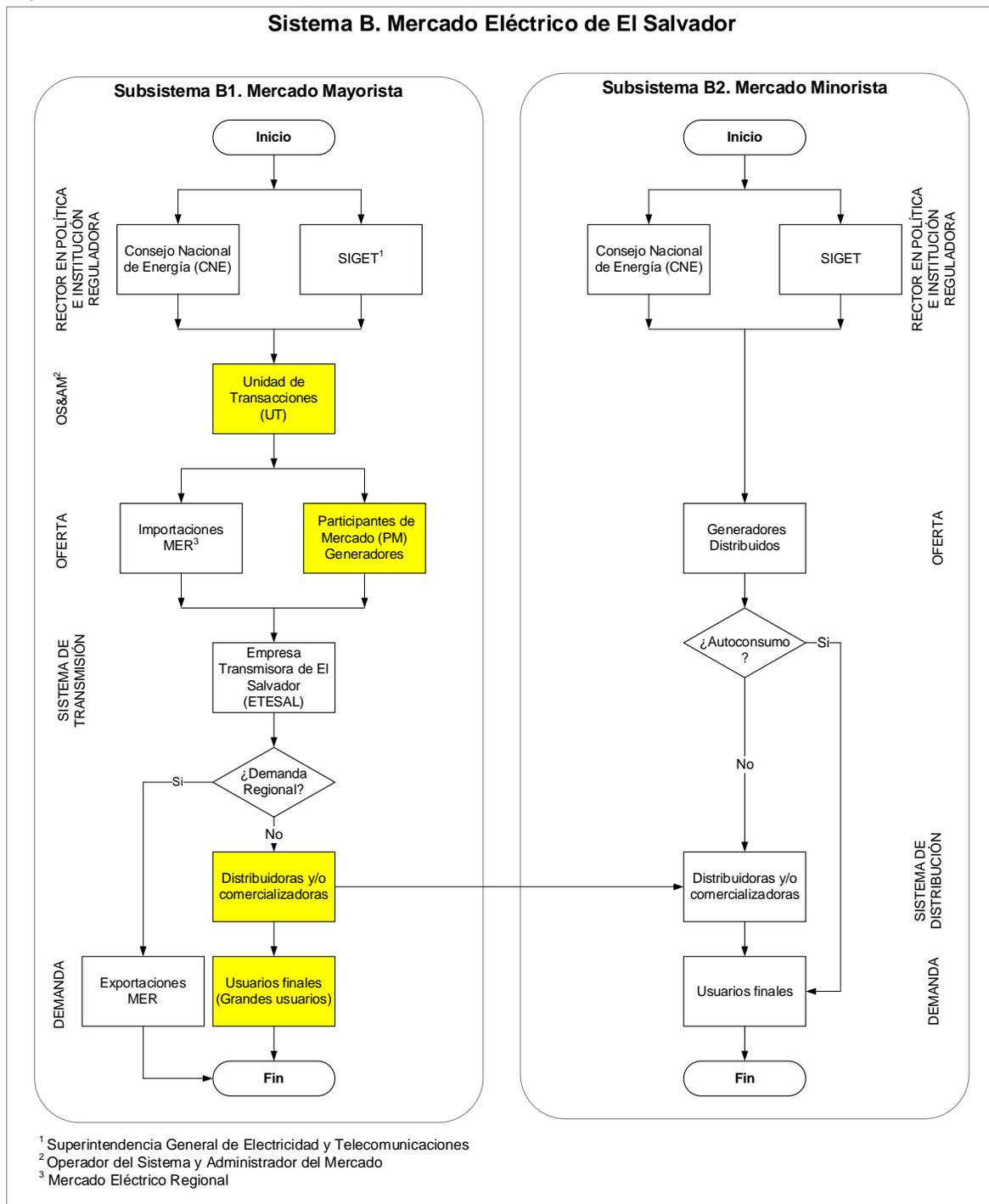
R/ El COT es el intermediario entre el personal en campo en las subestaciones y con la Unidad de Transacciones. Se coordinan y gestionan los mantenimientos incluidos en el Programa Anual de Mantenimiento Mayores (PAMM) y todas las maniobras preventivas y correctivas que se llevan a cabo en las subestaciones. En el programa se incluyen los mantenimientos del transmisor, generadores, distribuidores y usuarios finales. Asimismo, velan por las condiciones de seguridad del personal en campo que se encuentra trabajando. Siempre pretenden afectar lo menos posible a la población y restablecer el suministro a la población lo más pronto posible.

4. ¿Con cuáles actores del sector eléctrico tiene comunicación ETESAL por medio del COT?

R/ El COT tiene comunicación principalmente con los Operadores del Sistema y Administradores del Mercado (OS&AM) nacional y regional, respectivamente son la Unidad de Transacciones (UT) y el Ente Operador Regional (EOR).

Asimismo, tiene comunicación con los participantes generadores, distribuidores, comercializadores y grandes usuarios del Mercado Mayorista, tal como se ha resaltado en color amarillo en la Figura 34.

Figura 34. Actores con los que tiene comunicación el COT



Nota. Elaboración propia. Los actores con los que tiene comunicación el COT se encuentran rellenos con color amarillo.

5. ¿Qué recursos utilizan para el funcionamiento del COT?

R/ Los recursos que utilizan en el COT se han clasificado como tangibles e intangibles, para cada uno se ha elaborado un listado en la Tabla 31 considerando de base lo observado durante la visita técnica.

Tabla 31. Recursos que utiliza el COT

Recursos Tangibles	Recursos Intangibles
<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones <ul style="list-style-type: none"> ○ Oficina en edificio de ETESAL • Mobiliario <ul style="list-style-type: none"> ○ Escritorios ○ Sillas ergonómicas ○ Sillas (visitantes) • Equipo <ul style="list-style-type: none"> ○ Lector digital de huellas ○ Monitores ○ Pantallas ○ Teléfonos ○ Radios ○ Teclados ○ Mouse ○ Altavoces (bocinas) ○ Audífonos ○ Procesadores ○ Cámaras ○ Equipos que integran el Sistema SCADA (PLC, servidores, etc.) ○ Aire acondicionado ○ Impresora multifuncional • Suministros y servicios <ul style="list-style-type: none"> ○ Electricidad (Tienen contingencia) ○ Agua potable ○ Internet • Papelería y útiles <ul style="list-style-type: none"> ○ Papel Bond ○ Bolígrafos y lápices ○ Libretas 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos técnicos y especializados del personal • Software <ul style="list-style-type: none"> ○ Monitoreo del clima ○ SCADA (incluye varios software) ○ Monitoreo de equipos e instalaciones mediante videovigilancia ○ Radiofrecuencia ○ Microsoft Office 365 ○ Control del acceso a oficina • Datos proporcionados por otros participantes del sector eléctrico

Nota. Elaboración propia.

6. ¿El COT se encuentra en funcionamiento durante las 24 horas del día?

R/ Sí, trabajan 24/7 los 365 días del año con el objetivo de garantizar que la población y el área industrial y todo lo que es importante para el desarrollo del país se mantenga con la continuidad del suministro de electricidad.

7. ¿Cuáles unidades de ETESAL trabajan en conjunto con el COT?

R/Área de mantenimiento

8. ¿El monitoreo del clima es realizado de manera independiente o trabajan en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Recursos Naturales (MARN)?

R/ Se realiza de manera independiente y se consulta en sitios web, como por ejemplo: Ventusky. Monitorean el clima con el fin de predecir contingencias en el sistema de transmisión.

VISITA 2. SALA DE CONTROL DE DELSUR

Ficha técnica

Tabla 32. Ficha Técnica visita a sala de control de DELSUR

Elemento	Descripción
Técnica	Entrevista
Tipo de entrevista	Semiestructurada
Objetivo de entrevista	Conocer el funcionamiento y manejo de información de la sala de control en DELSUR para la definición del esquema de abastecimiento de insumos del Operador del Sistema de Distribución (DSO).
Nombre de la empresa	Empresa Distribuidora DELSUR, S.A. de C.V.
Entrevistado	Ing. Héctor Tovar
Puesto de trabajo	Jefe del Departamento de Operaciones
Entrevistadoras	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Fecha	07 junio de 2022
Hora inicio	8:30 am
Hora fin	11:00 am
Duración	2 horas, 30 minutos
Modalidad de entrevista	Presencial
Número de preguntas	6

Elemento	Descripción
Tipo de preguntas	Abiertas
Elaboración del instrumento o cuestionario	Ivania Margarita Martínez Tobar Lisseth Madelin Pérez Moreno
Transcripción del cuestionario	Ivania Margarita Martínez Tobar

Nota. Elaboración propia.

Instrumento No. 2



Universidad de El Salvador
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería Industrial



Proyecto: Diseño de una empresa para administrar y operar el sistema de distribución de energía eléctrica en El Salvador

CUESTIONARIO PARA VISITA TÉCNICA A LA SALA DE CONTROL DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DELSUR

Objetivo: Conocer el funcionamiento y manejo de información de la sala de control en DELSUR para la definición del esquema de abastecimiento de insumos del Operador del Sistema de Distribución (DSO).

Nombre del entrevistado: _____

Cargo del entrevistado: _____

Fecha: _____

Preguntas:

1. ¿Cuál es la función principal de la sala de control?
2. ¿Cuál es la forma de operar de la sala de control?
3. ¿Con cuáles actores del sector eléctrico tiene comunicación DELSUR por medio de la sala de control?
4. ¿Cuáles procesos se llevan a cabo en la sala de control?
5. ¿Qué recursos utilizan para el funcionamiento de la sala de control?
6. ¿La sala de control se encuentra en funcionamiento durante las 24 horas del día?

Información recolectada de campo y secundaria

1. ¿Cuál es la función principal de la sala de control?

R/Coordinar los mantenimientos preventivos y correctivos de la red de distribución y asegurar que sus usuarios finales cuenten con el servicio de electricidad de acuerdo con los estándares de calidad y seguridad del sistema de distribución.

2. ¿Cuál es la forma de operar de la sala de control?

R/La sala de control realiza un monitoreo constante de la red de distribución, cuentan con un sistema de control y supervisión automatizados (SCADA) el cual le permite identificar a la empresa distribuidora las fallas que pueda presentar su red, asimismo, identifican a nivel de usuario aquellos que el servicio de electricidad ha presentado interrupción.

Poseen

3. ¿Con cuáles actores del sector eléctrico tiene comunicación DELSUR por medio de la sala de control?

R/Unidad de transacciones, generadores y ETESAL.

4. ¿Cuáles procesos se llevan a cabo en la sala de control?

R/ Monitoreo de la red (atención de disparos), atención de fallas, continuidad del servicio (segundo plano) se tiene que intervenir la red, consignación de líneas para mantenimiento, consignación de líneas para expansión de la red.

Relacionados con la mejora continua: atención de clientes industriales, atención de clientes críticos (escuelas, hospitales, centros de gobierno), procesos de reporte e ingreso de información.

Procesos para el manejo de la GD: gestión del vertimiento, gestión de mantenimiento de las plantas de la GD, comunicación con teléfono celular para GD...si se realizara mediante radio implicaría una planificación y posiblemente la necesidad de incorporar más procesos

5. ¿Qué recursos utilizan para el funcionamiento de la sala de control?

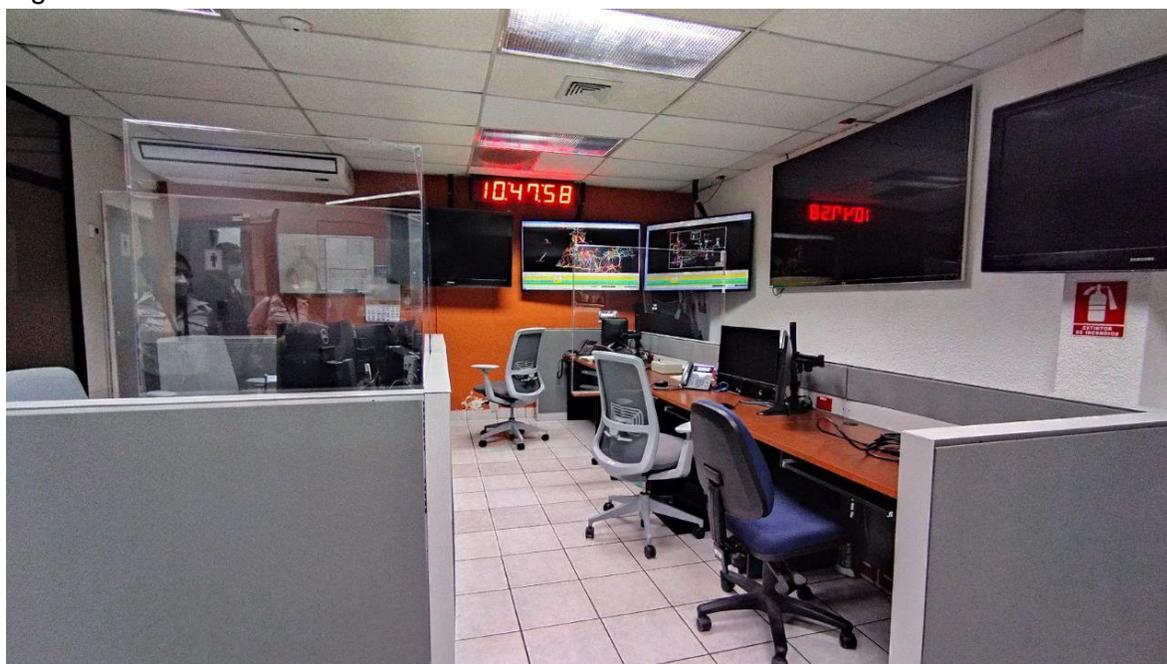
R/ Los recursos que utilizan en la sala de control se han clasificado como tangibles e intangibles, para cada uno se ha elaborado un listado en la Tabla 33 considerando de base lo observado durante la visita técnica. Como referencia se ha colocado una fotografía en la Figura 43 de la distribución de los recursos tangibles en la sala de control de DELSUR, dicha fotografía fue tomada durante la visita realizada.

Tabla 33. Recursos que utiliza la sala de control de DELSUR

Recursos Tangibles	Recursos Intangibles
<ul style="list-style-type: none">• Instalaciones<ul style="list-style-type: none">○ Oficina• Mobiliario<ul style="list-style-type: none">○ Escritorios	<ul style="list-style-type: none">• Conocimientos técnicos y especializados del personal• Software<ul style="list-style-type: none">○ Monitoreo del clima

Recursos Tangibles	Recursos Intangibles
<ul style="list-style-type: none"> ○ Sillas ergonómicas • Equipo <ul style="list-style-type: none"> ○ Lector digital de huellas ○ Monitores ○ Pantallas ○ Teléfonos ○ Radios ○ Teclados ○ Mouse ○ Altavoces (bocinas) ○ Audífonos ○ Procesadores ○ Cámaras ○ Equipos que integran el Sistema SCADA (PLC, servidores, etc.) ○ Aire acondicionado ○ Impresora multifuncional • Suministros y servicios <ul style="list-style-type: none"> ○ Electricidad ○ Agua potable ○ Internet • Papelería y útiles <ul style="list-style-type: none"> ○ Papel Bond ○ Bolígrafos y lápices ○ Libretas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ SCADA (incluye varios software) ○ Monitoreo de equipos e instalaciones mediante videovigilancia ○ Radiofrecuencia ○ Microsoft Office 365 ○ Control del acceso a oficina • Datos proporcionados por otros participantes del sector eléctrico

Figura 35. Sala de control de DELSUR



6. ¿La sala de control se encuentra en funcionamiento durante las 24 horas del día?

R/ Sí, opera las 24 horas del día, los 365 días del año.

3.3.6 Análisis de la información recolectada

Los recursos que utilizan en el Centro de Operaciones de Transmisión de ETESAL y la sala de control de DELSUR presentan grandes similitudes, ambos cuentan con los equipos tecnológicos necesarios para que los softwares del sistema SCADA proporcionen la información que se haya configurado o programado, es decir los datos o información que brinda es personalizada, dependiendo del interés o necesidades del usuario. También, en ambos lugares los recursos de oficina son importantes, ya que cuentan con escritorios y sillas ergonómicas que brindan el confort a los operadores del centro y sala de control.

3.3.7 Insumos

Los recursos e insumos identificados en las dos visitas realizadas también podrán ser considerados para el funcionamiento del Operador del Sistema de Distribución, por lo cual en la Tabla 34 se define el listado de insumos considerando la clasificación de tangibles e intangibles.

Tabla 34. Recursos e insumos para el Operador del Sistema de Distribución

Tangibles	Intangibles
<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones <ul style="list-style-type: none"> ○ Oficina • Mobiliario <ul style="list-style-type: none"> ○ Escritorios 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos técnicos y especializados del personal • Software <ul style="list-style-type: none"> ○ Monitoreo del clima

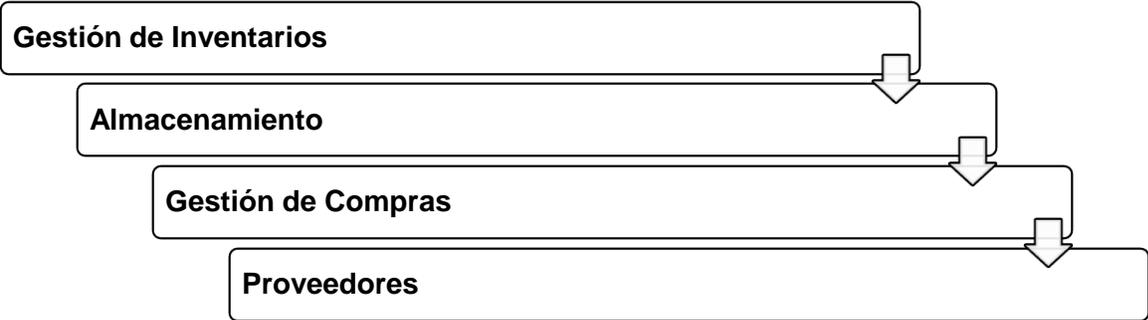
Tangibles	Intangibles
<ul style="list-style-type: none"> ○ Sillas ergonómicas • Equipo <ul style="list-style-type: none"> ○ Lector digital de huellas ○ Monitores ○ Pantallas ○ Teléfonos ○ Radios ○ Teclados ○ Mouse ○ Altavoces (bocinas) ○ Audífonos ○ Procesadores ○ Cámaras ○ Equipos que integran el Sistema SCADA (PLC, servidores, etc.) ○ Aire acondicionado ○ Impresora multifuncional • Suministros y servicios <ul style="list-style-type: none"> ○ Electricidad (poseerán contingencia) ○ Agua potable ○ Internet ○ Papelería y útiles 	<ul style="list-style-type: none"> ○ SCADA (incluye varios softwares) ○ Monitoreo de equipos e instalaciones mediante videovigilancia ○ Radiofrecuencia ○ Microsoft Office 365 ○ Control del acceso a oficina • Datos proporcionados por otros participantes del sector eléctrico

Nota. Elaboración propia.

3.3.8 Esquema de abastecimiento

Para cubrir las necesidades de insumos para el DSO se debe tener en cuenta el costo, calidad y precio, por lo cual se consideran en la Figura 36 una propuesta preliminar de las funciones de abastecimiento aplicables al DSO.

Figura 36. Esquema de abastecimiento preliminar para el DSO.



Nota. Elaboración propia.

Gestión de inventarios. El DSO será una empresa de servicios que tendrá como insumo principal la recolección y procesamiento de información estadística del mercado minorista, por lo tanto, requiere de equipos tecnológicos que permitan el flujo de información en tiempo real entre los diferentes generadores minoristas y otros actores del sector eléctrico, a los cuales en adelante se denominarán proveedores de datos.

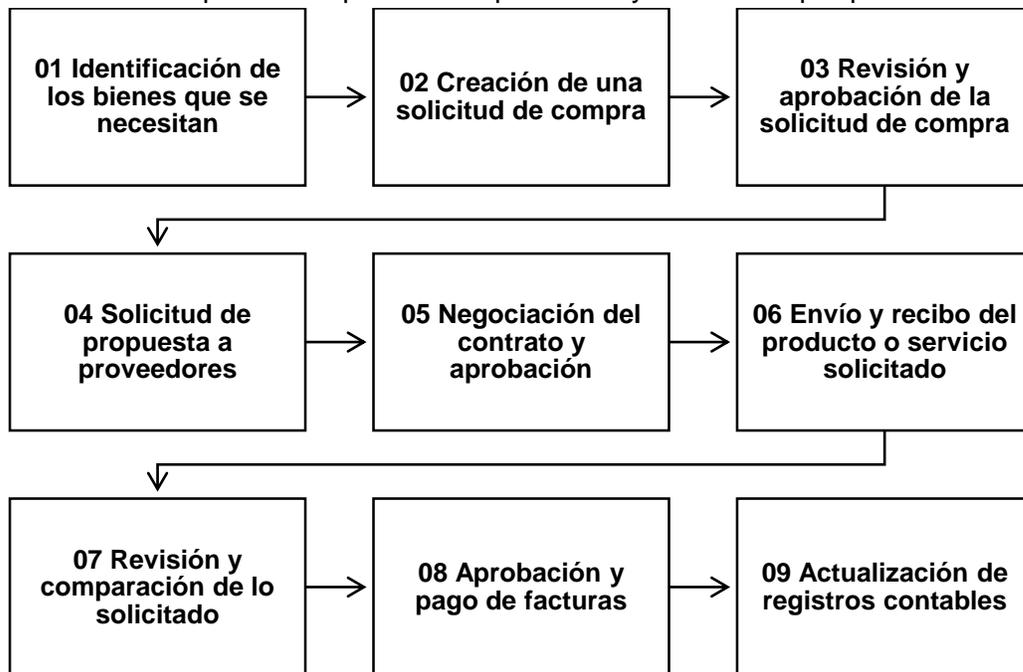
Para el equipo tecnológico y mobiliario se llevará un control de activo fijo, considerando su vida útil será sustituido cuando el equipo o mobiliario se encuentre obsoleto. Asimismo, se efectuará el inventario de los suministros para oficina y se realizarán pedidos periódicamente en función de los requerimientos que realicen las unidades orgánicas que compondrán la estructura organizacional del DSO, para los suministros se mantendrán una reserva para suplir necesidades emergentes o no planificadas.

Almacenamiento. La reserva de los suministros de oficina se resguardará en una bodega destinada exclusivamente para estos fines, dispondrá de estantes que permitan la colocación de cajas de ser necesario.

La información proporcionada por los proveedores de datos se almacenará y encontrará disponible en los servidores que adquiera el DSO, el tipo de servidor se seleccionará de acuerdo con los criterios de seguridad informática y costo.

Gestión de compras. La adquisición de bienes, obras y servicios se efectuará mediante un proceso de compra el cual estará compuesto por los pasos establecidos en la Figura 37.

Figura 37. Proceso para la adquisición de productos y/o servicios por parte del DSO



Nota. Elaboración propia.

Adicionalmente, se establecerán indicadores para evaluar las gestiones realizadas por el DSO en materia de adquisiciones de productos y/o servicios.

Proveedores. Por el nivel tecnológico demandado en el sector eléctrico en cuanto a los equipos a adquirir por el DSO se considerarán proveedores locales e internacionales. En cuanto a los datos a procesar por el DSO, estos se obtendrán de los generadores nacionales en mercado minorista, por tanto, serán proveedores de datos locales.

3.3.9 Proveedores potenciales

Una empresa por lo general tiene múltiples proveedores, por ello se estima conveniente realizar la clasificación de dichos proveedores dependiendo del tipo de recursos e insumos para su normal operación.

Datos e información

El Operador del Sistema de Distribución necesitará los insumos de datos e información provenientes de diferentes actores que forman parte del sector eléctrico debido a que existe una interrelación directa del mercado minorista con el mercado mayorista de electricidad, por ello, en la Tabla 35 se definen las categorías de los diferentes proveedores, ya que será una gran cantidad de actores con los que establecerá flujos de información para determinar el comportamiento del mercado minorista.

Tabla 35. Categorías de proveedores para los datos e información

Empresas	Categoría
	<p>Operador del Sistema y Administrador del Mercado Mayorista (1) Brindará información sobre la planificación y programación del mercado mayorista, así como de las proyecciones de oferta y demanda de electricidad en el país.</p>
	<p>Empresas distribuidoras (8) Proporcionarán datos e información sobre la ejecución de los programas de mantenimiento, generadores conectados a sus redes de distribución, fallas o interrupciones del servicio de energía eléctrica y toda la información que se le faculte solicitar al DSO en la normativa*.</p>
	<p>Generadores distribuidos (660)** Entregarán datos sobre su capacidad instalada, generación de electricidad, autoconsumo, inyecciones efectuadas a las redes de distribución, mantenimientos y cualquier otra información que se le faculte solicitar al DSO para el cumplimiento de sus funciones.</p>

Nota. Elaboración propia. *El diseño de la normativa se encuentra fuera del alcance de este proyecto. **La cantidad de generadores distribuidos se encuentra a septiembre del año 2021.

Es importante destacar, que los datos e información será entregada al DSO en los plazos, formatos y medios que se establezcan en la normativa.

Equipo

El Operador del Sistema de Distribución (DSO) requerirá de diferentes equipos para su funcionamiento, sin embargo, para este apartado se considerará únicamente el sistema SCADA porque será el conjunto de equipos que integran a dicho sistema los que harán que el DSO pueda supervisar y monitorear la red de distribución de energía eléctrica.

Las empresas Ingenia o SCADA International brindarían el servicio de diseño e instalación del sistema según los requerimientos del DSO, también queda abierta la posibilidad de que brinden el mantenimiento del sistema, lo cual se establecerá en las condiciones contractuales entre las partes.

Mobiliario

Proveedores potenciales de mobiliario

- Resco
- MöbelArt. Home & Office Furniture

Suministros y servicios

- **Agua potable y purificada.** El único proveedor de agua potable en El Salvador es la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, ANDA, por lo tanto, los proveedores potenciales para el agua purificada son los siguientes:
 - La Constancia (Agua cristal)
 - Agua Alpina

Papelería y útiles.

Proveedores potenciales de papelería y útiles

- Papelera Salvadoreña
- La Ibérica

Internet

Proveedores potenciales de internet

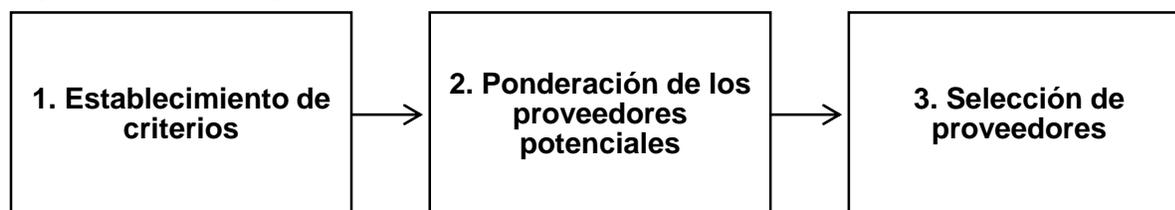
- Claro
- Tigo El Salvador (Millicom)

3.3.10 Selección de proveedores

Para seleccionar los proveedores se considerarán a los proveedores potenciales definidos en el apartado 3.3.9 *Proveedores potenciales*, se exceptúan a las categorías de los proveedores de datos e información de la Tabla 35 debido a que por ser un insumo o recurso específico y principal para que el DSO cumpla sus funciones, los proveedores definidos ahí se consideran inamovibles.

La metodología para la selección de los proveedores contemplará los pasos definidos en la Figura 38.

Figura 38. Metodología para la selección de proveedores

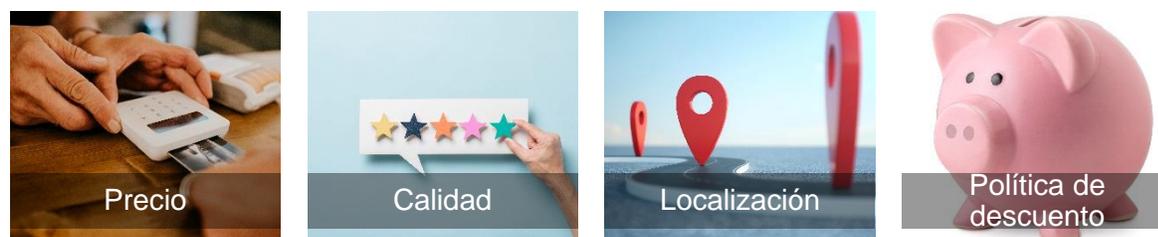


Nota. Elaboración propia

Criterios

En la Figura 39 se representan las variables o criterios considerados para ponderar y tomar la decisión de cuáles serán los proveedores de los recursos o insumos del Operador del Sistema de Distribución.

Figura 39. Criterios para la ponderación de los proveedores potenciales



Nota. Elaboración propia

Generalmente las variables precio y calidad están muy relacionadas a la hora de adquirir un producto o servicio. Para la ponderación de éstas dos, se considerará, además, la trayectoria y reseñas que otros usuarios brindan con respecto a los proveedores potenciales.

La localización del proveedor es muy importante al momento de elegirlo debido a que se requiere que algunos productos se obtengan lo más pronto posible y en los casos donde se requieran mantenimientos de equipos o programas, se procura contar con proveedores de fácil acceso y comunicación.

El último criterio que también es de gran importancia al momento de su ponderación es la política de descuento ya que es a través de ésta, donde se establecen las condiciones de compra de los recursos e insumos y debido a que se requieren insumos periódicamente, se debe contar con políticas que beneficien la adquisición constante de los productos.

Ponderación

La ponderación se realizará considerando los criterios definidos en la Figura 39, asimismo se utilizará la escala de puntuación establecida en la Tabla 36.

Tabla 36. Escala de puntuación de los criterios

Escala	Puntuación
Muy bueno	3
Regular	2
Malo	1

Nota. Elaboración propia

El resumen de las ponderaciones realizadas en la Tabla 37 se realizaron con base a comentarios o reseñas encontrados en internet.

Tabla 37. Resumen de ponderaciones a los proveedores potenciales

Proveedor \ Criterio	Precio	Calidad	Localización	Política de descuento	Total
Ingenia	3	2	2	3	10
SCADA	3	3	2	3	11
Resco	2	2	3	1	8
Mobelart	3	2	3	3	11
La Constancia	3	3	3	3	12
Alpina	3	2	3	2	10
Papelera Salvadoreña	2	2	3	2	9
La Ibérica	3	3	3	2	11
Claro	3	3	2	1	9
Millicom	2	2	1	1	6

Nota. Elaboración propia

Selección de proveedores

La selección de los proveedores se basa en el proveedor que haya obtenido la mayor puntuación del total de los criterios evaluados para cada rubro de insumos.

- Equipo: **SCADA International**
- Mobiliario: **MöbelArt. Home & Office Furniture**
- Suministros y servicios: **La Constancia, La Ibérica y Claro** (agua purificada, papelería y útiles e internet respectivamente).

3.3.11 Perfil de proveedores

Datos e información

Tabla 38. Perfil de categoría 1 para proveedores de datos e información

ítem	Descripción
Operador del Sistema de Transmisión y	

ítem	Descripción
Administrador del Mercado	
Empresa	Unidad de Transacciones
Función	Operar el Sistema de Transmisión y Administrar el Mercado Mayorista de electricidad
Dirección	Km 12.5, Carr. Al Puerto De la Libertad, Nuevo Cuscatlán
Teléfono	2521 7300
Email	-
Sitio web	https://www.ut.com.sv/home
Canal de comunicación	Directo
Tipo de comunicación	En tiempo real
Medios	SCADA, radio, teléfono, correo electrónico
Tipo de información	Planificación y programación del mercado mayorista Proyecciones de oferta y demanda de electricidad en el país Energía entregada a mercado minorista Interrupciones y/o fallas que afecten a mercado minorista

Nota. Elaboración propia.

Tabla 39. Perfil de categoría 2 para proveedores de datos e información

Ítem	Descripción
Empresas distribuidoras	
Empresas	CAESS, S.A. DE C.V. AES CLESA Y CÍA, S. EN C. DE C.V. EEO, S.A. DE C.V. DEUSEM, S.A. DE C.V. DELSUR, S.A. DE C.V. EDESAL, S.A. DE C.V. B&D SERVICIOS TÉCNICOS, S.A. DE C.V. ABRUZZO, S.A. DE C.V.
Función	Distribuir la energía eléctrica en mercado minorista.
Dirección	Grupo AES: Calle Circunvalación 37, San Salvador DELSUR: Final 17 Av. norte y calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad EDESAL: Calle París y Prolongación, Pasaje 2 #2, Residencial Villa Paris, Edificio Edesal, San Juan Opico. B&D SERVICIOS TÉCNICOS: CI El Sauce L 22 Repto San Bartolo Ilopango San Salvador - San Salvador.

Ítem	Descripción
	ABRUZZO: Carretera al Puerto de La Libertad Km 16 1/ 2 Cond Toscana Zaragoza - Chinameca.
Teléfono	Grupo AES: 2529 9604 DELSUR: 2233 5600 EDESAL: 2345 6600 B&D SERVICIOS TÉCNICOS: 2265 5560 ABRUZZO: 2314 4515
Email	EDESAL: informacion@edesal.com
Sitio web	Grupo AES: https://www.aes-elsalvador.com/es DELSUR: https://www.DELSUR.com.sv/ EDESAL: https://edesal.com/
Canal de comunicación	Directo
Tipo de comunicación	En tiempo real
Medios	SCADA, radio, teléfono, correo electrónico
Tipo de información	Ejecución de los programas de mantenimiento en redes de distribución Generadores interconectados en sus redes de distribución Fallas o interrupciones del servicio de energía eléctrica y cualquier otra información que se le faculte solicitarles por el DSO en la normativa

Nota. Elaboración propia.

Tabla 40. Perfil de categoría 3 para proveedores de datos e información

Ítem	Descripción
Generadores distribuidos	
Empresas	-
Función	Producir y vender energía eléctrica
Dirección	-
Teléfono	-
Sitio web	-
Canal de comunicación	Directo
Tipo de comunicación	En tiempo real (si aplica)
Medios	SCADA (si aplica), radio, teléfono, correo electrónico
Tipo de información	Capacidad instalada, generación de electricidad, autoconsumo, inyecciones efectuadas a las redes de distribución, mantenimientos y cualquier otra información que se le faculte solicitar al DSO para el cumplimiento de sus funciones.

Nota. Elaboración propia.

Equipo

Tabla 41. Perfil de proveedor para equipo

Ítem	Descripción
SCADA International	
Equipo	Sistema SCADA
Servicio	Diseño e instalación del sistema SCADA
Garantía	Ofrece
Facilidades de pago	No ofrece créditos
Política de descuento	15% de descuento por servicios mayores a US\$500,000
País	Dinamarca, Alemania, Polonia, Ucrania, Reino Unido, España, Estados Unidos, Australia y Rumanía
Dirección	-
Teléfono	-
Email	scada@scada-international.com
Sitio web	https://scada-international.com/es/

Nota. Elaboración propia.

Mobiliario

Tabla 42. Perfil de proveedor para mobiliario

Ítem	Descripción
MöbelArt	
Mobiliario	Escritorios y Sillas ergonómicas
Servicio	Diseño de estaciones de trabajo y comercialización de mobiliario
Garantía	Ofrece
Facilidades de pago	No ofrece créditos
Política de descuento	5% de descuento
País	El Salvador
Dirección	Edificio Las Plazas, Local #279 Ave Sur y Calle La Mascota San Salvador
Teléfono	(503) 2263-1373
Email	ventas@mobelart.com.sv
Sitio web	https://www.mobelart.com.sv/muebles-de-oficina-el-salvador/

Nota. Elaboración propia.

Suministros y servicios

Tabla 43. Perfil de proveedor para agua purificada

Ítem	Descripción
La Constancia	
Suministro	Agua purificada
Garantía	No ofrece
Facilidades de pago	Sí
Política de descuento	10% de descuento
País	El Salvador
Dirección	Avenida Independencia, #526, San Salvador.
Teléfono	(503) 2209-7555
Email	-
Sitio web	https://laconstancia.com/

Nota. Elaboración propia.

Tabla 44. Perfil de proveedor para papelería y útiles

Ítem	Descripción
La Ibérica	
Suministro	Papelería y útiles
Garantía	No ofrece
Facilidades de pago	Sí
Política de descuento	8 % de descuento
País	El Salvador
Dirección	BLVD. Del Hipódromo 626, Local #4, Plaza Atrio, Colonia San Benito
Teléfono	(503) 2526 2018
Email	sucursalsanbenito@laiberica.net
Sitio web	https://www.laiberica.com.sv/

Nota. Elaboración propia.

Tabla 45. Perfil de proveedor para internet

Ítem	Descripción
Claro	
Suministro	Internet

Ítem	Descripción
Garantía	No ofrece
Facilidades de pago	No
Política de descuento	No
País	El Salvador
Dirección	Centro Comercial Multiplaza, 2º nivel, local No. C-51
Teléfono	(503) 2250-5555
Email	-
Sitio web	https://www.claro.com.sv/

Nota. Elaboración propia.

3.4. Mercado distribuidor

Para el mercado distribuidor se retoman los siete servicios definidos preliminarmente al inicio del estudio de mercado, estos servicios son:

1. Operación del sistema de distribución y mercado minorista a través de la programación realizada por la Unidad de Transacciones.
2. Coordinación de los programas de mantenimiento de generación distribuida y distribución.
3. Supervisión de los generadores distribuidos.
4. Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones.
5. Generación de las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.
6. Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.
7. Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.

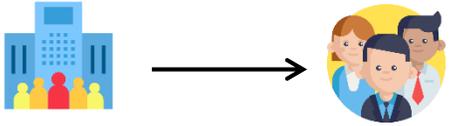
3.4.1 Objetivo de mercado

Definir los canales de distribución que se implementarían para que el Operador del Sistema de Distribución proporcione los servicios a sus clientes.

3.4.2 Base teórica

El DSO utilizará un canal de distribución de sus servicios, un canal hace referencia al medio por el cual un producto o servicio llega al cliente. Según los autores Kotler, Etzel y Walker, existen dos canales comunes para los servicios y estos se describen en la Tabla 46.

Tabla 46. Tipos de canales de distribución para servicios

Canal directo	Canal indirecto
 <p>Siempre que el servicio es intangible, el proceso de producción o la actividad de ventas requieren con frecuencia el contacto personal entre el productor del servicio y el cliente. Ejemplo: Asesoría jurídica</p>	 <p>Existen situaciones en las que es necesaria la participación de agentes o intermediarios que ayuden a los productores de servicios con la labor de ventas. Ejemplo: Viajes</p>

Nota. Elaboración propia

Para la operación del DSO se requiere especificar el mecanismo de distribución de la información mediante canal directo, por ello se requerirá que la información obtenida a partir del procesamiento de los datos pueda ser colocada a disposición de todos sus clientes, las principales opciones son las siguientes:

- Compartir boletines (según los periodos de tiempo previamente establecidos por las autoridades reguladoras) a todos los clientes directos previamente identificados mediante correos electrónicos oficiales,
- Creación y uso de una plataforma web oficial del DSO con facultades establecidas para el acceso de clientes directos e indirectos.

El DSO se encargará de distribuir toda la información relacionada a los 7 servicios que potencialmente puede brindar, según fueron definidos inicialmente en el estudio de mercado. En el apartado 3.4.4 *servicios potenciales*, se detalla el mecanismo de distribución por cada servicio.

3.4.3 Antecedentes

Debido a que será una empresa nueva, la cual desempeñará funciones que no se encontraban en el sector eléctrico, no se tienen antecedentes sobre los canales de distribución aplicados a un DSO.

3.4.4 Servicios potenciales

Tabla 47. Tipo de canal para cada servicio del DSO

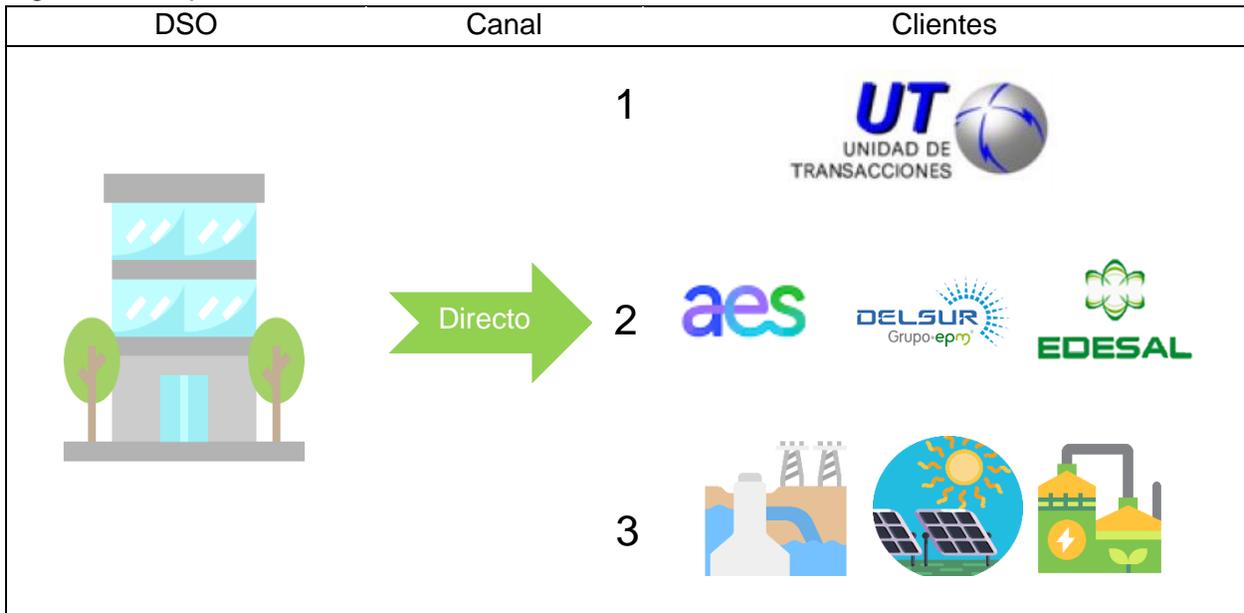
No.	Servicio	Canal	Descripción
1	Operación del sistema de distribución y mercado minorista a través de la programación realizada por la Unidad de Transacciones.	Directo	Se efectuará directamente con las empresas distribuidoras, se encontrará bajo algunas disposiciones o instrucciones que brinde la UT.

No.	Servicio	Canal	Descripción
2	Coordinación de los programas de mantenimiento de generación distribuida y distribución.	Directo	Los generadores y empresas distribuidoras realizarán mantenimientos, por lo cual deberán planificar los mantenimientos preventivos y efectuar notificaciones en caso de requerir un mantenimiento correctivo.
3	Supervisión de los generadores distribuidos.	Directo	Para ello, se requerirá información de la generación y otro tipo de parámetros, la comunicación será directa entre los generadores y el DSO.
4	Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones.	Directo	Las empresas distribuidoras compartirán información por los medios oficiales y acordados, posterior al análisis el DSO remitirá el informe a las distribuidoras y a la UT.
5	Generación de las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.	Directo	Recolectará y procesará información de los participantes de mercado minorista y la enviará a la UT (sin intermediarios).
6	Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.	Directo	Se efectuarán estudios periódicos a la red de distribución de las empresas distribuidoras, establecerán las condiciones técnicas, contractuales y económicas entre ambas partes.
7	Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.	Directo	La publicación de la información estadística la realizará en su sitio web según el formato que se acuerde.

Nota. Elaboración propia.

3.4.5 Esquema de distribución

Figura 40. Esquema de distribución de los servicios del DSO



Nota. Elaboración propia. Clientes: 1. Operador del Sistema y Administrador del Mercado Mayorista de electricidad. 2. Empresas distribuidoras. 3. Generadores distribuidos

3.4.6 Perfil del distribuidor

Para los servicios que el Operador del Sistema de Distribución (DSO) brindará en el sector eléctrico, según lo definido en la Tabla 47 con respecto al tipo de canal aplicado por cada servicio y la Figura 40 donde se encuentra el esquema de distribución para el DSO, se establece que éste no contará con intermediarios para la distribución de sus servicios hacia sus clientes ya que manejará un canal directo entre ellos.

4. Validación de supuestos

Los supuestos que se someterán a validación se definieron previo al estudio de mercado en el apartado 2 del romano III de este documento.

Supuesto 1

Los generadores distribuidos no se encuentran administrados por ninguna entidad, a diferencia de los generadores de mercado mayorista que son administrados por la Unidad de Transacciones.

ACEPTADO. Los generadores distribuidos no reciben instrucciones para operar de una empresa que desempeñe el rol de administrador y operador del sistema de distribución. Esto se constató por medio de la visita a la Planta de Biogás Agrocampestre y la visita a la empresa distribuidora DELSUR. En el caso de la visita a la planta de biogás se corroboró que en los casos donde ocurren interrupciones o fallas en el transporte o distribución de la electricidad no reciben ningún

tipo de instrucción para que apliquen medidas como el detener su generación lo que desencadena en pérdidas económicas para muchos generadores.

Supuesto 2

No existe un control de la generación de electricidad en el mercado minorista y esto ocasiona repercusiones negativas en el sector eléctrico.

ACEPTADO. La generación distribuida se encuentra en crecimiento desde el año 2016 y no existe un control en cuanto a la cantidad de electricidad que inyectan a la red de distribución desencadenando fenómenos como el vertimiento en mercado mayorista y los flujos inversos.

Supuesto 3

Las salas de control propiedad de las empresas distribuidoras son suficientes para el monitoreo de los generadores distribuidos.

RECHAZADO. Las salas de control de las empresas distribuidoras no realizan un monitoreo de los generadores distribuidos debido a que principalmente sus procesos se encuentran enfocados en monitorear el suministro de electricidad hacia los usuarios finales, atender fallas en el suministro, coordinar los planes de mantenimiento y/o expansión de la red de distribución. Sin embargo, por poseer gran cantidad de generadores distribuidos interconectados a sus redes deben aplicar procesos para gestionar el mantenimiento de sus plantas y el vertimiento.

Supuesto 4

La información de la generación de electricidad de mercado minorista no se maneja en tiempo real.

ACEPTADO. La generación de electricidad en mercado minorista no se encuentra disponible en tiempo real para que la población la consulte, como en el caso del mercado mayorista, donde la Unidad de Transacciones comparte en su sitio web las variables en tiempo real. En la Figura 41 se visualizan algunas de las variables que la Unidad de Transacciones comparte sobre la operación en tiempo real del mercado mayorista de electricidad en El Salvador, entre las variables se encuentran la frecuencia, demanda, generación total, generación fotovoltaica, generación eólica, intercambio neto, entre otras.

Figura 41. Variables en tiempo real de la operación de mercado mayorista



Nota. Tomado de *Operación en tiempo real*, por Unidad de Transacciones, 2023, (<https://www.graficostr.ut.com.sv/>)

Supuesto 5

La capacidad instalada de los generadores distribuidos creció en un 10% desde el año 2020 a 2021.

RECHAZADO. El crecimiento de la capacidad instalada fue superior al 10% considerado en el supuesto. En total creció un 21%, esto según los datos presentados en la Tabla 48 los cuales fueron tomados del apartado 3.1.3 *antecedentes del mercado consumidor*. El tipo de central que creció más fueron las centrales fotovoltaicas porque en el año 2020 tenían de capacidad instalada 255.46 MW, pero en 2021 ya tenían 310.16 MW con un crecimiento de 54.7 MW, lo cual representa el 21%. Para las centrales de biomasa no se coloca una variación debido a que para el año 2020 no se tenía registradas plantas en mercado minorista con ese tipo de recurso, sin embargo, para el 2021 ya se tenían 11.0 MW de capacidad instalada.

Tabla 48. Variación de la capacidad instalada (MW) de los GD del año 2020 al 2021

Tipo de central	2020	2021	Variación
Centrales de biogás	6.85	6.30	-8%
Pequeñas centrales hidroeléctricas	21.10	19.17	-9%
Centrales fotovoltaicas	255.46	310.16	21%
Centrales de biomasa		11.00	
Centrales térmicas	13.99	13.99	0%
Total capacidad (MW)	297.40	360.62	21%

Nota. Elaboración propia. Datos tomados de la Tabla 14 de este documento.

Supuesto 6

La generación de electricidad en MWh de mercado minorista creció en un 30% en el periodo de 2017 a 2021.

RECHAZADO. La generación de electricidad en mercado minorista fue superior al 30%, para rechazarlo se consideraron los datos de las ventas totales realizadas por los generadores distribuidos los cuales se detallan en la Tabla 49. Es importante destacar que el crecimiento de las ventas no refleja el verdadero crecimiento de la generación o producción de electricidad, porque muchos de los generadores producen electricidad para autoconsumo y no únicamente para venderla, sin embargo, es el único parámetro disponible para determinar si hubo un crecimiento de la generación de electricidad. El crecimiento de las ventas del año 2021 con respecto al año 2017 fue del 138%, lo que permite asegurar que el crecimiento de la generación de electricidad fue igual o superior al 138%.

Tabla 49. Variación de las ventas totales (MWh) de los GD del año 2017 al 2021

Ventas (MWh)	2017	2021	Variación
GDRNC	174,484	531,494	204.6%
PCH	85,079	86,193	1.3%
Ventas totales	259,563	617,687	138.0%

Nota. Elaboración propia. Datos tomados de la Tabla 15 de este documento. GDRNC: Generadores distribuidos renovables no convencionales y PCH: Pequeñas centrales hidroeléctricas.

Supuesto 7

El 80% de los generadores distribuidos no utilizan un sistema SCADA para monitoreo y control de sus unidades de generación.

RECHAZADO. El porcentaje de generadores distribuidos que no utilizan SCADA es superior al establecido en el supuesto. Para determinar si se acepta o rechaza se tomaron los datos de la cantidad de generadores distribuidos de la Tabla 17 del apartado 3.1.5 *determinación del tipo de muestreo* aplicado al mercado consumidor debido a que no se tiene disponible la cantidad específica de generadores que poseen este tipo de tecnología, sin embargo se infiere que los APR y UPR no requieren de ese tipo de tecnología por lo cual se agruparon en una sola fila de la Tabla 50, asimismo se agruparon los GDR y GDT debido a que es más probable que ellos si requieran de un SCADA para la generación de electricidad. Por lo tanto, se obtuvo que el 82% de los generadores distribuidos no utilizan un sistema SCADA, mientras que el 18% es probable que lo utilicen.

Tabla 50. Cantidad de generadores agrupados a fecha 2021

Generadores distribuidos	Cantidad	Porcentaje
APR Y UPR	541	82%
GDR Y GDT	119	18%
Total	660	100%

Nota. Elaboración propia. Datos tomados de la Tabla 21 de este documento. APR: Auto Productor Renovable, UPR: Usuario Final Productor Renovable, GDR: Generador Distribuido Renovable y GDT: Generador Distribuido Térmico.

Supuesto 8

En el país, al año 2022 se encuentran en funcionamiento 40 electrolinerías para uso de medios de transporte eléctricos, como parte de los esfuerzos para lograr la transición energética.

RECHAZADO. La cantidad de electrolinerías en funcionamiento es inferior a 40. De acuerdo con la visita realizada a la empresa Distribuidora DELSUR se constató que ellos como empresa tienen instaladas 2 electrolinerías, una dentro en las instalaciones de la empresa y otra en Plaza Malta, ésta última es de acceso público. Grupo AES cuenta con 4 electrolinerías de acceso público y 8 para su flota de vehículos, pero con planes de instalar 50 electrolinerías en alianza con Blink Charging según una noticia publicada en los medios de comunicación en el mes de agosto del año 2022. Adicionalmente, se cuenta con 2 de Banco de América Central, 2 de Blink Charging, 1 de Texaco la Skina. En total, se cuentan con 19 electrolinerías en el país, de estas únicamente 10 son de acceso público.

5. Resultados del estudio de mercado

Los resultados del estudio de mercado se plantean con relación a los cuatro objetivos y nueve preguntas planteadas en la Tabla 12.

Objetivo 1. Analizar el impacto que ocasiona la generación distribuida en la cadena del sector eléctrico para la identificación de la necesidad de un DSO.

Se determinó que al mes de septiembre de 2021 se encuentran seiscientos sesenta generadores distribuidos interconectados en las redes propiedad de las ocho empresas distribuidoras en el país. La capacidad instalada de los generadores ha crecido desde el año 2015 al año 2021 en un 752.7 % ocasionado principalmente por las centrales fotovoltaicas, esto confirma que en la cadena del sector eléctrico se ha visto reflejado dicho incremento, por la oferta y disponibilidad de energía eléctrica en las redes de distribución, desencadenando así problemáticas como el vertimiento de generación base en mercado mayorista y los flujos inversos, ambos problemas provocados por los excedentes de energía a causa de la generación distribuida.

Objetivo 2. Describir la operación de algunos generadores distribuidos para el establecimiento del tipo de control que efectuaría el DSO.

El proceso de generación de energía eléctrica dependerá del tipo de recurso que se aproveche y del tipo de tecnología que éste implemente. Para el estudio del mercado consumidor se tuvo acceso a una planta de generación renovable que utiliza recursos orgánicos y asimismo un tipo de tecnología avanzada que permite la automatización del proceso de generación. Se pudo identificar que los medios de comunicación entre diferentes actores del sector eléctrico no siempre será el mismo, porque algunos generadores no poseen tecnología tan avanzada (no se conoce el dato de cuantos generadores distribuidos poseen tecnología avanzada como los sistemas SCADA), sin embargo, existen otros medios como radios, teléfonos y correo electrónico que permiten el flujo de información entre ellos.

Objetivo 3. Determinar los beneficios que se obtendrían por la incorporación de un DSO en la estructura del sector eléctrico para la administración y operación del mercado minorista.

De implementarse el DSO los servicios que éste ofrecerá en el sector eléctrico otorgarán múltiples beneficios como los siguientes:

1. Centralización de la operación del sistema de distribución.
2. Implementación de protocolos por parte de los generadores distribuidos ante eventos de interrupciones o fallas en el sistema eléctrico nacional.
3. Flujos de información entre operadores en tiempo real (si aplica).
4. Supervisión de los generadores distribuidos.
5. Punto de equilibrio entre la oferta y demanda por la minimización de los excedentes de energía eléctrica en mercado minorista.
6. Crecimiento planificado de los generadores distribuidos.
7. Restablecimiento del servicio ante la respuesta temprana de fallas o interrupciones.
8. Servicio de electricidad a usuarios finales dentro de los rangos de calidad establecidos en la normativa.
9. Implementación y uso de nuevas tecnologías (electromovilidad), implica el aseguramiento de que la oferta suple la demanda de electricidad de las electrolineras.
10. Equilibrio de oferta y demanda en mercado minorista.

Objetivo 4. Describir los procesos que ejecutan las salas o centros de control de algunos operadores del sistema eléctrico para la identificación de los que se incluirían en el diseño del DSO.

Únicamente DELSUR fue quien brindó la disponibilidad de atención para una visita a su sala de control, por tal razón solo se obtuvo acceso a la sala de control de ellos. En esta sala se llevan a cabo los procesos de monitoreo de la red, atención de fallas, continuidad del servicio, consignación de líneas para mantenimiento y expansión de la red. También, aplican procesos para la mejora continua entre los que destacan la atención de clientes industriales, atención de clientes críticos (escuelas, hospitales, centros de gobierno), procesos de reporte e ingreso de información. Adicionalmente ejecutan procesos para el manejo de la generación distribuida como la gestión del vertimiento y la gestión de mantenimiento de las plantas de la generación distribuida.

5.1. Problemáticas

A partir de los resultados obtenidos del estudio de mercado realizado se pueden identificar que las principales problemáticas en el mercado minorista de electricidad son:

1. Operación del sistema de distribución descentralizada (cada empresa distribuidora lo realiza actualmente).
2. Ausencia de instrucciones a implementar por los generadores distribuidos ante eventos de interrupciones o fallas en el sistema eléctrico nacional.
3. Flujos de información inexistentes o deficientes entre operadores (generadores distribuidos, distribuidoras, entre otros).
4. Desconocimiento de la generación de electricidad en mercado minorista.
5. Excedentes de energía eléctrica en mercado minorista que desencadenan problemáticas en mercado mayorista como el vertimiento de generación base.
6. Crecimiento descontrolado de los generadores distribuidos.
7. Respuesta tardía ante fallas o interrupciones del servicio.
8. Indicadores de la calidad del servicio que superan los límites permitidos.
9. Avances pequeños en la adopción de nuevas tecnologías (electromovilidad) como parte de la transición energética.
10. Desequilibrio de oferta y demanda en mercado minorista.

Con base al estudio de mercado y a asesorías con expertos sobre el sector eléctrico se determina que el problema central es el **desequilibrio de oferta y demanda en mercado minorista** debido a que la mayoría de los problemas enlistados previamente se encuentran relacionados con las variables principales del problema central, como lo son la oferta y demanda, la oferta representa las inyecciones que realizan los generadores distribuidos y la energía que se compra a mercado mayorista, mientras que la demanda representa el consumo de energía eléctrica de los usuarios finales.

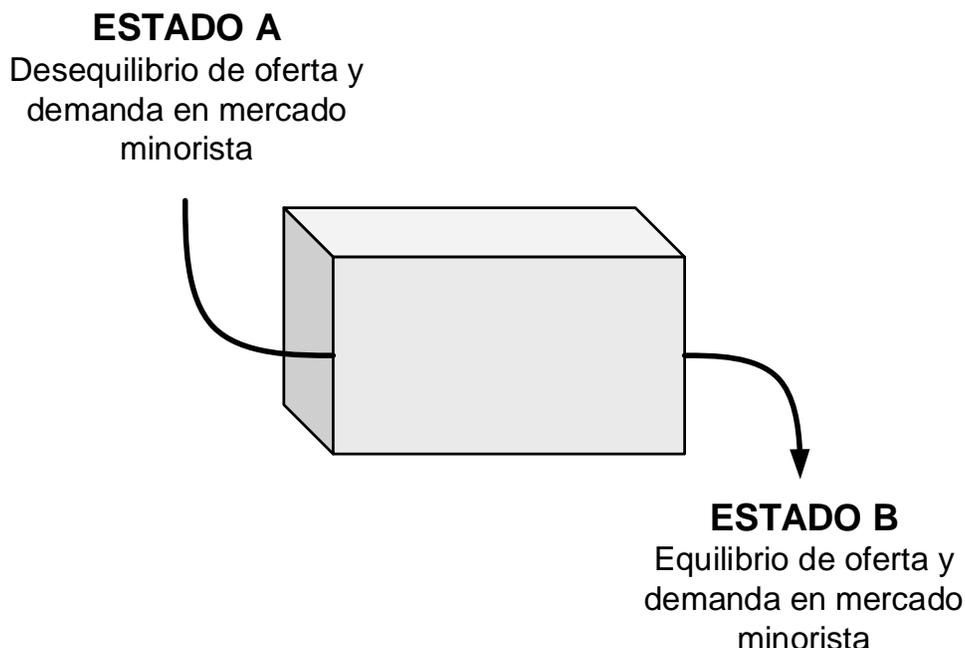
6. Planteamiento del problema

Como se definió en la metodología de la investigación, se utilizarán dos técnicas: la caja negra y el árbol de problemas.

6.1. Aplicación de la técnica de la caja negra

Para la aplicación de esta técnica se retoma la problemática central identificada en los resultados del estudio de mercado y se toman en cuenta los datos reportados por la Unidad de Transacciones con respecto al vertimiento de generación base ya que dicho fenómeno es ocasionado por el desequilibrio entre oferta y demanda del sector eléctrico en general, los datos pueden consultarse en el Análisis de relación entre mercado mayorista y minorista del prediagnóstico de este documento, por lo cual en la Figura 42 se plantea el estado actual (ESTADO A) y el estado futuro o deseado (ESTADO B), asimismo, en la Tabla 51 se presentan las respectivas variables de entrada, salida y solución.

Figura 42. Técnica de la caja negra



Nota. Elaboración propia.

Tabla 51. Variables de entrada y salida

VARIABLES DE ENTRADA
1. Cantidad de generadores distribuidos
2. Cantidad de inyecciones de los generadores distribuidos
3. Mercado del sector eléctrico
4. Área geográfica
5. Tipo de tecnología implementada en el sector eléctrico
6. Política energética nacional
7. Costos de energía eléctrica de la factura consumidor final
8. Funciones del Operador del Sistema y Administrador del Mercado Mayorista
9. Disposiciones regulatorias existentes en el sector eléctrico
10. Grado de control de las inyecciones en mercado minorista
11. Consumo de energía eléctrica de los usuarios finales (demanda)

12. Sistema de transporte de energía eléctrica

VARIABLES DE SALIDA

1. Tiempo de respuesta de las interrupciones del servicio de energía eléctrica
2. Grado de cumplimiento de la política energética nacional
3. Punto de equilibrio de la oferta y demanda de energía eléctrica
4. Nivel de comunicación con los generadores
5. Nivel de seguridad y calidad del servicio de energía eléctrica

VARIABLES DE SOLUCIÓN

1. Proyecciones de crecimiento de los generadores distribuidos
2. Medios para comunicación entre operadores
3. Ajuste de los costos de energía eléctrica de la factura de consumidor final*
4. Métodos de control para los generadores distribuidos
5. Actualización de disposiciones regulatorias del sector eléctrico*
6. Relación con el Operador del Sistema y Administrador del Mercado Mayorista
7. Funciones del Operador del Sistema y Administrador del Mercado Minorista

Nota. Elaboración propia. *La actualización de las disposiciones regulatorias y el ajuste de los costos de energía eléctrica de la factura de consumidor final se encuentra fuera del alcance de este proyecto, sin embargo, se considera en las variables de solución debido a son variables claves para el cambio de Estado A al Estado B.

Enunciado del problema

¿Cómo lograr el equilibrio de la oferta y demanda del sector eléctrico a nivel de mercado minorista, si la estructura del sector actual no contempla las funciones de operar el sistema distribución en tiempo real y administrar las inyecciones que realizan los generadores distribuidos en la red de distribución?

6.2. Aplicación de la técnica árbol de problemas y objetivos

6.2.1. Árbol de problemas

El Árbol de problemas se utiliza para identificar la naturaleza y contexto de la problemática que se pretende resolver mediante una estrategia, programa, proyecto, entre otros. El árbol de problemas está compuesto por tres partes: tronco, raíces y hojas. Las raíces representan las causas y el origen de los problemas, el tronco representa el problema central y las hojas representan las consecuencias.

En la Figura 43 se ha aplicado esta técnica, identificando como problema central el "Desequilibrio de la oferta y demanda de mercado minorista", las causas de este problema se han establecido en dos niveles, donde el primer nivel representa problemas específicos y el segundo nivel representa problemas que engloban a los problemas específicos. Las consecuencias incluyen la misma cantidad de niveles de desagregación que las causas.

En el desarrollo de la técnica se han incluido los 10 problemas enlistados en los resultados del estudio de mercado, algunos de los problemas se han identificado como causas y otros como consecuencias del problema central. La aplicación de la técnica no se limitó a los problemas antes mencionados ya que a partir del análisis realizado se han incorporado otros.

6.2.2. Árbol de objetivos

En la Figura 44 se ha aplicado esta técnica, la cual se deriva del planteamiento realizado en el árbol de problemas de la Figura 43.

Esta técnica reúne los medios y alternativas para solucionar el problema principal. Gracias a ello, se logra una visión positiva de las situaciones negativas que aparecían en el árbol de problemas, aunque utilice la misma estructura.

Figura 43. Árbol de problemas

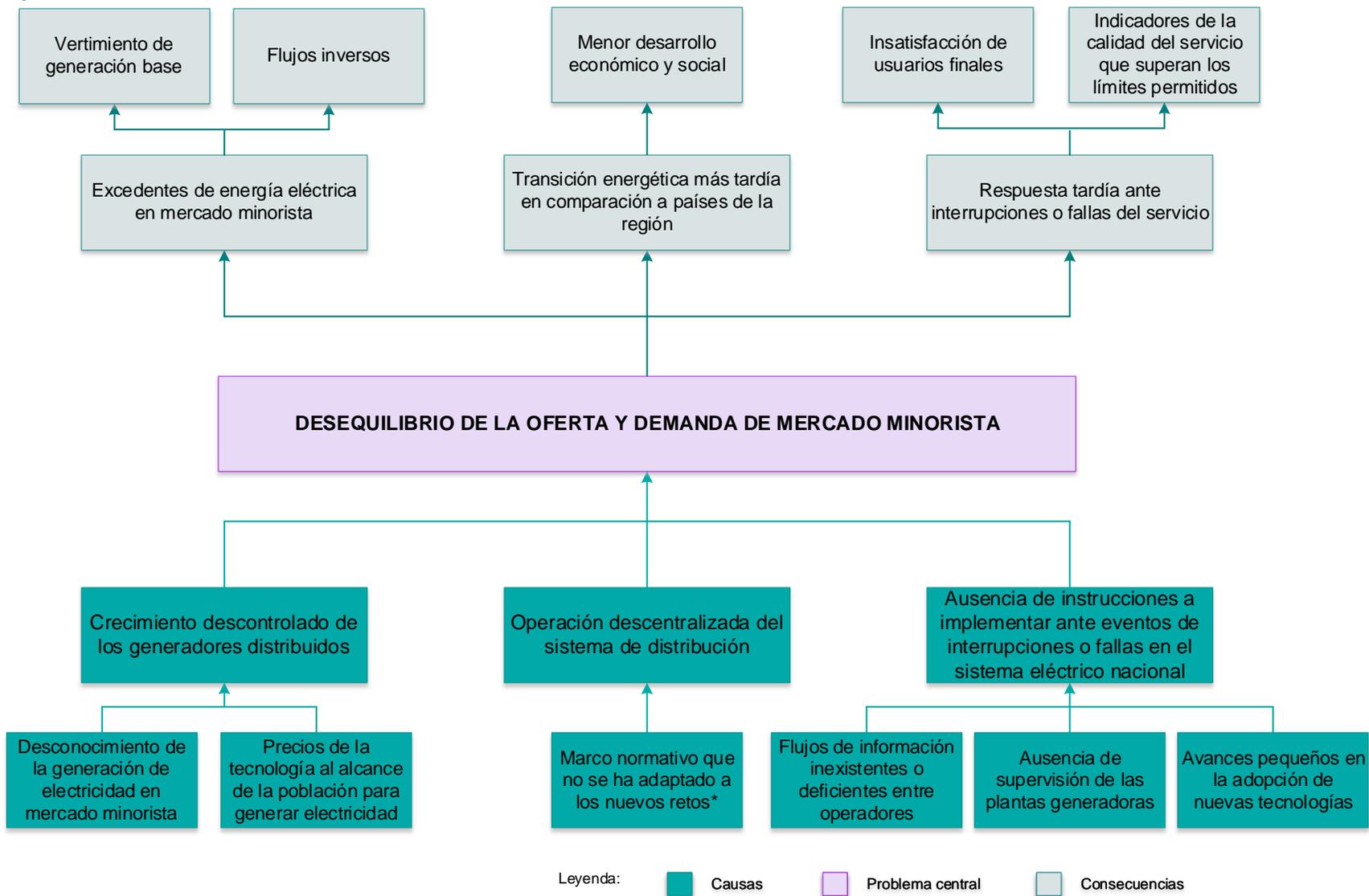
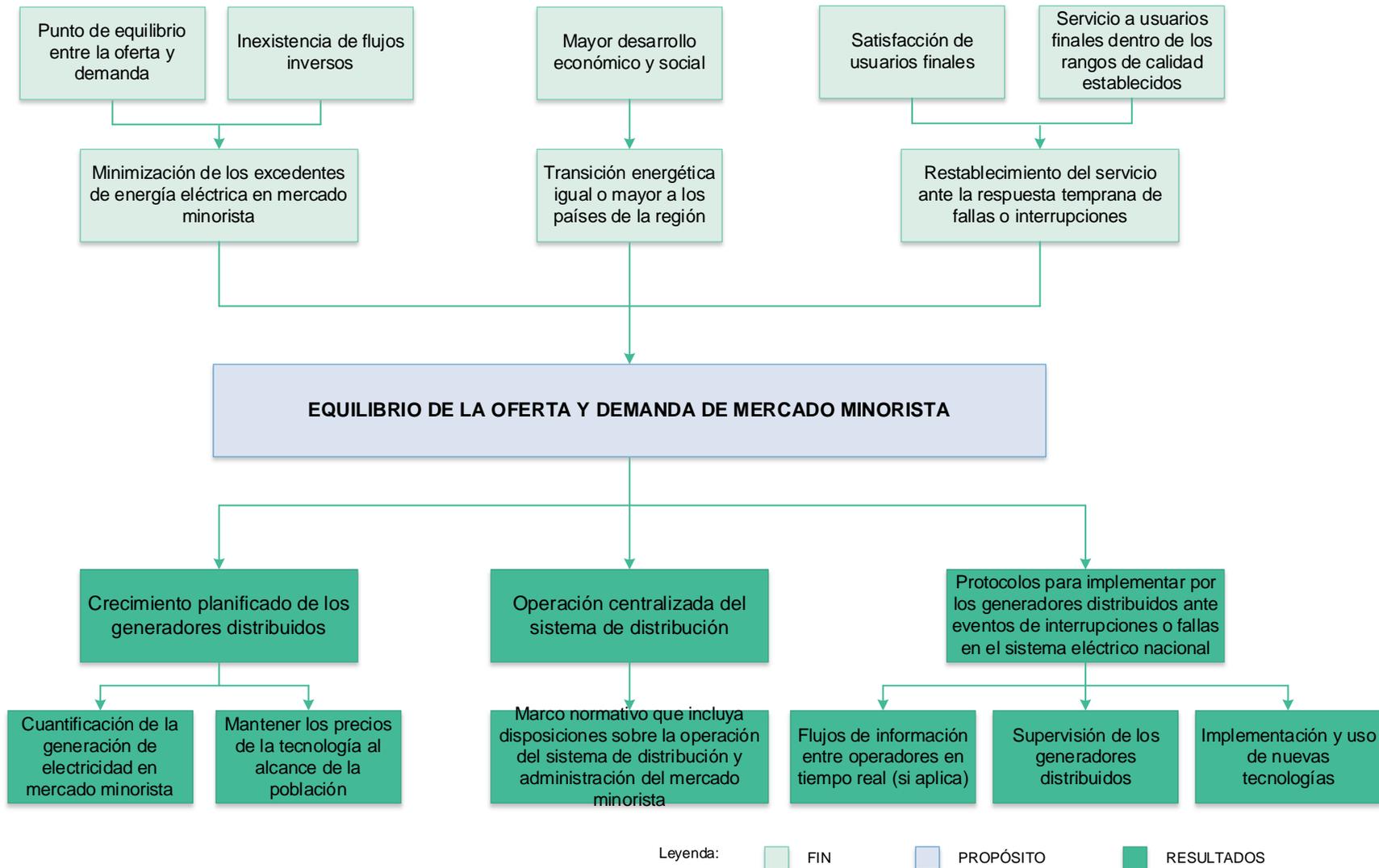


Figura 44. Árbol de objetivos



7. Propuesta de solución al problema

7.1. Alternativas

La generación de alternativas se realiza desde el punto de vista de la necesidad de una entidad que administre el mercado minorista de electricidad y opere el sistema de distribución debido al aumento de generadores distribuidos y la ausencia de control en la operación de los mismos. Las alternativas a analizar se presentan en la Figura 45.

Figura 45. Alternativas de solución a la problemática

ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
<ul style="list-style-type: none">•Reestructuración del sector eléctrico con la incorporación de un Operador del Sistema de Distribución (DSO) independiente jurídicamente a todas las empresas existentes de dicho sector.	<ul style="list-style-type: none">•Actualización del diseño organizacional de la Unidad de Transacciones* para que se incorpore una unidad orgánica con el enfoque del DSO.

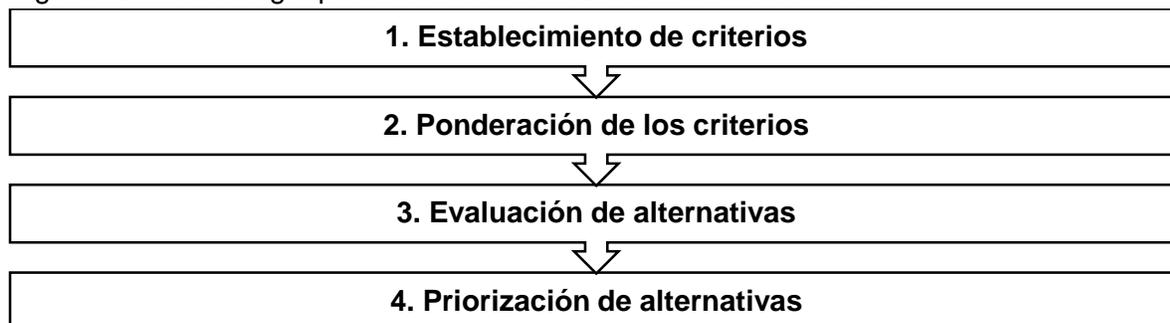
Nota. Elaboración propia. *La unidad de transacciones actúa como Operador del Sistema de Transmisión y Administrador del Mercado Mayorista de electricidad.

Es importante destacar que con la alternativa No.1 se pretende que el DSO sea independiente en cuanto a la estructura organizacional de cualquier empresa que forme parte del sector eléctrico, mientras que con la alternativa No. 2 existirá una dependencia ya que el DSO sería como una unidad orgánica de la Unidad de Transacciones, la cual tiene asignadas las funciones de Operar el Sistema de Transmisión y Administrar el mercado mayorista de electricidad.

7.2. Evaluación

Para evaluar las alternativas de solución establecidas en la Figura 45 se aplicará la técnica multicriterio denominada Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), tal como se definió en el componente 10 “proponer solución al problema” de la metodología de la investigación, por lo que en la Figura 46 se establecen los pasos necesarios para la aplicación de dicha técnica.

Figura 46. Metodología para la evaluación de alternativas de solución

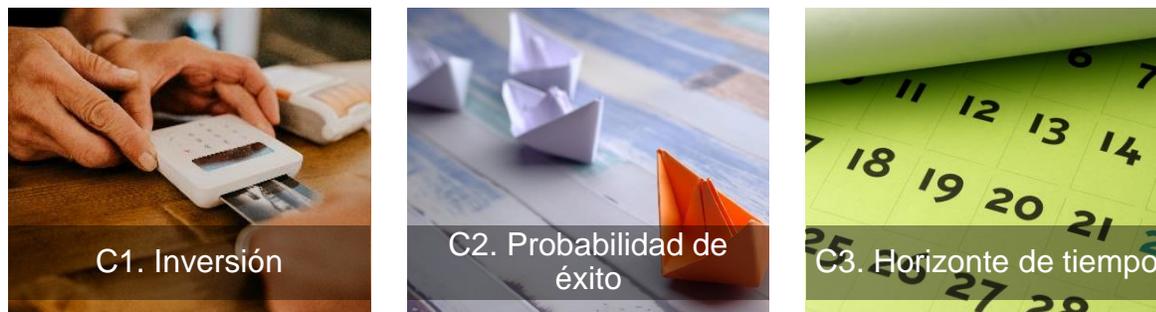


Nota. Elaboración propia

1. Establecimiento de criterios

En la Figura 47 se representan las variables o criterios considerados para ponderar y tomar la decisión de cuál será la alternativa de solución al problema.

Figura 47. Criterios para la evaluación de las alternativas de solución



Nota. Elaboración propia.

La estimación de la inversión en la Tabla 52 se realiza con base al costo de adquisición e instalación del sistema SCADA, el cual es necesario para la operación de un DSO. Asimismo, se contempla el costo de personal, infraestructura física y virtual como el uso de servidores para el almacenamiento y procesamiento de datos, entre otros.

Tabla 52. Datos estimados para cada criterio por alternativa.

Alternativa	Inversión US\$	Probabilidad de éxito	Horizonte de tiempo (meses)
ALTERNATIVA 1	6,000,000.00	0.90	18 meses
ALTERNATIVA 2	5,000,000.00	0.75	14 meses

Nota. Elaboración propia.

2. Ponderación de criterios

En la Tabla 53 se presenta la escala numérica para obtener la ponderación de cada criterio para la evaluación de las alternativas.

Tabla 53. Escala de ponderación de criterios y alternativas

Escala numérica	Escala verbal
1	Igualmente preferida
3	Moderadamente preferida
5	Fuertemente preferida
7	Muy fuertemente preferida
9	Extremadamente preferida

Nota. Tomado de escala de comparación SAATY.

Para la aplicación de la técnica de Proceso de Análisis Jerárquico AHP el evaluador debe tener claridad sobre la jerarquía que tendrán los criterios o alternativa, durante la evaluación de alternativas o criterios se pueden presentar dos casos:

Caso 1. Evaluación de dos criterios o alternativas iguales

- Cuando se evalúa un criterio o alternativa con respecto al mismo criterio o alternativa siempre se asignará el valor de 1, un ejemplo de lo anterior es que si se evalúa la preferencia del criterio inversión respecto al mismo criterio no existiría una preferencia y por lo tanto se asigna el valor de 1.

Caso 2. Evaluación de dos criterios o alternativas diferentes

- Cuando se evalúa por ejemplo el criterio probabilidad de éxito respecto al criterio inversión se define una escala numérica que represente su preferencia, continuando con la ponderación de los demás criterios se llegará el momento de que se evalúen los mismos criterios, pero cambiando su orden, es decir criterio inversión respecto a probabilidad de éxito, por lo cual será necesario que siempre se asigne la misma escala pero expresada de la siguiente manera: ponderación=1/escala numérica.

Tabla 54. Ponderación de criterios

Criterio	C1	C2	C3	Matriz normalizada			Ponderación
C1	1	1/9	1/5	0.07	0.09	0.02	0.06
C2	9	1	9	0.60	0.82	0.88	0.77
C3	5	1/9	1	0.33	0.09	0.10	0.17
Total	15	1.2	10.2	1.00	1.00	1.00	1.00

Nota. Elaboración propia. C1: Inversión, C2: Probabilidad de éxito, y C3: Horizonte de tiempo

Para mayor claridad de los cálculos efectuados en la Tabla 54, se presenta una explicación de la obtención de la ponderación más alta, esta explicación también aplicará para la evaluación de las alternativas en la Tabla 55, Tabla 56 y Tabla 57.

El evaluador debe comparar los criterios y asignar la escala numérica que estima conveniente. Por ejemplo, la probabilidad de éxito es extremadamente preferida que la inversión, por eso se asigna el valor de 9, sin embargo, la probabilidad de éxito comparada con la probabilidad de éxito será igualmente preferida por eso se asigna el valor de 1 debido a que el criterio "probabilidad de éxito" es comparado con el mismo, finalmente se compara la probabilidad de éxito con el horizonte de tiempo y se estima que es extremadamente preferida por lo que se asigna el valor 9.

En los valores de la matriz normalizada se toman los valores asignados por el evaluador y se dividen entre el total, utilizando la ecuación siguiente: $x = z/A$, donde "x" es la ponderación de la matriz normalizada, "z" son las valoraciones del evaluador y "A" la sumatoria o total de las valoraciones realizadas para cada criterio. Por ejemplo: $x_1 = 9/15 = 0.60$, $x_2 = 1/1.2 = 0.82$ y $x_3 = 9/10.2 = 0.88$. Obtenidos todos los valores de "x" de la matriz normalizada para el criterio probabilidad de éxito, se procede a obtener la ponderación para dicho criterio con la ecuación siguiente: $y = (x_1 + x_2 + x_3)/3$, donde "y" es la ponderación del criterio, sustituyendo las ponderaciones de la matriz normalizada se obtiene: $y = (0.60 + 0.82 + 0.88)/3 = 0.77$.

De acuerdo con la ponderación de los criterios realizada en la Tabla 54, se obtiene como resultado que el criterio que tiene mayor peso es la probabilidad de éxito (C2) con un 77%, seguido del horizonte de tiempo (C3) con un 17% y finalmente la inversión (C1) con el 6%.

3. Evaluación de alternativas

Inversión

Tabla 55. Evaluación de alternativas con el criterio inversión

Alternativa	ALT1	ALT2	Matriz normalizada		Promedio
ALT1	1	7	0.875	0.875	0.875
ALT2	1/7	1	0.125	0.125	0.125
Total	1.14	8	1	1	1.00

Nota. Elaboración propia. ALT1: Alternativa 1, ALT2: Alternativa 2.

Probabilidad de éxito

Tabla 56. Evaluación de alternativas con el criterio probabilidad de éxito

Alternativa	ALT1	ALT2	Matriz normalizada		Promedio
ALT1	1	9	0.90	0.90	0.90
ALT2	1/9	1	0.10	0.10	0.10
Total	1.11	10	1	1	1.00

Nota. Elaboración propia. ALT1: Alternativa 1, ALT2: Alternativa 2.

Horizonte de tiempo

Tabla 57. Evaluación de alternativas con el criterio horizonte de tiempo

Alternativa	ALT1	ALT2	Matriz normalizada		Promedio
ALT1	1	5	0.83	0.83	0.83
ALT2	1/5	1	0.17	0.17	0.17
Total	1.2	6	1	1	1.00

Nota. Elaboración propia. ALT1: Alternativa 1, ALT2: Alternativa 2.

4. Priorización de alternativas

Tabla 58. Prioridad de las alternativas evaluadas

Alternativa	C1	C2	C3	Total
ALT1	0.875	0.90	0.83	0.89
ALT2	0.125	0.10	0.17	0.11
Ponderación	0.06	0.77	0.17	1.00

Nota. Elaboración propia. C1: Inversión, C2: Probabilidad de éxito, C3: Horizonte de tiempo, ALT1: Alternativa 1, ALT2: Alternativa 2.

La priorización de alternativas presentada en la Tabla 58 se realiza con base a los promedios de las Tablas 55, 56 y 57, donde se han evaluado respectivamente los criterios inversión, probabilidad de éxito y horizonte de tiempo. Para calcular el Total de la Tabla 58 se retoma la ponderación de los criterios obtenida en la Tabla 54, donde el criterio que tiene mayor peso es

el horizonte de tiempo. El cálculo que se realiza para obtener el Total de cada alternativa es el siguiente:

$$Total = (Promedio_{C1} * Ponderación_{C1}) + (Promedio_{C2} * Ponderación_{C2}) + (Promedio_{C3} * Ponderación_{C3})$$

Sustituyendo los datos para la alternativa 1 y 2 se obtiene:

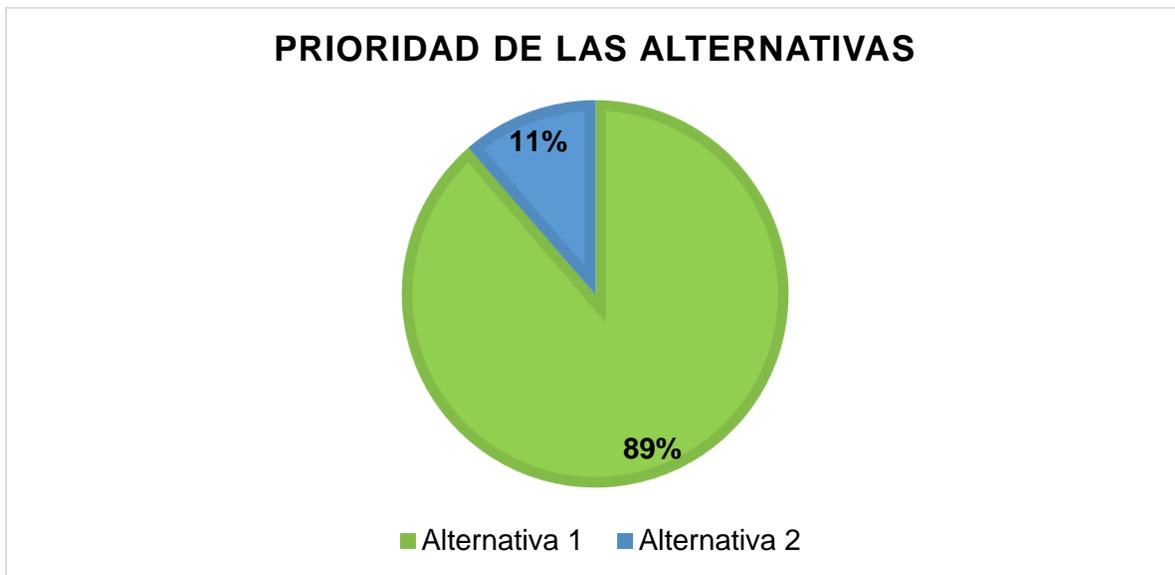
$$Total_{ALT1} = (0.875 * 0.06) + (0.90 * 0.77) + (0.83 * 0.17) = 0.89 = 89\%$$

$$Total_{ALT2} = (0.125 * 0.06) + (0.10 * 0.77) + (0.17 * 0.17) = 0.11 = 11\%$$

7.3. Selección

La selección de la alternativa de solución se realizará con base en los resultados de la prioridad de alternativas de la Tabla 58. Por lo tanto, los resultados se representan en el Gráfico 8.

Gráfico 8. Resultados de la evaluación de alternativas



Nota. Elaboración propia.

Según el Gráfico 8, la alternativa que tiene mayor prioridad es la alternativa 1 con un 89%, mientras que la alternativa 2 tiene únicamente el 11%, por lo tanto, en la Figura 48 se representa de color verde la alternativa 1 como la propuesta de solución al problema.

Figura 48. Alternativa seleccionada como solución al problema

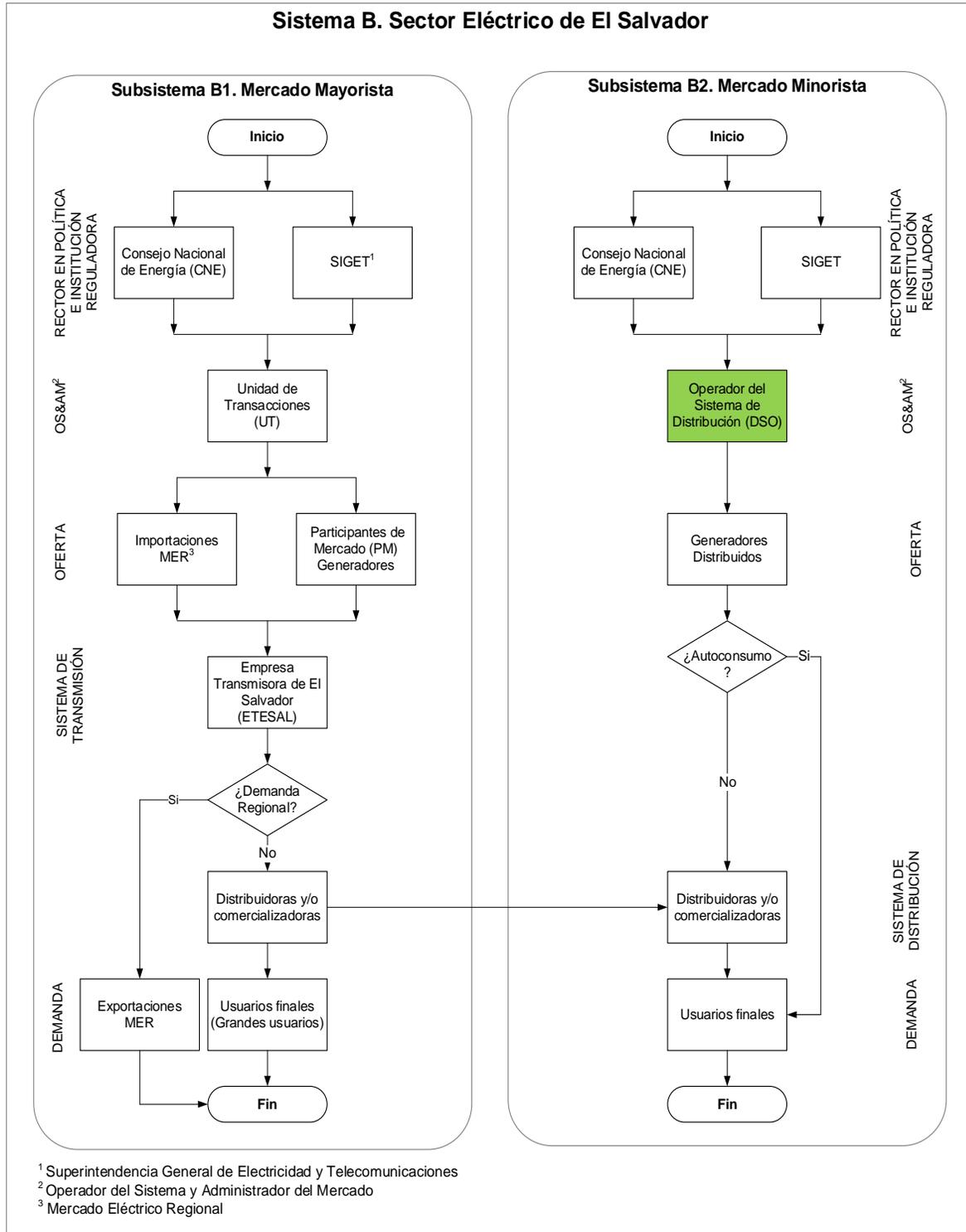
ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
<ul style="list-style-type: none">• Reestructuración del sector eléctrico con la incorporación de un Operador del Sistema de Distribución (DSO) independiente jurídicamente a todas las empresas existentes de dicho sector.	<ul style="list-style-type: none">• Actualización del diseño organizacional de la Unidad de Transacciones* para que se incorpore una unidad orgánica con el enfoque del DSO.

Nota. Elaboración propia.

*La unidad de transacciones actúa como Operador del Sistema de Transmisión y Administrador del Mercado Mayorista de electricidad.

8. Conceptualización del diseño

Figura 49. Reestructuración del sector eléctrico



Nota. Elaboración propia.

Reestructuración del sector eléctrico

La Figura 49 muestra la nueva estructura que adquiriría el mercado minorista con la incorporación de un Operador del Sistema de Distribución (DSO). Dicha incorporación busca crear un subsistema similar al del mercado mayorista con funciones adecuadamente definidas para cada participante. Tal como se ha mencionado anteriormente, la incorporación del DSO pretende generar un equilibrio de oferta y demanda en el mercado minorista con el fin de evitar, en la medida de lo posible, las repercusiones al mercado mayorista y así participar en un mercado eléctrico nacional con mayor control de sus actividades.

8.1. Propuesta de solución general

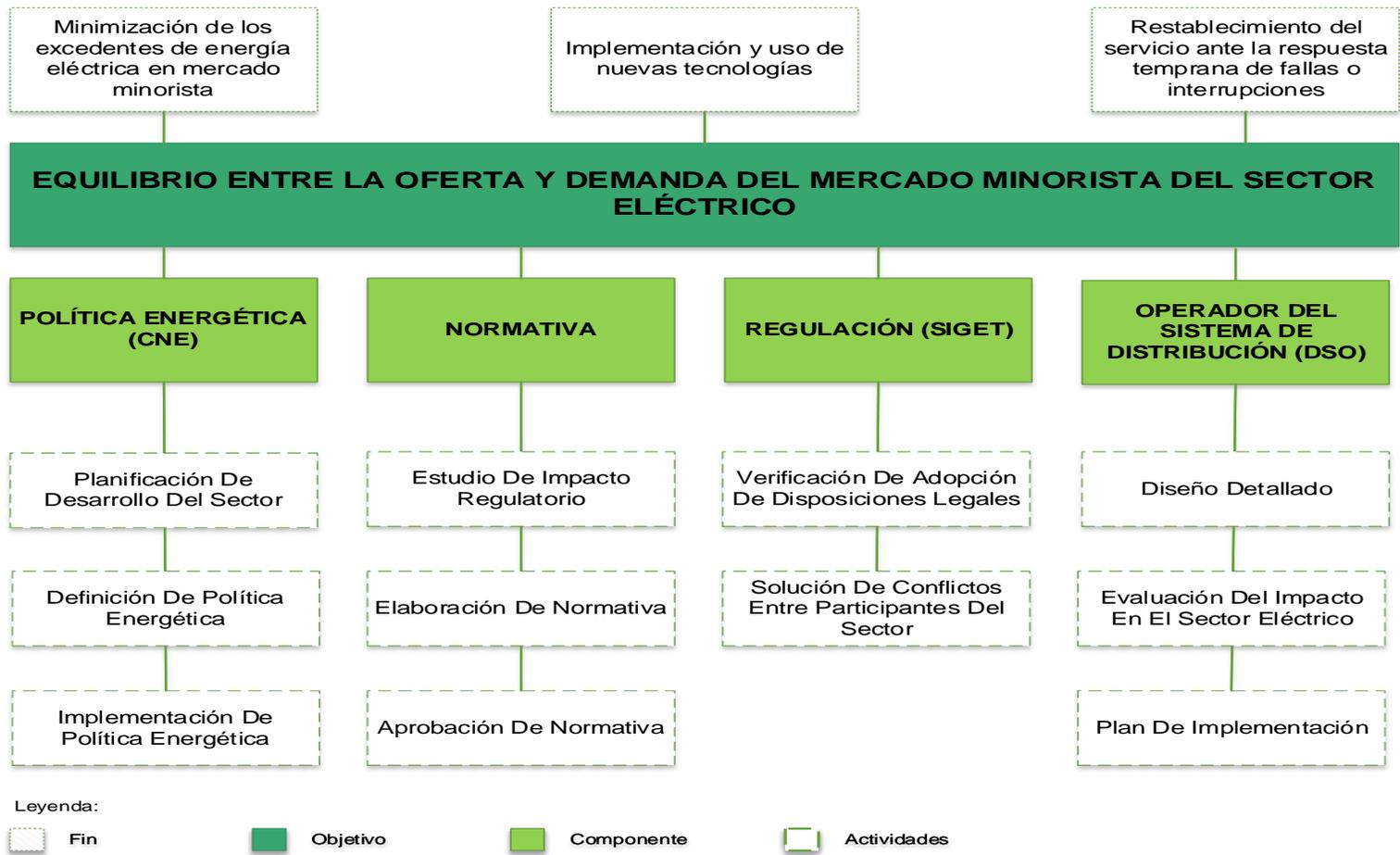
La propuesta de solución general parte del nuevo esquema que tendría el sector eléctrico por la incorporación de un DSO, tal como se representa en la Figura 49.

En la Figura 50 se representa gráficamente la propuesta de solución general, en donde se definen las actividades a desarrollar, los componentes de la solución, el objetivo y los fines de esta solución. Es importante destacar que para cumplir el objetivo de lograr el equilibrio entre la oferta y demanda del mercado minorista no únicamente tendrá actuación el Operador del Sistema de Distribución, sino que se requiere de otros actores que se involucren de acuerdo con el rol que desempeñan actualmente en el sector eléctrico.

El primero de los componentes de la solución general es la Política Energética Nacional, la cual es establecida por el Consejo Nacional de Energía, ellos deberán de efectuar la planificación del desarrollo del sector, establecer la política y aplicar las acciones necesarias para su implementación. El segundo componente es la normativa que establecerá las bases para que el DSO establezca sus funciones y le permita obtener los insumos necesarios para cumplirlas, por lo cual se deberá hacer un estudio de impacto regulatorio para la incorporación de un DSO, elaborar o redactar la normativa y llevar el proyecto de ley a su aprobación. Tercero, deberá aplicarse la regulación de todas las nuevas disposiciones legales, por lo cual la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones como regulador deberá de verificar que se cumplan las disposiciones legales y actuar como mediador para la solución de los conflictos entre los participantes del sector si los hubiere. Cuarto, el DSO tendrá dos funciones principales operar el sistema de distribución y administrar el mercado minorista, se deberá realizar el estudio para efectuar el diseño detallado de esta nueva entidad, asimismo contar con una evaluación del impacto que tendrá en el sector y desarrollar un plan para su implementación y puesta en operaciones.

Todo lo anterior, vendrá a aportar en el equilibrio de la oferta y la demanda de electricidad, pero en este proyecto se abordará el diseño del DSO, sin embargo, es importante considerar una perspectiva general de la problemática y la participación en la solución de diferentes participantes del sector.

Figura 50. Propuesta de solución general



Nota. Elaboración propia.

8.2. Propuesta de solución específica

La diferencia de la propuesta de solución general con respecto a la específica es que la propuesta general de la Figura 50 incluye diferentes componentes que se consideran esenciales para el logro del objetivo central y los fines, como lo son: (1) política energética alineada a las necesidades y retos del sector eléctrico, (2) normativa actualizada, (3) contar con la regulación del sector y (4) que exista un DSO que realice las funciones de operar el sistema de distribución y administrar el mercado minorista. Debido a que dentro de los alcances de esta investigación (“El objeto del estudio será el diseño de una empresa catalogada como un Operador del Sistema de Distribución (DSO) de energía eléctrica”) no se incluyen los primeros tres componentes se presenta una propuesta de solución específica que se centra exclusivamente en el componente cuatro de la propuesta de solución general.

Como propuesta de solución específica, en la Figura 51 se presenta la propuesta de un mapa de procesos para el Operador del Sistema de Distribución, los cuales se centran en las necesidades de los generadores distribuidos y las empresas distribuidoras. A partir del desglose realizado a nivel estratégico, operativo y de apoyo se pretende diseñar una empresa que brinde soluciones en términos atención de emergencias en el sistema de distribución de El Salvador, permita que los actores que cuentan con sistemas SCADA tengan un flujo de información en tiempo real, brinde aportes en la planificación del sector y en específico del mercado minorista, facilite los despachos de energía, gestione los flujos de energía para que se reduzca la ocurrencia de los fenómenos de vertimiento en mercado mayorista y realice los estudios para la adopción de nuevas tecnologías en materia de generación de electricidad con recursos renovables, electromovilidad y sistemas de almacenamiento de energía.

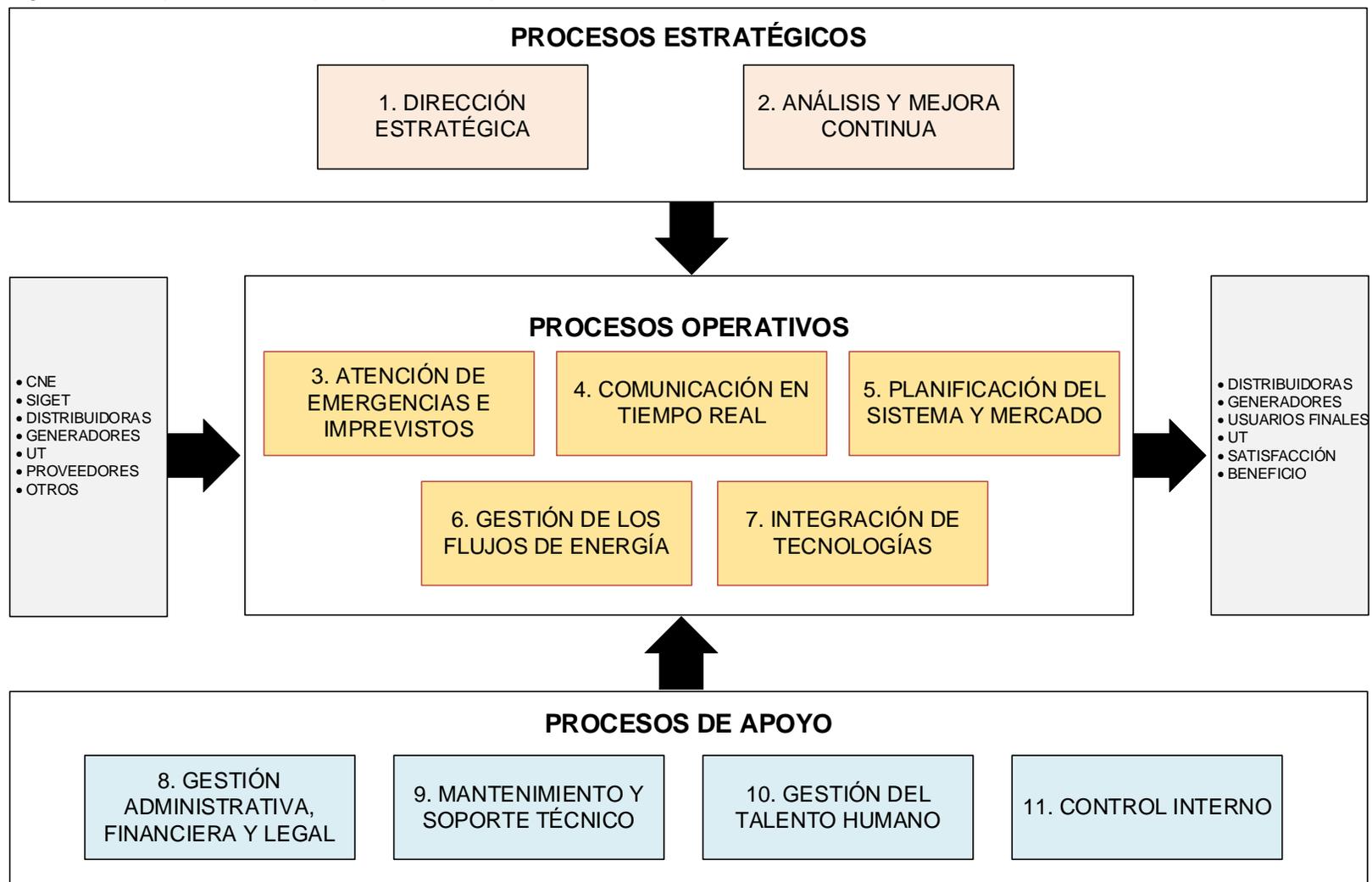
Para que se logre la ejecución de los procesos operativos el DSO contaría con procesos de apoyo, entre los que se proponen se encuentran: la gestión administrativa y financiera, mantenimiento y soporte técnico, gestión del talento humano y control interno.

Asimismo, es necesario que se cuente con procesos estratégicos que permitan dirigir a la empresa según el planeamiento estratégico que se realice, por lo cual se define el proceso de direccionamiento estratégico y también, se incluye un proceso enfocado hacia la mejora continua de todos los procesos que ejecute el DSO.

Para que el DSO pueda llevar a cabo los procesos, es esencial que obtenga insumos de los otros actores que tendrán relación directa o indirecta con él, por lo cual se definen como entradas, toda la información que las empresas distribuidoras, generadores distribuidos, CNE, SIGET, proveedores de equipo o tecnología, entre otros

En las salidas de los procesos, se encontrarán aquellos actores que serán beneficiados con los servicios que brinde, estos serían: empresas distribuidoras, generadores distribuidos, usuarios finales (aquellos que reciben el suministro de electricidad).

Figura 51. Propuesta de mapa de procesos para el DSO



Nota. Elaboración propia.

8.3. Análisis de consistencia

El análisis de consistencia es un instrumento que permite evaluar el grado de coherencia y conexión lógica entre los problemas y el diseño de la solución propuesta. Los problemas considerados en la Tabla 59 se tomaron de la Figura 50 de la aplicación de la técnica del árbol de problemas, mientras que los procesos operativos se tomaron del mapa de procesos de la Figura 51.

Tabla 59. Análisis de consistencia

Problema	Proceso Operativo
Operación del sistema de distribución descentralizada (cada empresa distribuidora).	Atención de emergencias e imprevistos, Comunicación en tiempo real, Planificación del sistema y mercado, Despacho, Gestión de los flujos de energía e Integración de tecnologías
Ausencia de instrucciones a implementar por los generadores distribuidos ante eventos de interrupciones o fallas en el sistema eléctrico nacional.	Atención de emergencias e imprevistos
Flujos de información inexistentes o deficientes entre operadores (generadores distribuidos, distribuidoras, entre otros).	Comunicación en tiempo real
Desconocimiento de la generación de electricidad en mercado minorista.	Comunicación en tiempo real Gestión de los flujos de energía
Excedentes de energía eléctrica en mercado minorista que desencadenan problemáticas en mercado mayorista como el vertimiento de generación base.	Comunicación en tiempo real Gestión de los flujos de energía
Crecimiento descontrolado de los generadores distribuidos.	Planificación del sistema y del mercado
Respuesta tardía ante fallas o interrupciones del servicio.	Atención de emergencias e imprevistos Comunicación en tiempo real
Indicadores de la calidad del servicio que superan los límites permitidos.	Atención de emergencias e imprevistos Comunicación en tiempo real
Avances pequeños en la adopción de nuevas tecnologías (electromovilidad) como parte de la transición energética.	Integración de tecnologías
Marco normativo que no se ha adaptado a los nuevos retos del sector eléctrico.	N/A*
Desequilibrio de oferta y demanda en mercado minorista.	Atención de emergencias e imprevistos, Comunicación en tiempo real, Planificación del sistema y mercado, Despacho, Gestión de los flujos de energía e Integración de tecnologías

Nota. Elaboración propia. *Se encuentra fuera del alcance del proyecto.

ETAPA 2. DISEÑO

1. LOCALIZACIÓN

El estudio de la localización consiste en identificar y analizar las variables denominadas fuerzas locacionales con el fin de buscar la localización en que estas fuerzas produzcan la máxima ganancia o el mínimo costo.

1.1. Macrolocalización

1.1.1. Base teórica

Consiste en decidir la zona general en donde se instalará el DSO. También se le denomina macrozona.

Propósito: encontrar la localización más ventajosa para la empresa o negocio que cubra los requerimientos y objetivos del proyecto.

Algunos de los factores a considerar son: transporte, mano de obra, materia prima, energía eléctrica, combustibles, agua, mercado, terrenos, facilidades de distribución, comunicaciones, condiciones de vida, leyes y reglamentos, clima, acciones para evitar la contaminación del medio ambiente, disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo, actitud de la comunidad, zonas francas, condiciones sociales y culturales, así como la oportunidad de crecimiento físico.

1.1.2. Método

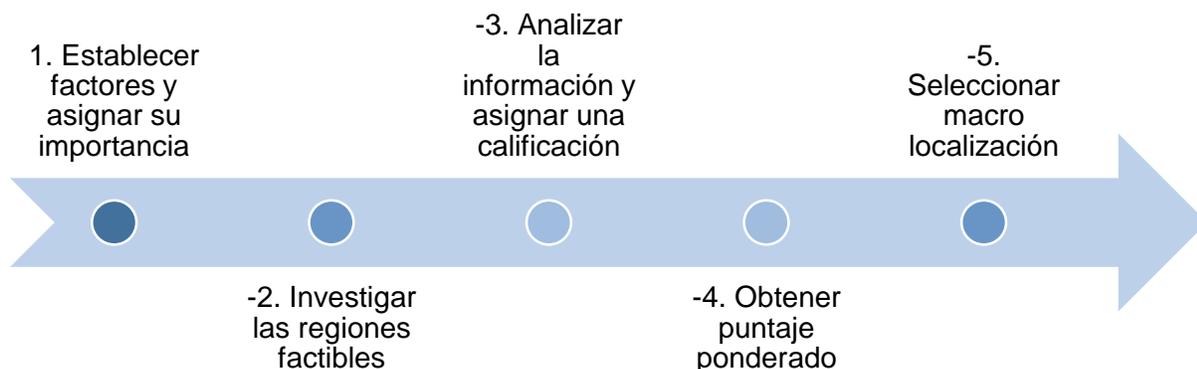
Para el estudio de macrolocalización, se hará uso del Método del Puntaje Ponderado, es una metodología cualitativa que se basa en el rol de los expertos.

1.1.3. Metodología

Para definir la macro localización es importante realizar un paso a paso estructurado de manera que se establezca y se obtenga información importante al ejecutar cada actividad. Dicha información permitirá evaluar y finalmente obtener la mejor ubicación para el DSO.

Las actividades que conforman la metodología se detallan en la Figura 52.

Figura 52. Metodología para definir la macro localización



Nota. Elaboración propia.

1.1.4. Aplicación de la metodología

La metodología está compuesta por 5 actividades a realizar, las cuales se aplican a continuación:

Actividad 1. Establecer factores y asignar su importancia

Factores

La elección de factores para una evaluación contribuye a producir resultados que pueden ser medibles y que a su vez permiten la toma de decisiones.

Considerando la cantidad de factores disponibles en el apartado 1.1.1. denominado base teórica, para la aplicación de la técnica de evaluación se eligen únicamente cuatro de ellos los cuales son la *oportunidad de crecimiento*, *cercanía con proveedores*, *disponibilidad de talento humano* y *accesibilidad a servicios públicos*. La elección de éstos cuatro se basa en la importancia que representan para el inicio de las operaciones del Operador del Sistema de Distribución, es decir, se pretende contar con oportunidades de crecimiento físico, talento humano especializado y acceso a servicios públicos de manera continua e ininterrumpida ya que la empresa tendrá injerencia a nivel nacional y se requerirá que sus operaciones sean ejecutadas las 24 horas del día durante los 7 días de la semana. Asimismo, la cercanía con los proveedores es de vital importancia ya que se requiere el suministro continuo de información e insumos.

Generalmente una empresa busca oportunidades de crecimiento físico, para lo cual debe contar con los recursos necesarios, entre estos la infraestructura física y tecnológica, en el caso de no contar con la infraestructura física debe disponer del espacio idóneo para poder ejecutar obras civiles.

Para llevar a cabo la operación y/o funcionamiento de la empresa se debe tener una cercanía con los proveedores, para realizar todo tipo de negociaciones contractuales.

Asimismo, la disponibilidad del talento humano es clave para el DSO, ya que será una empresa de carácter especializado y que brindará servicios a sus clientes 24 horas al día, los 7 días de la semana.

Por último, el contar con la accesibilidad a los servicios públicos como energía eléctrica, agua potable y recolección de desechos sólidos, es indispensable para que el talento humano se encuentre en condiciones óptimas y confortables en cada uno de sus lugares de trabajo.

Ponderación

La importancia de cada factor para el estudio de macro localización se definirá de acuerdo con la escala y puntuación establecida en la Tabla 60.

Tabla 60. Escala para medición de la importancia de cada factor.

Escala	Puntuación
Muy importante	0.5
Medianamente importante	0.3
Poco importante	0.1

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 61 se asigna la importancia o puntuación a cada uno de los factores definidos.

Tabla 61. Asignación de ponderación a factores

Factor	Puntuación o importancia
Oportunidad de crecimiento	0.3
Cercanía con proveedores	0.5
Disponibilidad de talento humano	0.5
Accesibilidad a servicios públicos	0.5

Nota. Elaboración propia.

Actividad 2. Investigar las regiones factibles

Para definir la macro localización, se trata de medir el atractivo de una región, de tal modo que sus características puedan ser cuantificables en la aplicación de la técnica de selección.

Inicialmente para la macro localización se cuenta con los 14 departamentos del país de los cuáles solo se eligen tres: *San Salvador, La Libertad y Cuscatlán*. La selección de éstos tres departamentos radica principalmente en su ubicación geográfica y sus actividades de negocios reconocidas a nivel nacional, es decir, en el desarrollo de este documento son considerados los 3 departamentos más estratégicos para ubicar al Operador del Sistema de Distribución.

Actividad 3. Analizar la información y asignar una calificación

En la Tabla 62 se define la escala utilizada para calificar las regiones factibles para el DSO, las calificaciones asignadas se encuentran en la Tabla 63.

Tabla 62. Escala para la calificación de las macro localizaciones factibles.

Escala	Calificación
Muy bueno	5
Regular	3
Malo	1

Nota. Elaboración propia.

Tabla 63. Calificación asignada a macro localizaciones factibles.

Factor	Importancia	Macro localizaciones		
		San Salvador	La Libertad	Cuscatlán
(1) Oportunidad de crecimiento	0.3	5	5	3
(2) Cercanía con proveedores	0.5	5	3	3
(3) Disponibilidad de talento humano	0.5	5	3	3
(4) Accesibilidad a servicios públicos	0.5	3	5	5

Nota. Elaboración propia.

Actividad 4. Obtener puntaje ponderado

Para obtener el puntaje ponderado se utiliza la Ecuación 3 donde se multiplica la importancia de cada factor por la calificación asignada a cada una de las macro localizaciones factibles.

$$y_i = x_i * z_i \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

y: puntaje ponderado para cada macro localización con respecto al factor en evaluación.

i: factores (1, 2, 3 y 4 según la Tabla 63).

x: porcentaje de importancia asignado a cada factor.

z: escala de calificación para cada macro localización.

Sustituyendo los datos en la Ecuación 3 para el factor “Oportunidad de crecimiento” y macro localización “San Salvador”, se obtiene:

$$y_1 = 0.3 * 5 = 1.5$$

Los resultados se muestran consolidados y sombreado en gris en la Tabla 64.

Tabla 64. Puntaje ponderado por macro localizaciones factibles.

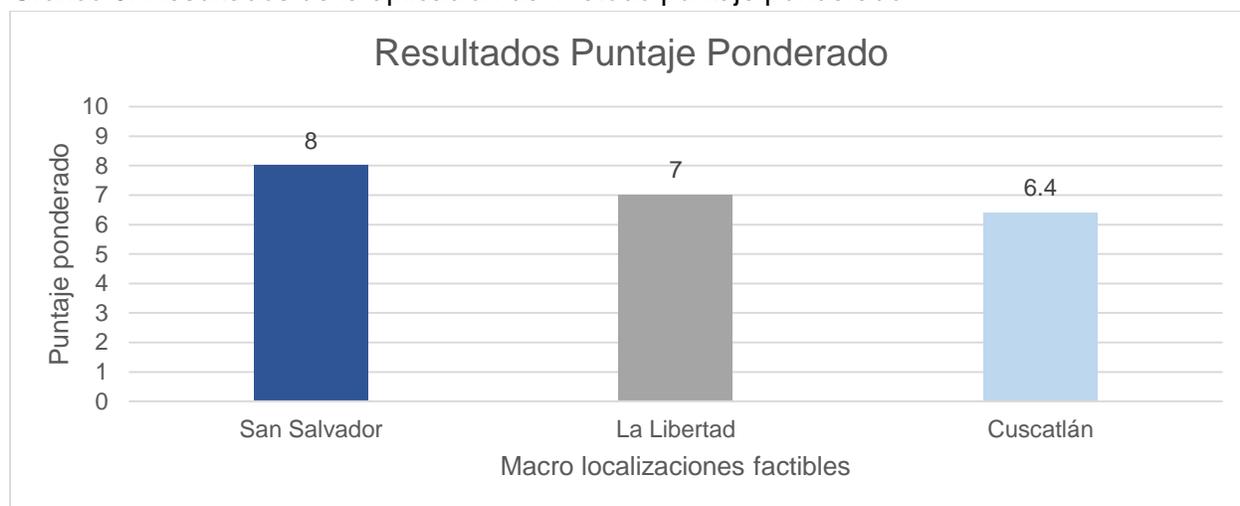
Factor	Importancia	Macro localizaciones					
		San Salvador		La Libertad		Cuscatlán	
Oportunidad de crecimiento	0.3	5	1.5	5	1.5	3	0.9
Cercanía con proveedores	0.5	5	2.5	3	1.5	3	1.5
Disponibilidad de talento humano	0.5	5	2.5	3	1.5	3	1.5
Accesibilidad a servicios públicos	0.5	3	1.5	5	2.5	5	2.5
Total		8.0		7.0		6.4	

Nota. Elaboración propia.

Actividad 5. Seleccionar macro localización

Para la selección de la macro localización del DSO, se considera el “Total” de la Tabla 64 para cada una de las macro localizaciones analizadas, a partir de dichos datos se elabora el Gráfico 9.

Gráfico 9. Resultados de la aplicación del método puntaje ponderado



Nota. Elaboración propia.

La macro localización que representa mayores ventajas y beneficios para el DSO es **San Salvador**, ya que obtuvo un resultado global de 8.0 puntos, dicho resultado tiene una diferencia de 1.0 y 1.6 puntos con los departamentos de La Libertad y Cuscatlán.

1.2. Micro localización

Para el estudio de micro localización se tomarán en cuenta los resultados del estudio de macro localización detallados en el apartado anterior, por lo tanto, se considerarán ubicaciones de San Salvador.

1.2.1. Base teórica

Se elige el punto preciso dentro de la macrozona en donde se ubicará definitivamente el DSO.

Propósito: definida la zona o población de localización se determina el terreno conveniente para la ubicación definitiva del proyecto dentro de la zona seleccionada con la macro localización.

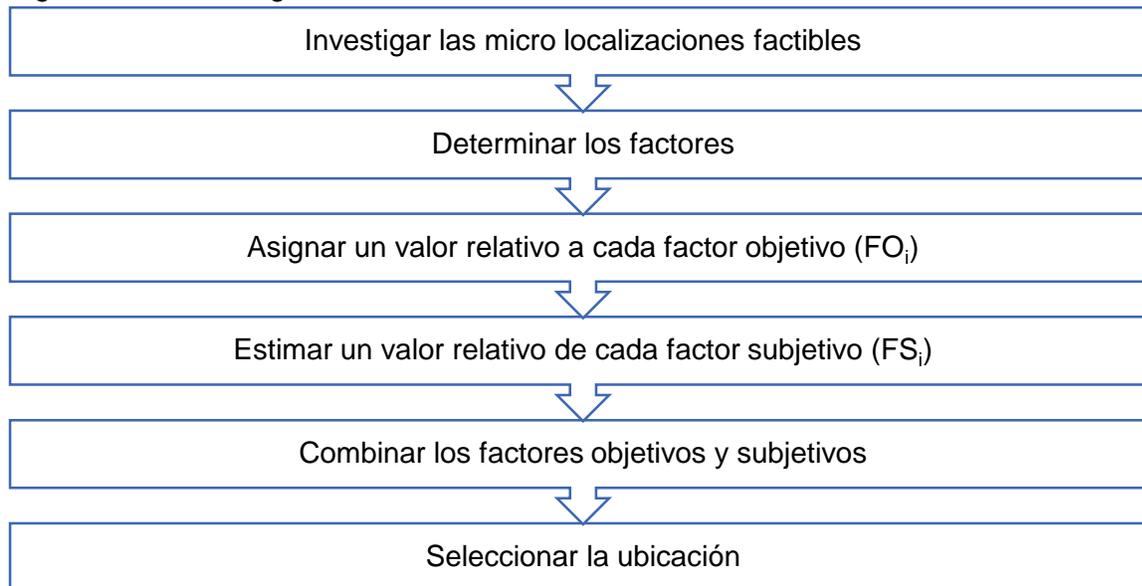
Algunos de los factores a considerar son: Localización urbana, suburbana o rural, transporte del personal, policía y bomberos, costo de los terrenos, cercanía a carreteras, cercanía al aeropuerto, cercanía al centro de la ciudad, disponibilidad de servicios, tipo de drenajes, condiciones de las vías urbanas y de las carreteras, disponibilidad de restaurantes, recolección de basuras y residuos, restricciones locales, impuestos, tamaño del sitio, forma del sitio, características topográficas del sitio, condiciones del suelo en el sitio.

1.2.2. Método

Para el estudio de micro localización, se hará uso del MÉTODO DE BROWN – GIBSON, este método combina factores posibles de cuantificar (factores objetivos) con factores subjetivos a los que se asignan valores ponderados de peso relativo.

1.2.3. Metodología

Figura 53. Metodología del MÉTODO DE BROWN – GIBSON



Nota. Elaboración propia.

1.2.4. Aplicación de la metodología

La metodología está compuesta por 6 actividades a realizar que se definieron en el apartado anterior, de las cuales se realiza su aplicación a continuación:

Actividad 1. Investigar las micro localizaciones factibles.

Considerando que fue el departamento de San Salvador el cual obtuvo un mayor resultado en la macrolocalización, las micro localizaciones consideradas son tres municipios: San Salvador, Mejicanos y Ayutuxtepeque. Éstos forman parte del área metropolitana de San Salvador lo cual se convierte en la razón principal para considerarlos como opciones para la aplicación del método de selección, pero también se considera importante su accesibilidad ya sea en transporte público o vehículo particular.

Actividad 2. Establecer los factores

Los factores para el análisis de micro localización se clasifican en factores objetivos y subjetivos.

a) Factores objetivos

Por el tipo de método a aplicar para la determinación de la micro localización, se incluyen factores que pueden cuantificarse, es decir que se tiene un estimado del costo en el que se incurrirá en un determinado periodo de tiempo, asimismo se incluyen únicamente cuatro factores como el costo de: edificio, acceso a internet, energía eléctrica y agua, estos factores serán claves para que el DSO pueda establecerse en una localización específica. A continuación, se realiza una descripción de los factores considerados para el análisis de micro localización:

- Costo de edificio: conlleva el alquiler de un edificio o infraestructura para ubicar las oficinas del DSO.
- Costo del acceso a internet: servicio que será brindado por la empresa de telecomunicaciones Claro y que debe tener excelente cobertura para que el funcionamiento del DSO no se vea interrumpido.
- Costo de energía eléctrica: el costo de este recurso dependerá del consumo de los equipos que se instalen en el DSO, asimismo la factura incluye el impuesto por la recolección de residuos o desechos sólidos.
- Costo de agua: el costo de este recurso dependerá de la cantidad de personas que trabajen en el DSO y por ende del consumo que estas tengan.

b) Factores subjetivos

Como factores subjetivos se consideran cuatro, estos se describen a continuación:

1. Localización urbana: la micro localización debe tener la disponibilidad de acceso a la luz eléctrica, acueducto y alcantarillado, calles pavimentadas, establecimientos comerciales, facilidades de comunicación telefónica e internet, y otras.
2. Seguridad: se sugiere que el DSO debería encontrarse ubicado en una zona libre de actividades ilícitas, así como de grupos delictivos. También poder acceder de forma sencilla a los servicios de otras instituciones estatales como la Policía Nacional Civil (PNC), hospitales, cuerpo de bomberos, entre otros.
3. Cercanía al centro de la ciudad: la micro localización debe estar cerca de las instituciones de gobierno, privadas y de los clientes del DSO.
4. Disponibilidad de restaurantes: acceso inmediato a servicios de comida para el personal del DSO.

c) Estimación del costo de los factores objetivos

Para el **factor objetivo de edificio** se identifica el costo mensual de acuerdo con los precios de mercado, el costo de alquiler de un edificio se encuentra en un rango desde los 4,000 hasta los 7,000. En la Tabla 65 se presenta el detalle de esta estimación.

Tabla 65. Detalle de la estimación de costos de edificio (cifras en US\$)

Alternativa de localización	Costo mensual	Costo anual
San Salvador	4,700	56,400
Mejicanos	4,500	54,000
Ayutuxtepeque	5,000	60,000

Nota. Elaboración propia.

Para los factores objetivos de **acceso a internet, energía eléctrica y agua** se hace una estimación considerando que el internet no debe presentar interrupciones y que la velocidad debe

ser elevada para que la recepción de los datos e información pueda ser en tiempo real, la energía eléctrica y agua se realiza con base a la cantidad de personal.

Estimado el costo para todos los factores, en la Tabla 66 se muestra un resumen de los costos mensuales para el análisis de micro localización.

Tabla 66. Costo mensual de los factores para análisis de micro localización

Factor \ Alternativa	San Salvador (US\$)	Mejicanos (US\$)	Ayutuxtepeque (US\$)
Edificio	4,700	4,500	5,000
Acceso a internet	2,500	2,600	2,600
Energía eléctrica	3,000	3,000	3,000
Agua	1,500	1,500	1,500
Costo total mensual	11,700	11,600	12,100

Nota. Elaboración propia.

Actividad 3. Asignar un valor relativo a cada factor objetivo

Para la asignación del valor relativo se utiliza la Ecuación 4:

$$FO_i = \frac{\frac{1}{C_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

FO: porcentaje relativo del factor objetivo

i: alternativa de localización

C: costo total mensual

$\sum_{i=1}^n$: sumatoria de los costos totales mensuales para cada localización.

Sustituyendo los datos en la Ecuación 4 para cada una de las alternativas de localización, se obtiene:

$$FO_{San\ Salvador} = \frac{\frac{1}{11,700}}{\left(\frac{1}{11,700}\right) + \left(\frac{1}{11,600}\right) + \left(\frac{1}{12,100}\right)} = \frac{0.0000855}{0.0002543} = 0.336$$

$$FO_{Mejicanos} = \frac{\frac{1}{11,600}}{\left(\frac{1}{11,700}\right) + \left(\frac{1}{11,600}\right) + \left(\frac{1}{12,100}\right)} = \frac{0.0000862}{0.0002543} = 0.339$$

$$FO_{Ayutuxtepeque} = \frac{\frac{1}{12,100}}{\left(\frac{1}{11,700}\right) + \left(\frac{1}{11,600}\right) + \left(\frac{1}{12,100}\right)} = \frac{0.0000826}{0.0002543} = 0.325$$

Actividad 4. Estimar un valor relativo de cada factor subjetivo

En la actividad 2, se definieron cuáles serían los factores subjetivos considerados para el análisis, por lo cual en la Tabla 67 se asigna una ponderación de la importancia que tienen estos factores.

Tabla 67. Asignación de una ponderación a los factores subjetivos

Factor subjetivo	Ponderación
Localización urbana	10%
Seguridad	50%
Cercanía al centro de la ciudad	30%
Disponibilidad de restaurantes	10%
Total	100%

Nota. Elaboración propia.

Para evaluar las alternativas de localización de acuerdo con los factores subjetivos, se define la escala: excelente (10), buena (8) y regular (6). Esta escala se detalla en la Tabla 68.

Tabla 68. Definición de escala para calificación de las alternativas de localización

Escala	Calificación
Excelente	10
Buena	8
Regular	6

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con la escala establecida en la Tabla 68, las investigadoras han asignado una calificación a cada una de las alternativas de localización para cada uno de los factores subjetivos en la Tabla 69.

Tabla 69. Asignación de calificación a las alternativas de localización

Factor subjetivo	San Salvador	Mejicanos	Ayutuxtepeque
Localización urbana	10	10	10
Seguridad	10	8	8
Cercanía al centro de la ciudad	10	8	6
Disponibilidad de restaurantes	10	8	6
Total	40	34	30

Nota. Elaboración propia.

Realizada la calificación de cada uno de los factores subjetivos de las alternativas de localización, se procede en la Tabla 70 a calcular el puntaje ponderado de acuerdo con la Ecuación 5.

$$y = a * x \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

y: puntaje ponderado

a: ponderación de la importancia de cada factor subjetivo

x: calificación asignada a cada alternativa de localización por factor subjetivo

Sustituyendo datos en la Ecuación 5, de ejemplo para el factor subjetivo “localización urbana” de la alternativa de San Salvador, se obtiene:

$$y = 10\% * 10 = 1.0$$

Tabla 70. Puntaje ponderado para las alternativas de localización

Factor subjetivo	Ponderación	San Salvador		Mejicanos		Ayutuxtepeque	
		C	P	C	P	C	P
Localización urbana	10%	10	1.0	10	1.0	10	1.0
Seguridad	50%	10	5.0	8	4.0	8	4.0
Cercanía al centro de la ciudad	30%	10	3.0	8	2.4	6	1.8
Disponibilidad de restaurantes	10%	10	1.0	8	0.8	6	0.6
Total	100%	40	10.0	34	8.2	30	7.4

Nota. Elaboración propia. C: Calificación y P: Puntaje.

Calculados los puntajes para cada factor subjetivo de las tres alternativas de localización, se procede en la Tabla 71 a calcular el porcentaje relativo del puntaje total de cada una de las alternativas (FS_i) con respecto a su sumatoria. Obteniendo San Salvador un 39.1%, Mejicanos 32.0% y Ayutuxtepeque un 28.9%.

Tabla 71. Porcentaje relativo del puntaje ponderado para cada alternativa

Alternativa localización	Sumatoria del puntaje ponderado	FS _i
San Salvador	10.0	39.063%
Mejicanos	8.2	32.031%
Ayutuxtepeque	7.4	28.906%
Total	25.6	100.000%

Nota. Elaboración propia. FS_i: porcentaje relativo de los factores subjetivos.

Actividad 5. Combinar los factores objetivos y subjetivos

$$MPL_i = K * (FO_i) + (1 - K) * (FS_i) \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

MPL: medida de preferencia de localización⁹.

⁹ Es el cálculo realizado a partir de los resultados de los factores objetivos (FO_i) y factores subjetivos (FS_i) ajustados por un nivel de confiabilidad o importancia (K). El resultado indica la preferencia de una alternativa de localización.

i: alternativa de localización

K: nivel de confiabilidad, valor de 0.8 definido por las investigadoras.¹⁰

FO: porcentaje relativo de los factores objetivos

FS: porcentaje relativos de los factores subjetivos

Sustituyendo los datos en la Ecuación 6, para cada una de las alternativas de localización, se obtiene:

$$MPL_{San\ Salvador} = 0.8 * (0.336) + (1 - 0.8) * (0.391) = 0.347$$

$$MPL_{Mejicanos} = 0.8 * (0.336) + (1 - 0.8) * (0.320) = 0.335$$

$$MPL_{Ayutuxtepeque} = 0.8 * (0.325) + (1 - 0.8) * (0.289) = 0.318$$

Actividad 6. Seleccionar la ubicación

La micro localización que representa mayores ventajas y beneficios para el DSO es el municipio de **San Salvador**, ya que obtuvo una medida de preferencia de localización (MPL) de aproximadamente 34.7%.

Seleccionada la micro localización se realiza la propuesta de ubicación precisa, por lo cual en la Figura 54 se representa la dirección propuesta para el DSO, la dirección es Colonia San Francisco, Avenida Las Mercedes y Calle Los Eucaliptos, San Salvador, San Salvador, El Salvador.

¹⁰ La constante K significa el nivel de importancia que se da a los valores objetivos y subjetivos. El 0.8 será para los factores objetivos y 0.2 para los factores subjetivos, se asigna una mayor proporción a los factores objetivos debido a que estos influyen directamente en la decisión de seleccionar una alternativa de localización o no.

Figura 54. Ubicación propuesta para el DSO en el municipio de San Salvador



Nota. Tomado de Google Earth Pro.

Análisis de aspecto determinante

La selección de la macro y micro localización para las oficinas del Operador del Sistema de Distribución se fundamenta principalmente en las oportunidades de crecimiento que pueden encontrarse disponibles en la capital del país y debido a que el DSO será una empresa que tendrá alcance nacional, se requiere mantener una ubicación estratégica para la ejecución de sus actividades.

2. INGENIERÍA DEL PROYECTO

2.1. Diseño técnico de los servicios

El diseño de los servicios consiste en identificar y describir de manera ordenada aquellos aspectos que permiten conocer cada servicio ofrecido por el Operador del Sistema de Distribución (DSO). Se considera estratégico contar con una ficha técnica.

Las fichas técnicas de los servicios se muestran de la Tabla 72 a la Tabla 78.

Tabla 72. Ficha técnica del Servicio 1

Componente	Descripción
Nombre del servicio	Operación del sistema de distribución y mercado minorista a través de la programación realizada por la Unidad de Transacciones.
Código del servicio	DSO-001

Componente	Descripción
Descripción general del servicio	Administrar la cantidad de generación de electricidad requerida por parte de los generadores distribuidos y la cantidad de electricidad a retirar del mercado mayorista con el fin de acoplarse a la planificación realizada por la Unidad de Transacciones, de manera que la cantidad de electricidad obtenida de ambas actividades sea distribuida a los usuarios del mercado minorista
Clientes potenciales	<ul style="list-style-type: none"> * Generador Distribuido Renovable (GDR). * Generador Distribuido Térmico (GDT). * Usuario Final Productor Renovable (UPR). * Auto Productor Renovable (APR). * Grupo AES. * DELSUR. * EDESAL. * B&D Servicios Técnicos. * ABRUZZO. * Unidad de Transacciones. * Otros.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 73. Ficha técnica del Servicio 2

Componente	Descripción
Nombre del servicio	Coordinación de los programas de mantenimiento de generación distribuida y distribución.
Código del servicio	DSO-002
Descripción general del servicio	Planificar y coordinar los programas para realizar los mantenimientos correspondientes (preventivos o correctivos) a las unidades y plantas de generación, así como a las redes de distribución para mantener condiciones de seguridad en el proceso de generación y distribución de electricidad en el mercado minorista.
Clientes potenciales	<ul style="list-style-type: none"> * Generador Distribuido Renovable (GDR). * Generador Distribuido Térmico (GDT). * Usuario Final Productor Renovable (UPR). * Auto Productor Renovable (APR). * Grupo AES. * DELSUR. * EDESAL. * B&D Servicios Técnicos. * ABRUZZO. * Otros.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 74. Ficha técnica del Servicio 3

Componente	Descripción
Nombre del servicio	Supervisión de los generadores distribuidos.
Código del servicio	DSO-003
Descripción general del servicio	Realizar inspecciones de campo para supervisar los procesos de generación de electricidad llevados a cabo por los generadores distribuidos para mantener condiciones de funcionamiento óptimas y reducir los puntos de afectación en la cadena del sector eléctrico.
Clientes potenciales	<ul style="list-style-type: none"> * Generador Distribuido Renovable (GDR). * Generador Distribuido Térmico (GDT). * Usuario Final Productor Renovable (UPR). * Auto Productor Renovable (APR).

Nota. Elaboración propia.

Tabla 75. Ficha técnica del Servicio 4

Componente	Descripción
Nombre del servicio	Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones.
Código del servicio	DSO-004
Descripción general del servicio	Trabajar en conjunto con las empresas distribuidoras para identificar las fallas ocurridas en el sistema de distribución las cuales serán presentadas al DSO mediante reportes elaborados por dichas empresas. Las fallas serán analizadas por el DSO para elaborar informes que permitan el manejo oportuno de éstas de manera que se asegure la continuidad del servicio; dichos informes serán compartidos a la Unidad de Transacciones para elaborar un informe general del sector.
Clientes potenciales	<ul style="list-style-type: none"> * Grupo AES. * DELSUR. * EDESAL. * B&D Servicios Técnicos. * ABRUZZO. * Unidad de Transacciones.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 76. Ficha técnica del Servicio 5

Componente	Descripción
Nombre del servicio	Generación de las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.
Código del servicio	DSO-005
Descripción general del servicio	Obtener información proporcionada por los generadores distribuidos y las distribuidoras para realizar las proyecciones de oferta y demanda en el mercado minorista y a su vez compartir dichas proyecciones a la Unidad de Transacciones para que puedan ser incluidas en las proyecciones de electricidad del sector.
Clientes potenciales	<ul style="list-style-type: none"> * Generador Distribuido Renovable (GDR). * Generador Distribuido Térmico (GDT). * Usuario Final Productor Renovable (UPR). * Auto Productor Renovable (APR). * Grupo AES. * DELSUR. * EDESAL. * B&D Servicios Técnicos. * ABRUZZO. * Unidad de Transacciones.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 77. Ficha técnica del Servicio 6

Componente	Descripción
Nombre del servicio	Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.
Código del servicio	DSO-006
Descripción general del servicio	Las empresas distribuidoras deberán cumplir con los indicadores de calidad de servicio técnico establecidos en las <i>Normas de Calidad del Servicio de los Sistemas de Distribución</i> emitidas por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, de manera que los indicadores sean analizados por el DSO para la elaboración de informes relacionados a estudios eléctricos los cuales serán compartidos a la Unidad de Transacciones y a la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones para su posterior consolidación en informes generales del sector.
Clientes potenciales	<ul style="list-style-type: none"> * Grupo AES.

Componente	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> * DELSUR. * EDESAL. * B&D Servicios Técnicos. * ABRUZZO. * Unidad de Transacciones.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 78. Ficha técnica del Servicio 7

Componente	Descripción
Nombre del servicio	Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.
Código del servicio	DSO-007
Descripción general del servicio	Recolectar datos relacionados a parámetros establecidos para los generadores distribuidos y la distribución de electricidad como tal, de manera que sean procesados y analizados para posteriormente publicarlos como información estadística en los canales oficiales del DSO.
Clientes potenciales	<ul style="list-style-type: none"> * Generador Distribuido Renovable (GDR). * Generador Distribuido Térmico (GDT). * Usuario Final Productor Renovable (UPR). * Auto Productor Renovable (APR). * Grupo AES. * DELSUR. * EDESAL. * B&D Servicios Técnicos. * ABRUZZO. * Unidad de Transacciones. * Población en general.

Nota. Elaboración propia.

2.2. Especificaciones técnicas

2.2.1. Humano

Tabla 79. Cantidad de recurso humano por unidad orgánica

No.	Unidad y puestos de trabajo	Cantidad de plazas	Tipo de horario
1	Dirección General	2	
1.1	Gerente General	1	Ordinario
1.2	Asistente Administrativa	1	Ordinario
2	Gerencia de Administración y Finanzas	5	

No.	Unidad y puestos de trabajo	Cantidad de plazas	Tipo de horario
2.1	Gerente de Administración y Finanzas	1	Ordinario
2.2	Contador	1	Ordinario
2.3	Auxiliar Contable	1	Ordinario
2.4	Técnico de Compras y Servicios Generales	1	Ordinario
2.5	Administrador de Recursos Humanos	1	Ordinario
3	Gerencia de Asuntos Regulatorios	2	
3.1	Gerente de Asuntos Regulatorios	1	Ordinario
3.2	Analista de Asuntos Regulatorios	1	Ordinario
4	Gerencia de Operación del sistema	7	
4.1	Gerente de Operación del Sistema	1	Ordinario
4.2	Coordinador de Operación en Tiempo Real	1	Ordinario
4.3	Operadores del Sistema	4	Rotativo
4.4	Especialista de Seguridad Operativa	1	Ordinario
5	Gerencia de mercado	3	
5.1	Gerente de Mercado	1	Ordinario
5.2	Programador de la Energía	1	Ordinario
5.3	Operador de Mercado	1	Ordinario
6	Gerencia de Planificación	2	
6.1	Gerente de Planificación	1	Ordinario
6.2	Analista de Planificación	1	Ordinario
7	Gerencia de Informática y Tecnología	8	
7.1	Gerente de Informática y Tecnología	1	Ordinario
7.2	Coordinador de Sistemas	1	Ordinario
7.3	Ingeniero de Sistemas	2	Rotativo
7.4	Coordinador de Infraestructura y Servicios Tecnológicos	1	Ordinario
7.5	Ingeniero de Infraestructura y Servicios Tecnológicos	3	Ordinario
8	Auditoría Interna	3	
8.1	Jefe de Auditoría Interna	1	Ordinario
8.2	Auditor	2	Ordinario
Total		32	

Nota. Elaboración propia.

La cantidad de colaboradores necesarios para ejecutar las funciones del Operador del Sistema de Distribución se estableció a través de horarios laborales ya que se considera una herramienta fundamental y su importancia radica en aspectos como la organización y la productividad, así como el cumplimiento de los objetivos.

2.2.2. Suministros y servicios

Papelería y útiles de oficina

Tabla 80. Detalle anual de papelería y útiles

No.	Descripción	Medida	Presentación	Cantidad
1	Banderitas de color de identificación (5 colores Flechas)		Cajas	2
2	Fastener		Unidad	400
3	Pegamento de Barra (20 gramos)	20 g	Unidad	32
4	Tijeras medianas		Unidad	32
5	Libreta mediana rayada	8.5" x 11"	Unidad	32
6	Papel bond carta	8.5" x 11"	Resma	600
7	Papel bond oficio	8.5" x 14"	Resma	3
8	Engrapador Bostitch pequeño negro de acero		Unidad	32
9	Engrapador Bostitch grande negro de acero		Unidad	1
10	Grapas estándar		Cajas	5
11	Perforador de dos agujeros		Unidad	8
12	Perforador de tres agujeros		Unidad	8
13	Clip pequeño		Cajas	40
14	Clip grande		Cajas	40
15	Binder clip pequeños (caja de 12 unidades)	3/4"	Cajas	5
16	Marcador de texto (amarillo)		Unidad	32
17	Marcador de texto (celeste)		Unidad	32
18	Marcador de texto (naranja)		Unidad	32
19	Bolígrafo azul BIC		Unidad	160
20	Bolígrafo negro BIC		Unidad	160
21	Bolígrafo rojo BIC		Unidad	32
22	Post-it grande (libretitas)		Unidad	58

No.	Descripción	Medida	Presentación	Cantidad
23	Post-it pequeña (libretitas)		Unidad	58
24	Protector transparente de hojas tamaño carta.	8.5" x 11"	Unidad	150
25	Juegos de separadores de colores		Unidad	200
26	Pastas plásticas transparentes para anillado	8.5" x 11"	Unidad	50
27	Pastas plásticas negro para anillado	8.5" x 11"	Unidad	25
28	Pastas plásticas Azul para anillado	8.5" x 11"	Unidad	25
29	Anillo plástico	1/2"	Unidad	50
30	Anillo plástico	3/8"	Unidad	50
31	Anillo plástico (para 125 hojas)	16mmx305mm	Unidad	50
32	Reglas Plásticas	30cm	Unidad	58
33	Folder de cartulina manila	8.5" x 11"	Unidad	500
34	Bolsa manila	6" x 9"	Unidad	150
35	Bolsa manila	9" x 12"	Unidad	650
36	Bolsa Manila	10" x 13"	Unidad	700
37	Cinta adhesiva transparente	2" x 100 yd	Unidad	58
38	Cinta Adhesiva transparente	3/4" x 25 yd	Unidad	32
39	Cinta Adhesiva de Papel (Tirro)	3/4" x 40 yd	Unidad	58
40	Archivador de palanca (AMPO)	8.5" x 11"	Unidad	200
41	Sacagrapas		Unidad	32
42	Lápiz Studmark	3415 No 2 HB	Unidad	145
43	Sacapunta de hierro		Unidad	58
44	Foliador (Numerador automático)		Unidad	2

Nota. Elaboración propia con datos consultados en listado de suministrados del Ente Operador Regional (EOR).

Servicios de terceros.

Tabla 81. Servicio de internet y Línea Fija

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Internet y Línea Fija.
Código	DSO-S001

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Proveedor	Compañía de Telecomunicaciones de El Salvador, S.A de C.V. (CLARO).
Responsables de validar el servicio	<ul style="list-style-type: none"> * Gerente de Administración y Finanzas. * Técnico de Compras y Servicios Generales. * Gerente de Informática y Tecnología.
Descripción	Un servicio de internet es una red de ordenadores que tiene como finalidad el intercambio libre de información entre todos sus usuarios. Un servicio de línea fija (también conocido como teléfono fijo) se refiere a un teléfono que utiliza una línea telefónica con alambre de metal, cobre o fibra óptica para la transmisión.
Usos	Servicio de internet: recepción y emisión de mails, recepción y emisión de datos, navegación en páginas web. Línea fija: recepción y emisión de llamadas de voz.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Tipo de conectividad	Fibra óptica.
Servicios asociados	Llamadas de voz y transporte de datos.
Capacidad	100Mbps
Velocidad	100MB
Disponibilidad	Servicio 24/7
Tiempo de respuesta ante fallas en la conexión	Tiempo máximo de solución a problemas de enlace: 2 horas. Tiempo máximo de solución a problemas en la red troncal: 4 horas.
Plazo del servicio	Contrato de tiempo indefinido.
Equipos e instalación	Instalación de equipos terminales tipo Routers. La instalación y mantenimiento de la fibra óptica y todos los equipos que implique la acometida de esta, deberán ser cubiertas por Claro.
Materiales	Todos los elementos como cables de fibra óptica, conectores, cajas de acceso, equipos convertidores de señales ópticas, canaletas y servicios de acometida.
Soporte técnico	Claro debe garantizar monitoreo activo permanente de los puntos solicitados con una garantía de soporte de 24 horas al día los 365 días del año.

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de Claro.

Tabla 82. Servicio de electricidad

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Electricidad.
Código	DSO-S002
Proveedor	CAESS.
Responsables de validar el servicio	<ul style="list-style-type: none"> * Gerente de Administración y Finanzas. * Técnico de Compras y Servicios Generales.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> * Gerente de Informática y Tecnología. * Gerente de Operación del Sistema.
Descripción	El servicio de electricidad es la tensión eléctrica de corriente alterna que suministra la energía eléctrica dentro de un negocio según los requerimientos de éste.
Usos	Iluminación, climatización, operación de equipos.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nivel de tensión	Superior a 115kV
Disponibilidad	Servicio 24/7
Tiempo de respuesta ante fallas.	Tiempo máximo de solución a problemas en la red troncal: 4 horas.
Plazo del servicio	Contrato de tiempo indefinido.
Soporte técnico	CAESS debe garantizar monitoreo activo permanente del servicio con una garantía de soporte de 24 horas al día los 365 días del año.

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de CAESS.

Tabla 83. Servicio de agua potable

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Agua potable
Código	DSO-S003
Proveedor	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).
Responsables de validar el servicio	<ul style="list-style-type: none"> * Gerente de Administración y Finanzas * Técnico de Compras y Servicios Generales
Descripción	El agua potable es aquella que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a su calidad no representa un riesgo para la salud.
Usos	Lavar utensilios, servicios sanitarios, actividades de limpieza.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Disponibilidad	Servicio 24/7
Tiempo de respuesta ante fallas.	Tiempo máximo de solución a problemas en la red de tubería troncal: 4 horas.
Plazo del servicio	Contrato de tiempo indefinido.

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de ANDA.

Tabla 84. Servicio de agua purificada

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Agua purificada.
Código	DSO-S004
Proveedor	Industrias La Constancia S.A de C.V.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Responsables de validar el servicio	<ul style="list-style-type: none"> * Gerente de Administración y Finanzas. * Técnico de Compras y Servicios Generales.
Descripción	El agua purificada es de más alta calidad y libre de impurezas en comparación con el agua de distribución pública (potable), ya que se aplica un proceso de purificación mediante diferentes métodos, lo que permite brindar mayor seguridad para su consumo.
Usos	Consumo.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Disponibilidad	Suministro de 3 veces por semana. 9 garrafones por semana.
Plazo del servicio	Contrato de tiempo indefinido.
Presentación de agua purificada	Garrafón de 5 galones.
Equipamientos	Instalación y mantenimiento de dispensadores de agua. Los dispensadores de agua de 5 galones (agua fría y caliente) y todas las conexiones adicionales que se requieran, deberán ser proporcionados por Industrias La Constancia incluyendo las revisiones y mantenimientos.
Tiempo de respuesta ante fallas del equipamiento.	Tiempo máximo de solución a problemas en los equipamientos: 4 horas.
Tiempo de respuesta ante irregularidades observadas en garrafones	Tiempo máximo de solución a irregularidades observadas en garrafones: 4 horas (implica cambio de presentaciones).

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de Industrias La Constancia.

Tabla 85. Servicio de limpieza

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Servicio de limpieza.
Código	DSO-S005
Proveedor	SERVINCA, S.A de C.V.
Responsables de validar el servicio	<ul style="list-style-type: none"> * Gerente de Administración y Finanzas. * Técnico de Compras y Servicios Generales.
Descripción	Servicio tercerizado basado en la implementación de rutinas de limpieza aplicando metodologías especialmente diseñadas y ajustadas a los requerimientos de la empresa manteniendo las instalaciones y áreas operativas limpias, ordenadas, seguras y productivas.
Usos	Limpieza de pisos, muebles, baños, cocinas, vidrios y paredes.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Disponibilidad	Servicio de limpieza diario de lunes a sábado.
Horario	07:00 – 16:00
Plazo del servicio	Contrato de tiempo indefinido.
Recursos y materiales	Herramientas, utensilios y productos. Todo lo que necesariamente se requiera para asegurar la calidad en la limpieza de los espacios de trabajo deberán ser proporcionados por SERVINCA, se incluyen los productos de uso individual como el papel higiénico.
Tiempo de respuesta ante irregularidades observadas en el servicio de limpieza	Tiempo máximo de solución a irregularidades observadas en el servicio de limpieza: 4 horas (implica la presencia de un supervisor para inspeccionar).

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de Servinca.

Tabla 86. Servicio de vigilancia externa

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Vigilancia externa
Código	DSO-S006
Proveedor	SEGURISA
Responsables de validar el servicio	* Gerente de Administración y Finanzas
Descripción	Este servicio consiste en la contratación de agentes de seguridad que realicen las comprobaciones, registros y prevenciones necesarias para asegurar la seguridad en el DSO.
Usos	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia y protección de los bienes, infraestructura y eventos. • Protección de las personas que puedan encontrarse dentro de las instalaciones del DSO.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Disponibilidad	24 horas/7 días de la semana
Cantidad de agentes	6
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Licencia de portación de arma de fuego • Escolaridad 9 grado (mínimo).
Sexo	Masculino o femenino
Experiencia	Comprobable, 2 años (mínimo).

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de Segurisa.

Tabla 87. Servicio de videovigilancia

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Sistema de videovigilancia
Código	DSO-S007
Proveedor	Vigila247

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Responsables de validar el servicio	* Gerente de Administración y Finanzas
Descripción	<p>Este servicio consiste en la contratación de una empresa que diseñe un sistema de videovigilancia, instale las cámaras de seguridad, capacite a los agentes de seguridad para su uso y brinde asimismo un soporte las 24 horas del día. Preliminarmente se tiene previsto que se instalen diferentes cámaras en las áreas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Entrada de la empresa. * Dirección general * Administración y Finanzas * Asuntos Regulatorios * Operación del Sistema * Mercado * Informática y Tecnología * Áreas comunes como: cafetería, acceso a baños y parqueo.
Usos	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la seguridad de los colaboradores y visitantes del DSO. • Resguardar los equipos e instalaciones con los que contará el DSO.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Características de las cámaras	Cámaras CCTV (circuito cerrado de televisión), iris de cámaras automático, a color y una distancia focal de (f=12mm).
Disponibilidad del monitoreo	24 horas/7 días de la semana
Diseño	Puntos de ubicación de las cámaras y sala de monitoreo y control del sistema.
Instalación	Incluirá la adquisición de los materiales y mano de obra a utilizar, de acuerdo con el diseño aprobado.
Capacitación	Explicación de todos los elementos del sistema para su manipulación.
Soporte técnico	El proveedor debe garantizar monitoreo activo permanente del servicio con una garantía de soporte de 24 horas al día los 365 días del año.
Plazo del soporte	1 año (prorrogable)
Garantía de los equipos	1 año

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de Vigila247.

Tabla 88. Servicio de diseño e instalación de SCADA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Diseño e instalación de SCADA
Código	DSO-S008

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Proveedor	SCADA International
Responsables de validar el servicio	* Gerente de Operación del Sistema
Descripción	Este servicio consiste en la contratación de una empresa que diseñe un sistema de SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), instale todos los elementos del sistema, capacite a los operadores del sistema para su uso y brinde asimismo un soporte las 24 horas del día.
Usos	<ul style="list-style-type: none"> • Recibir y enviar datos e información en tiempo real. • Garantizar la seguridad del sistema de distribución. • Garantizar la operación del sistema de distribución
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Características de los elementos	<p>Servidor HPE ProLiant DL20 Gen10, con las siguientes especificaciones técnicas:</p> <p>Procesador Intel® Xeon® E- 2274G (4 GHz 8MB L3 Cache, 4 cores)</p> <p>Memoria RAM 16GB (2x8GB UDIMMs, 2666 MHz)</p> <p>Controlador HPE embedded 1Gb 4-port network Adapter (4 puertos RJ45 en total)</p> <p>HPE Smart Array P408i-a</p> <p>4 discos SFF SATA HDD 1.2 TB</p> <p>1 Serial Port</p> <p>PCI-Express Slots 2 PCIe 3.0 slots</p> <p>HP Mobile USB DVD-RW Drive</p> <p>Power Supply (1) HPE 500W Redundante</p> <p>Garantía 3 años (24 x 7)</p> <p>Todos los componentes compatibles para una instalación de SO Linux. Centos 7 y Debian 10.</p>
Diseño	Puntos de ubicación de todos los elementos, sala de monitoreo y control del sistema.
Instalación	Incluirá la adquisición de los materiales, equipos y mano de obra a utilizar, de acuerdo con el diseño aprobado.
Capacitación	Explicación de todos los elementos del sistema para su manipulación e instructivos o manuales de usuario.
Soporte técnico	El proveedor debe garantizar monitoreo activo permanente del servicio con una garantía de soporte de 24 horas al día los 365 días del año.
Plazo del soporte	2 años (prorrogable)
Garantía de los equipos	3 años (24/7)

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de SCADA International.

Tabla 89. Servicio de Licencias Microsoft Office 365

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Licencias Microsoft Office 365
Código	DSO-S009
Proveedor	Microsoft
Responsables de validar el servicio	* Gerente de Informática y Tecnología
Descripción	Adquisición de licencias del paquete de office, para que los colaboradores del DSO puedan llevar a cabo sus funciones.
Usos	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de informes y presentaciones. • Gestión de correos electrónicos. • Elaboración de documentos para comunicación interna del DSO.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Aplicaciones	Word, Excel, PowerPoint, Project, Teams, Outlook, OneDrive, Sharepoint, Exchange, Intune, Azure Information Protection, Access, Publisher.
Cantidad de usuarios	32
Correo	Correo con un buzón de 50 GB, nombre de dominio personalizado (por ejemplo, nombrecolaborador@nombreempresa.com) Protección del correo ante software malintencionado, correo no deseado y amenazas conocidas con Exchange Online Protection
Almacenamiento	Almacena y comparte archivos con 1 TB de almacenamiento en la nube de OneDrive por usuario.
Soporte técnico	Soporte técnico telefónico y en línea ininterrumpido.
Versiones	Cada usuario podría instalar las aplicaciones de Microsoft 365 en un máximo de cinco equipos PC o Mac (que pertenezcan a la misma persona).

Nota. Elaboración propia con datos consultados en sitio web de Microsoft.

2.2.3. Inmueble

Tabla 90. Arrendamiento de inmueble

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Servicio de terceros	Arrendamiento de inmueble.
Código	DSO-A001
Arrendatario	Familia Sandoval
Responsables de validar el servicio	<ul style="list-style-type: none"> * Gerente General * Gerente de Administración y Finanzas * Gerente de Asuntos Regulatorios
Descripción	Arrendamiento de inmueble que cumpla con los requerimientos mínimos como ubicación, dimensiones, continuidad y estabilidad de

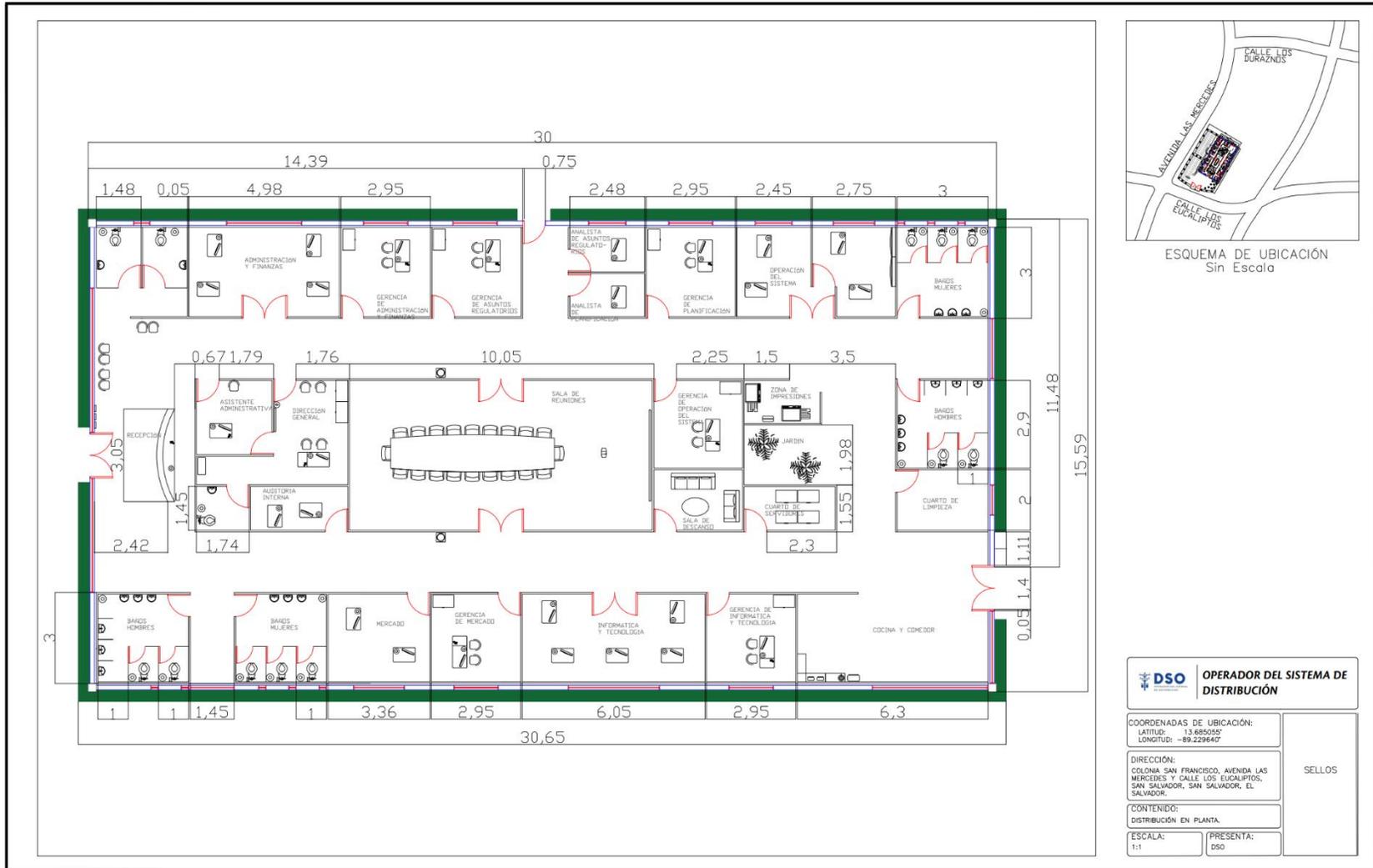
ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	servicios básicos, entre otros, con el fin de llevar a cabo de manera satisfactoria las actividades del DSO.
Usos	Administrar y operar el mercado minorista de electricidad a nivel nacional aprovechando las características del inmueble.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Ubicación	Colonia San Francisco, Avenida Las Mercedes y Calle Los Eucaliptos, San Salvador, San Salvador, El Salvador.
Perímetro construido anchoxlargo	15.69 x 30.65 metros
Perímetro total del inmueble anchoxlargo	27.99 x 38.72 metros
Altura	4 metros
Plazo de arrendamiento	3 años (prorrogable).
Periodos de pago	Mensual

Nota. Elaboración propia con datos consultados a arrendatario.

2.3. Instalaciones

La ejecución de los servicios que ofrecerá el DSO requieren de instalaciones adecuadas para el desarrollo de todas sus actividades, por lo tanto, es indispensable contar con una distribución en planta donde pueda visualizarse la ubicación de todos los puestos de trabajo y todos los recursos y espacios necesarios para el óptimo desarrollo de dichas actividades.

2.3.1. Distribución en planta

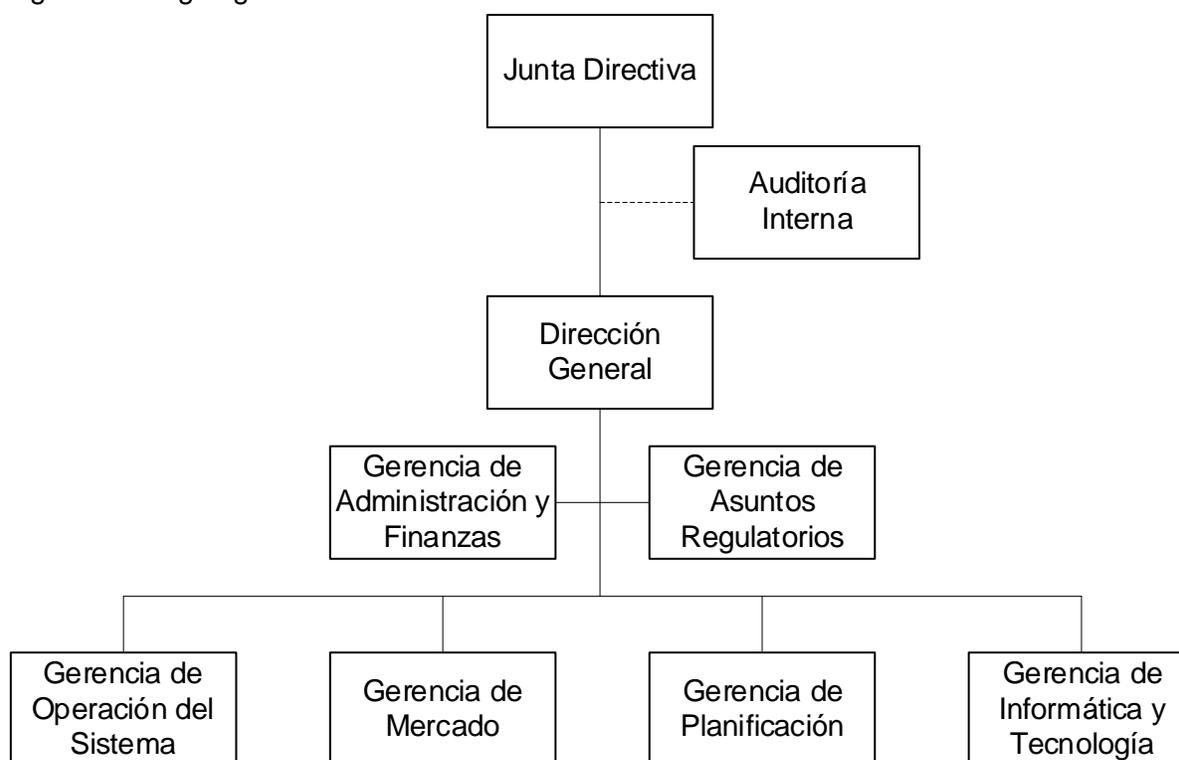


3. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

3.1. Organigrama

Existen diferentes tipos de organigramas, sin embargo, para el DSO se pretende diseñar un organigrama funcional, el cual es un tipo de representación visual con base en las funciones de los diferentes departamentos o equipos de una empresa. En la Figura 55 se presenta dicho esquema, el DSO contará con una Junta Directiva, Dirección General, Auditoría Interna y seis Gerencias, de las cuales dos serán de apoyo o soporte y cuatro ejecutarán funciones relacionadas con la misión u operación de la empresa.

Figura 55. Organigrama de áreas funcionales



Nota. Elaboración propia.

Como máxima autoridad, el DSO contará con una Junta Directiva, esta tendrá como objetivo deliberar, aprobar y delegar las responsabilidades y funciones al Director General, Gerencias y demás coordinaciones del DSO.

3.2. Definiciones estratégicas

3.2.1. Misión

La declaración de la misión representa el propósito de la organización y la que la diferencia de las otras similares en el contexto empresarial y de mercado. Esto representa la **razón de ser**.

Para el DSO se define su misión:

“Somos una sociedad de la industria eléctrica de El Salvador, que opera el sistema de distribución y administra el mercado minorista de electricidad, de forma eficiente, segura y confiable”.

3.2.2. Visión

La visión es la imagen que la organización tiene de sí misma y de su futuro, es su esfuerzo por visualizarse en el espacio y en el tiempo. Suele utilizarse el termino visión para indicar que se tiene claro el futuro que se aspira y a las acciones necesarias para alcanzar rápidamente el éxito. Normalmente es en largo plazo (5años).

Para el DSO se define su visión:

“Ser reconocidos en los próximos cinco años en el mercado eléctrico de El Salvador por cumplir altos estándares de eficiencia y contar con el talento humano más especializado que continuamente actualice de sus conocimientos y habilidades bajo un modelo de excelencia, el cual permita que cumplamos con los niveles de satisfacción de nuestros clientes y contribuyamos al desarrollo económico y social del país”.

3.2.3. Valores

Los valores establecen la forma en que los administradores y empleados deben de conducirse, cómo deben hacer negocios y el tipo de organización que deben de construir a fin de ayudar a que la compañía logre su misión.

“Transparencia: el sujeto ético sabe que sus actos no valen solo por el efecto o resultado que producen, sino por la legitimidad que la sociedad les imparte sobre la base de juzgar su finalidad, el proceso de su ejecución en términos del acatamiento de las reglas a las que ha de someterse, y la completa información que permite juzgar acerca de ello. Cada acción está enmarcada por los fines de la sociedad, las reglas de distintos niveles creadas por esta y las expectativas que el DSO genera para los demás miembros de la sociedad, mediante comunicación oportuna, veraz y completa”.

“Responsabilidad: conocemos el papel que nos compete en términos económicos, sociales y ambientales; sabemos que ello implica el manejo de recursos que pertenecen a los miembros actuales de la sociedad, pero también a las generaciones futuras; en consecuencia, medimos el alcance de cada acto y asumimos las consecuencias que ellos suponen para garantizar que nuestra participación en la sociedad sea valiosa y reconocida”.

“Integridad: la práctica de ser una persona honesta, respetuosa, adherirse a nuestros valores y tomar sistemáticamente decisiones positivas, incluso cuando nadie nos esté mirando”.

“Excelencia: nos permite resaltar la considerable calidad que convierte a un individuo u objeto en merecedor de una estima y aprecio elevados. La noción de excelencia se relaciona a la idea de perfección y a las características sobresalientes de nuestro talento humano”.

“Innovación: nos exige la incorporación de nuevas ideas, procedimientos, servicios o productos dentro de nuestra organización con el fin de mejorar nuestros procesos corporativos”.

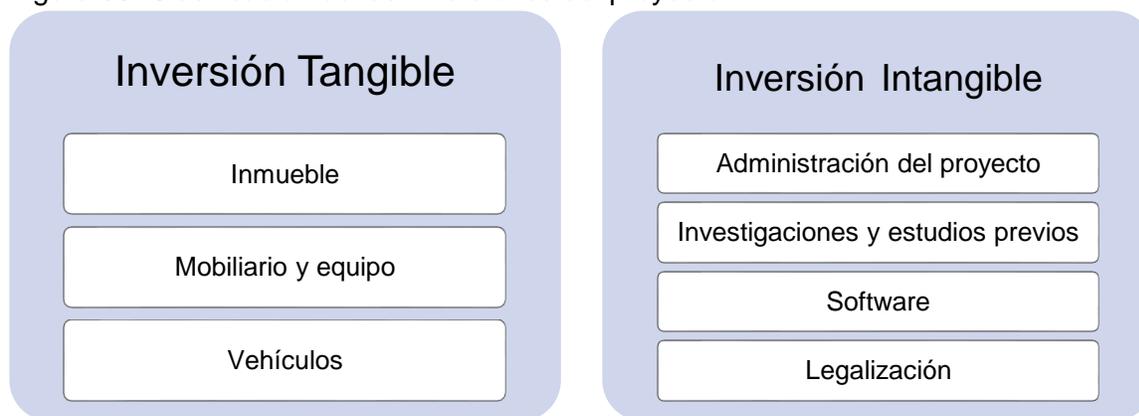
ETAPA 3. EVALUACIÓN

1. ESTUDIO ECONÓMICO

1.1. Inversiones del proyecto

En la Figura 56 se define la clasificación utilizada para determinar la inversión requerida para el proyecto, se consideran dos tipos de categorías: tangible e intangible, dichas inversiones se han desagregado considerando los rubros de inmueble, mobiliario y equipo, vehículos, administración del proyecto, investigaciones y estudios previos, software y legalización de la empresa.

Figura 56. Clasificación de las inversiones del proyecto



Nota. Elaboración propia.

1.1.1. Inversión tangible

En la Tabla 91 se presenta el consolidado de la inversión tangible.

Tabla 91. Total de inversión tangible

Inversión tangible	Costo total (US\$)
Arrendamiento ^{1/}	47,000.00
Obra	59,498.11
Equipo oficina	92,533.88
Equipo de videovigilancia	1,360.00
Equipo SCADA	21,700.00
Otros equipos	1,271.75
Mobiliario oficina	9,506.90
Vehículos	60,489.48
Muebles y artículos de cocina	2,449.24
Total	295,809.36

Nota. Elaboración propia. ^{1/}Durante un periodo de 10 meses en que se implantará el proyecto.

1.1.2. Inversión intangible

En la Tabla 92 se presenta el consolidado de la inversión intangible.

Tabla 92. Total de inversión intangible

Inversión intangible	Costo total (US\$)
Administración del proyecto	26,284.84
Investigación y estudios previos	15,135.28
Software SCADA ^{1/}	88,200.00
Otros software	682.00
Legalización/permisos	7,123.59
Total	137,425.71

Nota. Elaboración propia. ^{1/}Incluye costos de diseño, software, instalación, capacitación y soporte inicial.

1.1.3. Capital de trabajo

El capital de trabajo es la cantidad necesaria de recursos de una empresa o institución financiera para realizar sus operaciones con normalidad. Es decir, los activos para que una compañía sea capaz de hacer sus funciones y actividades a corto plazo (Konfio).

Para este estudio se considera un periodo de 6 meses (semestre) para la estimación del capital de trabajo, con esto se pretende garantizar la operación de la empresa independientemente de los ingresos que genere, ya que una parte de los ingresos será destinada al pago de obligaciones mensuales y por lo tanto, no se tendrá la disponibilidad del 100% de los ingresos. En la Figura 57 se observa la ecuación para el cálculo del capital de trabajo neto.

Figura 57. Ecuación del capital de trabajo neto



Nota. Elaboración propia.

Estimación de requerimiento de efectivo

Para la determinar el monto requerido de Efectivo se procede a calcular el monto anual para los rubros de **salarios, papelería y útiles, servicios, suministros y arrendamiento**. Se considera una política de efectivo del 50% con respecto al total de los rubros antes mencionados, dicho porcentaje se propone por los razonamientos siguientes: asegurar la liquidez de la empresa, mitigar el riesgo de fracaso, garantizar los recursos para la operación de la empresa, mantener recursos para el desarrollo de proyectos y garantizar la respuesta inmediata ante posibles contingencias.

Tabla 93. Salarios por puesto de trabajo (US\$)

No.	Unidad y puestos de trabajo	Cantidad de plazas	Salario mensual	Salario total mensual	Salario semestral	Salario total anual
1	Dirección General	2	4,050	4,050	24,300	48,600
1.1	Gerente General	1	3,250	3,250	19,500	39,000
1.2	Asistente Administrativa	1	800	800	4,800	9,600
2	Gerencia de Administración y Finanzas	5	6,930	6,930	41,580	83,160
2.1	Gerente de Administración y Finanzas	1	2,500	2,500	15,000	30,000
2.2	Contador	1	1,700	1,700	10,200	20,400
2.3	Auxiliar Contable	1	680	680	4,080	8,160
2.4	Técnico de Compras y Servicios Generales	1	950	950	5,700	11,400
2.5	Administrador de Recursos Humanos	1	1,100	1,100	6,600	13,200
3	Gerencia de Asuntos Regulatorios	2	3,750	3,750	22,500	45,000
3.1	Gerente de Asuntos Regulatorios	1	2,500	2,500	15,000	30,000
3.2	Analista de Asuntos Regulatorios	1	1,250	1,250	7,500	15,000

No.	Unidad y puestos de trabajo	Cantidad de plazas	Salario mensual	Salario total mensual	Salario semestral	Salario total anual
4	Gerencia de Operación del sistema	7	7,435	12,190	73,140	146,280
4.1	Gerente de Operación del Sistema	1	2,500	2,500	15,000	30,000
4.2	Coordinador de Operación en Tiempo Real	1	1,700	1,700	10,200	20,400
4.3	Operadores del Sistema	4	1,585	6,340	38,040	76,080
4.4	Especialista de Seguridad Operativa	1	1,650	1,650	9,900	19,800
5	Gerencia de mercado	3	4,950	4,950	29,700	59,400
5.1	Gerente de Mercado	1	2,500	2,500	15,000	30,000
5.2	Programador de la Energía	1	1,200	1,200	7,200	14,400
5.3	Operador de Mercado	1	1,250	1,250	7,500	15,000
6	Gerencia de Planificación	2	3,750	3,750	22,500	45,000
6.1	Gerente de Planificación	1	2,500	2,500	15,000	30,000
6.2	Analista de Planificación	1	1,250	1,250	7,500	15,000
7	Gerencia de Informática y Tecnología	8	8,900	13,400	80,400	160,800
7.1	Gerente de Informática y Tecnología	1	2,500	2,500	15,000	30,000
7.2	Coordinador de Sistemas	1	1,700	1,700	10,200	20,400
7.3	Ingeniero de Sistemas	2	1,500	3,000	18,000	36,000
7.4	Coordinador de Infraestructura y Servicios Tecnológicos	1	1,700	1,700	10,200	20,400
7.5	Ingeniero de Infraestructura y Servicios Tecnológicos	3	1,500	4,500	27,000	54,000
8	Auditoría interna	3	3400	4900	29400	58800
8.1	Jefe de Auditoría Interna	1	1,900	1,900	11,400	22,800
8.2	Auditor	2	1,500	3,000	18,000	36,000
	Total	32	43,165	53,920	323,520	647,040

Nota. Elaboración propia.

Tabla 94. Papelería y útiles de oficina para un año

No.	Descripción	Medida	Presentación	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
1	Banderitas de color de identificación (5 colores Flechas)		Cajas	2	7.4	14.8

No.	Descripción	Medida	Presentación	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
2	Fastener		Unidad	400	0.1	40
3	Pegamento de Barra (20 gramos)	20 g	Unidad	32	3.2	102.4
4	Tijeras medianas		Unidad	32	1.9	60.8
5	Libreta mediana rayada	8.5" x 11"	Unidad	32	1.5	48
6	Papel bond carta	8.5" x 11"	Resma	600	4.9	2940
7	Papel bond oficio	8.5" x 14"	Resma	3	5.9	17.7
8	Engrapador Bostitch pequeño negro de acero		Unidad	32	6.1	195.2
9	Engrapador Bostitch grande negro de acero		Unidad	1	8.3	8.3
10	Grapas estándar		Cajas	5	1.4	7
11	Perforador de dos agujeros		Unidad	8	10.9	87.2
12	Perforador de tres agujeros		Unidad	8	21.9	175.2
13	Clip pequeño		Cajas	40	3.9	156
14	Clip grande		Cajas	40	4.5	180
15	Binder clip pequeños (caja de 12 unidades)	3/4"	Cajas	5	3.9	19.5
16	Marcador de texto (amarillo)		Unidad	32	1	32
17	Marcador de texto (celeste)		Unidad	32	1	32
18	Marcador de texto (naranja)		Unidad	32	1	32
19	Bolígrafo azul BIC		Unidad	160	0.2	32
20	Bolígrafo negro BIC		Unidad	160	0.2	32
21	Bolígrafo rojo BIC		Unidad	32	0.2	6.4
22	Post-it grande (libretitas)		Unidad	58	1.5	87
23	Post-it pequeña (libretitas)		Unidad	58	1	58
24	Protector transparente de hojas tamaño carta.	8.5" x 11"	Unidad	150	0.2	30

No.	Descripción	Medida	Presentación	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
25	Juegos de separadores de colores		Unidad	200	0.5	100
26	Pastas plásticas transparentes para anillado	8.5" x 11"	Unidad	50	0.6	30
27	Pastas plásticas negro para anillado	8.5" x 11"	Unidad	25	0.6	15
28	Pastas plásticas Azul para anillado	8.5" x 11"	Unidad	25	0.6	15
29	Anillo plástico	1/2"	Unidad	50	0.55	27.5
30	Anillo plástico	3/8"	Unidad	50	0.5	25
31	Anillo plástico (para 125 hojas)	16mmx305mm	Unidad	50	0.25	12.5
32	Reglas Plásticas	30cm	Unidad	58	1	58
33	Folder de cartulina manila	8.5" x 11"	Unidad	500	0.1	50
34	Bolsa manila	6" x 9"	Unidad	150	0.15	22.5
35	Bolsa manila	9" x 12"	Unidad	650	0.22	143
36	Bolsa Manila	10" x 13"	Unidad	700	0.25	175
37	Cinta adhesiva transparente	2" x 100 yd	Unidad	58	3.5	203
38	Cinta Adhesiva transparente	3/4" x 25 yd	Unidad	32	0.3	9.6
39	Cinta Adhesiva de Papel (Tirro)	3/4" x 40 yd	Unidad	58	1.25	72.5
40	Archivador de palanca (AMPO)	8.5" x 11"	Unidad	200	3.1	620
41	Sacagrapas		Unidad	32	1.3	41.6
42	Lápiz Studmark	3415 No 2 HB	Unidad	145	0.25	36.25
43	Sacapunta de hierro		Unidad	58	0.5	29
44	Foliador (Numerador automático)		Unidad	2	25	50
	Total					6,128.95

Nota. Elaboración propia.

La estimación de papelería y útiles en la Tabla 94 es anual, como el periodo de análisis para el capital de trabajo es de 6 meses el costo total anual de US\$6,128.95 se divide en 2, obteniendo un monto de US\$3,064.48

Tabla 95. Arrendamiento de inmueble

Descripción	Costo mensual (US\$)	Costo semestral (US\$)	Costo anual (US\$)
Arrendamiento de inmueble	4,700.00	28,200.00	56,400.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 96. Servicios

Descripción	Costo mensual (US\$)	Costo semestral (US\$)	Costo anual (US\$)
Internet y línea fija	125.00	750.00	1,500.00
Electricidad	500.00	3,000.00	6,000.00
Agua potable	250.00	1,500.00	3,000.00
Agua purificada	90.00	540.00	1,080.00
Limpieza	839.50	5,037.00	10,074.00
Servidor	134.99	809.94	1,619.88
Vigilancia externa	2,518.50	15,111.00	30,222.00
Soporte videovigilancia	200.00	1,200.00	2,400.00
Soporte sistema SCADA	1,500.00	9,000.00	18,000.00
Licencias Microsoft Office 365	704.00	4,224.00	8,448.00
Celular (plan incluye celular)	720.00	4,320.00	8,640.00
Total		45,491.94	90,983.88

Nota. Elaboración propia.

Tabla 97. Suministros anuales

Descripción	Medida	Presentación	Cantidad mensual	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Combustible	Galón	1	15	4.65	837.00
Café	Gramos	454 gramos	20	4.61	1,106.40
Azúcar en sobres	Bolsa	150 unidades	15	0.93	167.40
Servilletas	Paquete	100 unidades	23	0.69	190.44
Vasos desechables 8 oz	Paquete	100 unidades	5	13.49	809.40
Papel higiénico	Caja	6 rollos	9	28.8	3,110.40
Papel toalla	Caja	6 rollos	6	49.5	3,564.00
Bolsas para basura	Paquete	20 unidades	7	2.6	218.40
Alcohol gel	Botella	500 ml	32	2.6	998.40
Jabón para manos	Botella	1 galón	5	5.95	357.00
Desinfectante	Botella	1 galón	5	5.95	357.00
Detergente	Caja	9 kg	1	19.95	239.40
Aromatizante	Aerosol	1	14	5	840.00
Total					12,795.24

Nota. Elaboración propia.

La estimación de papelería y útiles en la Tabla 97 es anual, como el periodo de análisis para el capital de trabajo es de 6 meses el costo total anual de US\$12,795.24 se divide en 2, obteniendo un monto de US\$6,397.62

Tabla 98. Requerimiento de Efectivo y Equivalente

Descripción	Costo semestral (US\$)
Salarios de personal	323,520.00
Papelería y útiles	3,064.48
Arrendamiento	28,200.00
Servicios	45,491.94
Suministros	6,397.62
Total	406,674.04
Política Efectivo	0.5
Efectivo requerido	610,011.05

Nota. Elaboración propia.

Importante: Por la naturaleza de las actividades de la empresa no se requiere que se cuente con Inventario de productos, ya que obtendrá sus ingresos por medio de cargos por operar el sistema de distribución y administrar el mercado minorista en función de los costos en los que se incurra.

Tabla 99. Consolidado de cuentas contables para capital de trabajo

Activo Corriente	Monto (US\$)	Pasivo Corriente	Monto (US\$)
Efectivo y Equivalente	610,011.05	Cuentas por Pagar	0
Cuentas por Cobrar	0	Documentos por Pagar	0
Documentos por Cobrar	0	Provisiones y retenciones	0
IVA Crédito fiscal	0	Beneficios a empleados por Pagar	0
-	-	IVA Débito Fiscal	0
-	-	ISR por pagar	0
Total Activo Corriente	610,011.05	Total Pasivo Corriente	0

Nota. Elaboración propia.

Capital de Trabajo Neto = Activo Corriente - Pasivo Corriente **Ecuación 7**

Sustituyendo los datos de la Tabla 99 en la Ecuación 7, se obtiene:

Capital de Trabajo Neto = 610,011.05 - 0 = US\$610,011.05

Tabla 100. Recursos monetarios o inversión para el DSO

Descripción	Monto (US\$)
Inversión tangible	295,809.36
Inversión intangible	137,425.71
Subtotal inversiones	433,235.07

Descripción	Monto (US\$)
Capital de trabajo ^{1/}	610,011.05
Total inversión	1,043,246.12

Nota. Elaboración propia.^{1/}No incluye cuotas y/o intereses del financiamiento anuales.

1.2. Financiamiento

1.2.1. Estructura de financiamiento

La estructura del financiamiento del proyecto según el total de recursos monetarios o inversión del proyecto es el que se presenta en la Figura 58.

Figura 58. Proporción del financiamiento para el proyecto.

Financiación externa 100% = US\$1,043,246.12	
Recursos Propios (60%) U\$625,947.67	Recursos ajenos (40%) U\$417,298.45

Nota. Elaboración propia.

El establecimiento de los porcentajes en cuanto a la estructura de financiamiento del proyecto presentado en la Figura 58, se realizó con base en las recomendaciones de diversos autores sobre el nivel de endeudamiento para que una empresa mantenga su autonomía financiera, de igual manera es importante considerar que a mayor endeudamiento una empresa podría ser susceptible a riesgos (como por ejemplo liquidez) que afecten su normal funcionamiento.

Los recursos propios se tienen previstos que se obtendrán a través de las aportaciones iniciales de los socios que integren el DSO, mientras que los recursos ajenos se obtendrán a través de un préstamo a largo plazo proporcionado por una entidad financiera del sistema financiero de El Salvador.

1.2.2. Entidad financiera

Tabla 101. Investigación sobre entidades del sistema financiero de El Salvador

Entidad financiera Ítem	BANDESAL	Banco Agrícola	Banco de América Central
Descripción institución	Es una institución comprometida con el desarrollo económico y social del país, que brinda apoyo financiero y técnico a los sectores productivos para impulsar su crecimiento y competitividad, a través de una oferta oportuna, inclusiva y sostenible.	Es una institución salvadoreña que ofrece servicios de banca personal, comercial, corporativa y minorista. Fundado en 1955 y con sede en San Salvador, el banco forma parte del grupo colombiano Bancolombia desde el 2006.	BAC Credomatic es una organización con casi 70 años de experiencia que ofrece productos y servicios financieros a 4.2 millones de clientes en toda la región, los que son atendidos por casi 19.000 colaboradores.
Servicios y productos	Líneas de crédito directo: multidespino, agro, café, caña de azúcar, crédito verde, agroindustria, construcción, economía creativa y reposición de capital.	Financiamiento estructurado bajo diferentes modalidades: Créditos Decrecientes, Líneas de Crédito fijas y rotativas.	Créditos comerciales, línea de crédito rotativa, capital de trabajo, adquisición de mobiliario y equipo, entre otros.
Producto aplicable al DSO	Línea de crédito multidespino, consultar Anexo K .	Crédito productivo. Financiamiento a la medida para hacer frente a cualquier necesidad de una empresa.	Crédito comercial (línea de crédito rotativa).
Requisitos	Actividades para financiar como las que permitan incrementar la capacidad productiva de los empresarios de diferentes sectores económicos.	<ul style="list-style-type: none"> • DUI y NIT del representante legal • NIT de la empresa • Para clientes extranjeros, se solicita carné de 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones preferenciales para tu crédito

Entidad financiera Ítem	BANDESAL	Banco Agrícola	Banco de América Central
	<p>De acuerdo con el artículo 44 de la Ley de BANDESAL el otorgamiento de financiamiento de manera directa deberá estar sustentado en un análisis de las respectivas solicitudes que permita apreciar el riesgo y viabilidad del proyecto y la recuperación de los fondos, atendiendo también criterios para la sostenibilidad ambiental, que mejore la salud, la educación, el arte, la cultura y el deporte en su caso. Para ello se deberá considerar, en otros aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad técnica y financiera del proyecto; • La capacidad de pago y empresarial de los solicitantes; • Solvencia tributaria; • Situación económica presente y proyecciones sobre la futura; y, Garantías que, según el caso, fueren necesarias. 	<p>residente y pasaporte vigentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tarjeta de registro del IVA • Credencial vigente del representante legal • Formulario de registro en el Ministerio de Hacienda • Nómina de Accionistas y Junta Directiva debidamente firmada y sellada por la empresa (los números de libro y folio deben incluirse) • Escritura de constitución • Modificación al Pacto Social (si aplica) • Carta para compartir información • Declaración jurada con un plazo no mayor a 1 año • Formulario de vinculación con un plazo no mayor a 1 año • Matrícula de comercio • Declaratoria de beneficiario final 	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe atención personalizada por parte de nuestros ejecutivos • Puedes adaptar los desembolsos y la forma de pago a las necesidades de tu empresa • Facilidad de adquirir mercancía, materia prima, insumos, materiales y para gastos de funcionamiento de tu empresa.

Entidad financiera Ítem	BANDESAL	Banco Agrícola	Banco de América Central
		<ul style="list-style-type: none"> Validación FATCA, cuando se trate de una persona estadounidense 	
Tasas de interés^{1/}	Tasa nominal: 11.00% anual Tasa efectiva: 13.00 % anual	Tasa nominal:19.50% anual Tasa efectiva: 22.00 % anual	Tasa nominal:15.00% anual Tasa efectiva: 26.50% anual
Periodo	15 años	15 años	15 años

Nota. Elaboración propia. ^{1/}Las tasas se identificaron con base en las tasas de interés vigentes del 1 al 30 septiembre 2023, publicadas por la Superintendencia del Sistema Financiero (https://ssf.gob.sv/descargas/tasas_int/tasas_0923.pdf).

Con base en la investigación consolidada en la Tabla 101, se determina que la entidad financiera con tasas de interés más bajas es **BANDESAL**, por lo tanto, es la entidad financiera seleccionada para tramitar el préstamo a través de la **línea de crédito directo multidestino**, el cual se puede consultar en el **Anexo C**.

1.2.3. Costos financieros por préstamo

En el apartado anterior se definió la entidad financiera a la cual se solicitará el préstamo, por lo cual se procede a determinar la cuota e intereses que el DSO deberá pagar a BANDESAL para amortizar por completo el monto del préstamo, en la Tabla 102 se detalla la información para calcular la cuota del préstamo a través de la Ecuación 8.

Tabla 102. Información préstamo

Variable	Valor
Monto préstamo BANDESAL (US\$)	417,298.45
Tasa efectiva anual (%)	13.0
Plazo (años)	15

Nota. Elaboración propia.

$$\text{Cuota} = P * \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

P: Monto préstamo BANDESAL (US\$)

i= tasa efectiva mensual.

n: plazo del préstamo (meses).

La Ecuación 9 se utilizará para convertir la tasa de interés anual a mensual.

$$i_{\text{mensual}} = (1+i)^{1/n} - 1 \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

i: tasa efectiva anual.

n: cantidad de meses en un año.

Sustituyendo la tasa efectiva anual de la Tabla 102 en Ecuación 9, se obtiene:

$$i_{\text{mensual}} = (1+0.13)^{1/12} - 1 \approx 0.0102 = 1.02\%$$

Sustituyendo los datos de la Tabla 102 (equivalentes en meses) en Ecuación 8, se obtiene:

$$\text{Cuota} = 417,298.45 * \frac{0.0102(1+0.0102)^{180}}{(1+0.0102)^{180} - 1} = 5,084.84 \text{ US\$/mes}$$

La cuota mensual de US\$5,084.84 se utilizó para elaborar la Tabla 103 de este documento, en la cual se presenta un consolidado anual, al sumar las 12 cuotas para un año da como resultado una cuota anual de US\$61,018.05.

Tabla 103. Cálculo de cuota e intereses anuales^{1/}

Periodo (años)	Cuota (US\$)	Interés (US\$)	Amortización (US\$)	Saldo (US\$)
0				417,298.45
1	61,018.05	50,693.35	10,324.71	406,973.74
2	61,018.05	49,351.14	11,666.92	395,306.83
3	61,018.05	47,834.44	13,183.62	382,123.21
4	61,018.05	46,120.57	14,897.49	367,225.72
5	61,018.05	44,183.89	16,834.16	350,391.56
6	61,018.05	41,995.45	19,022.60	331,368.96
7	61,018.05	39,522.51	21,495.54	309,873.42
8	61,018.05	36,728.09	24,289.96	285,583.46
9	61,018.05	33,570.40	27,447.66	258,135.80
10	61,018.05	30,002.20	31,015.85	227,119.95
11	61,018.05	25,970.14	35,047.91	192,072.04
12	61,018.05	21,413.91	39,604.14	152,467.90
13	61,018.05	16,265.38	44,752.68	107,715.22
14	61,018.05	10,447.53	50,570.53	57,144.69
15	61,018.05	3,873.36	57,144.69	0.00
Total	915,270.81	497,972.36	417,298.45	

Nota. Elaboración propia.^{1/}Cualquier diferencia en los cálculos presentados se debe a la cantidad de decimales utilizados durante el uso de fórmulas en Microsoft Excel.

1.3. Costos e ingresos

1.3.1. Clasificación de costos

Figura 59. Clasificación de los tipos de costos

por su naturaleza	por su área	por su relación con la producción
<ul style="list-style-type: none"> •costos directos •costos indirectos 	<ul style="list-style-type: none"> •costos de producción •costos de comercialización •costos de administración •costos financieros 	<ul style="list-style-type: none"> •costos variables •costos fijos •costos estándar •costos reales

Nota. Elaboración propia con información de Clasificación de los costos, por Gerencie (https://www.gerencie.com/clasificacion-de-los-costos.html#Los_costos_directos)

En la Figura 59 se presentan la información obtenida de la investigación bibliográfica sobre los tipos de costos, los cuales se clasifican en tres categorías principales: costos por su naturaleza, por su área y por su relación con la producción

Para el caso del (DSO) se propone que la clasificación más conveniente a utilizar en la estimación de costos de acuerdo con el giro o actividad de la empresa es **“por su área”**, donde se detallan los costos de operación (al ser una empresa de servicios no aplica denominarlos producción), comercialización, administración y financieros.

1.3.2. Estimación de costos

La estimación de los costos anuales consiste en determinar los costos de depreciación y amortización, categorizar los costos determinados en el apartado 1.1.3 *capital de trabajo*, depreciación y amortización, para así prorratear los costos anuales hacia los servicios que brindará el DSO.

En la Tabla 104 se agrupan las inversiones tangibles de la empresa, estableciendo la vida útil y valor de salvamento de manera individual para cada bien y así poder utilizar la Ecuación 10 para determinar un monto en concepto de depreciación anual mediante el método de depreciación en línea recta.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo} - \text{Valor de salvamento}}{\text{Vida útil}} * \text{Cantidad} \quad \text{Ecuación 10}$$

Sustituyendo los datos de las sillas para escritorio (depreciación de mobiliario) en la Ecuación 10, se obtiene:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{US\$70} - \text{US\$14}}{3 \text{ años}} * 29 \text{ unidades} = \text{US\$541.33}$$

Tabla 104. Cálculo de depreciación

Descripción	Cantidad	Costo unitario (US\$)	vida útil (años)	Valor de salvamento ^{1/} (US\$)	Depreciación anual (US\$)
Depreciación de Mobiliario					2,928.76
Silla para escritorio	29	70.00	3	14.00	541.33
Silla para visitantes	23	20.00	2	4.00	184.00
Silla para sala de juntas	25	23.00	2	4.60	230.00
Mesa para reuniones	1	200.00	3	40.00	53.33
Escritorio para oficinas	29	85.00	3	17.00	657.33
Cajoneras	8	150.00	2	30.00	480.00
Mostrador de recepción	1	300.00	3	60.00	80.00
Archivero	8	150.00	3	30.00	320.00
Perchero	1	35.00	2	7.00	14.00
Dispensador de agua	2	180.00	3	36.00	96.00

Descripción	Cantidad	Costo unitario (US\$)	vida útil (años)	Valor de salvamento ^{1/} (US\$)	Depreciación anual (US\$)
Basurero pequeño	46	12.00	2	2.40	220.80
Basurero para desechos	2	64.95	2	12.99	51.96
Depreciación Equipo de oficina					24,699.69
Monitor	29	150.00	3	30.00	1,160.00
Laptop	32	1,828.00	3	365.60	15,598.93
Teléfono inalámbrico	10	17.99	2	3.60	71.96
Impresora multifuncional	2	719.00	3	143.80	383.47
Trituradora de papel	1	422.99	3	84.60	112.80
Servidor de red físico	4	4,000.00	3	800.00	4,266.67
Radio comunicador	2	763.28	3	152.66	407.08
Proyector de video	1	1,870.43	3	374.09	498.78
Pizarra de vidrio templado	3	300.00	3	60.00	240.00
Marcadores biométricos	3	450.00	3	90.00	360.00
Video Wall	1	6,000.00	3	1,200.00	1,600.00
Depreciación de Equipo SCADA					5,786.67
Monitor	1	250.00	3	50.00	66.67
MTU (SERVIDOR)	2	8,000.00	3	1,600.00	4,266.67
PLC	1	2,500.00	3	500.00	666.67
SWICTH ETHERNET	1	250.00	3	50.00	66.67
Sensor	10	20.00	3	4.00	53.33
Medidor	1	2,000.00	3	400.00	533.33
HMI	1	500.00	3	100.00	133.33
Depreciación equipo de videovigilancia					680.00
Cámaras de seguridad	1	1,360.00	2	0.00	680.00
Otros equipos					508.70
Dispensador de jabón	12	24.95	2	4.99	119.76
Dispensador de papel higiénico	13	25.95	2	5.19	134.94
Dispensador de papel toalla	8	57.50	2	11.50	184.00
Dispensador ambientador	7	25.00	2	5.00	70.00
Depreciación Equipos de cocina					973.84
Mueble de cocina	2	287.00	3	57.40	153.07
Silla para comedor	24	16.99	1	3.40	326.21
Mesa para comedor	6	22.99	1	4.60	110.35
Cafetera	1	89.90	2	17.98	35.96
Tostador	2	66.32	2	13.26	53.06
Microondas	2	129.00	3	25.80	68.80

Descripción	Cantidad	Costo unitario (US\$)	vida útil (años)	Valor de salvamento ^{1/} (US\$)	Depreciación anual (US\$)
Refrigerador	1	849.00	3	169.80	226.40
Depreciación de Vehículos					4,839.16
Pick up Nissan	1	23,499.48	10	4,699.90	1,879.96
Microbús Hyundai Staria	1	36,990.00	10	7,398.00	2,959.20
Depreciación de Remodelación					11,899.62
Adecuación de edificio	1	59,498.11	5	0.00	11,899.62
Total Depreciación Anual					52,316.44

Nota. Elaboración propia. ^{1/} Para estimar el valor de salvamento se considera el 20% con respecto al costo unitario de cada bien.

En la Tabla 105 se detallan las inversiones intangibles para el DSO considerando un periodo estimado para su amortización, anualmente se amortizará mediante la Ecuación 11.

$$\text{Amortización anual} = \frac{\text{Costo total (US\$)}}{\text{Periodo (años)}} \quad \text{Ecuación 11}$$

Sustituyendo los datos para la administración del proyecto en la Ecuación 11, se obtiene:

$$\text{Amortización anual} = \frac{\text{US\$26,284.84}}{5 \text{ años}} = \text{US\$5,256.97}$$

Tabla 105. Cálculo de amortización para activos intangibles

Descripción ^{1/}	Costo total (US\$)	Periodo (años)	Amortización anual (US\$)
Diseño e instalación de sistema SCADA	88,200.00	5	17,640.00
Administración del proyecto	26,284.84	5	5,256.97
Investigación y estudios previos	15,135.28	3	5,045.09
Legalización de la empresa	7,123.59	2	3,561.80
Total			31,503.86

Nota. Elaboración propia. ^{1/} Se excluyen "Otros software" porque en esa categoría se encuentran las licencias Microsoft Office 365 debido a que es un pago mensual (inicial).

Obtenido los montos anuales para la depreciación y amortización, se procede a realizar su distribución hacia los costos operativo y de administración, por lo cual en la Tabla 106 se define un porcentaje de consumo de recursos del 55% y 45% respectivamente.

Tabla 106. Distribución de depreciación y amortización hacia costo operativo y administrativo

%consumo de recursos	0.55	0.45	1.00
Costo por distribuir	Costo operativo	Costo administración	Total
Depreciación (US\$)	28,774.04	23,542.40	52,316.44
Amortización (US\$)	17,327.12	14,176.73	31,503.86
Total	46,101.16	37,719.13	83,821.29

Nota. Elaboración propia.

Tabla 107. Clasificación de salarios anuales en costo operativo y administración

No.	Nombre de unidad	Costo operativo ^{1/} (US\$)	Costo administración (US\$)	Salario total anual (US\$)
1	Dirección General		48,600	48,600
2	Gerencia de Administración y Finanzas		83,160	83,160
3	Gerencia de Asuntos Regulatorios		45,000	45,000
4	Gerencia de Operación del sistema	146,280		146,280
5	Gerencia de mercado	59,400		59,400
6	Gerencia de Planificación	45,000		45,000
7	Gerencia de Informática y Tecnología	160,800		160,800
8	Auditoría interna		58,800	58,800
	Total	411,480	235,560	647,040

Nota. Elaboración propia.^{1/}Se incluyen a todas las unidades que brindan los servicios de manera directa a los clientes del DSO.

Tabla 108. Clasificación del costo anual para servicios de terceros en costo operativo y administración

Servicios de terceros	Costo operativo (US\$)	Costo administración (US\$)	Total (US\$)
Internet y línea fija	1,500.00		1,500.00
Electricidad	6,000.00		6,000.00
Agua potable		3,000.00	3,000.00
Agua purificada		1,080.00	1,080.00
Limpieza		10,074.00	10,074.00
Servidor	1,619.88		1,619.88
Vigilancia externa		30,222.00	30,222.00
Soporte video vigilancia		2,400.00	2,400.00
Soporte sistema SCADA	18,000.00		18,000.00
Licencias Microsoft Office 365		8,448.00	8,448.00
Celular		8,640.00	8,640.00

Servicios de terceros	Costo operativo (US\$)	Costo administración (US\$)	Total (US\$)
Total	27,119.88	63,864.00	90,983.88

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 109 se muestra el consolidado de costos anuales para el DSO, considerando lo siguiente:

- Los salarios se distribuyeron de acuerdo con los montos determinados en la Tabla 93 por puesto de trabajo del apartado 1.1.3. *capital de trabajo* y clasificación de Tabla 107.
- Los servicios de terceros se distribuyeron de acuerdo con la clasificación realizada en la Tabla 108.
- La depreciación se estimó de acuerdo con los bienes considerados en la inversión tangible del apartado 1.1. *inversiones del proyecto*, específicamente en la Tabla 91 (únicamente se excluye el arrendamiento del inmueble) y clasificación de Tabla 106.
- La amortización se estimó de acuerdo con los bienes considerados en la inversión intangible del apartado 1.1. *inversiones del proyecto*, específicamente en la Tabla 92 (únicamente se excluye Otros softwares) y clasificación de Tabla 106.
- Los suministros se distribuyen el 100% hacia los costos de administración, considerando el monto detallado en la Tabla 97 del apartado 1.1.3. *capital de trabajo*.
- Papelería y útiles se distribuyó el 100% hacia los costos de administración, considerando el monto detallado en la Tabla 94 del apartado 1.1.3. *capital de trabajo*.
- El costo del arrendamiento del inmueble se distribuyó el 100% hacia los costos de administración, considerando el monto detallado en la Tabla 95 del apartado 1.1.3. *capital de trabajo*.
- Los intereses se distribuyeron el 100% hacia los costos financieros, considerando el monto detallado en la Tabla 103 del apartado 1.2.3. *costos financieros por préstamo*.

Tabla 109. Consolidado de costos anuales para el DSO

Descripción	Monto (US\$)
Costos operativos	484,701.04
Salarios	411,480.00
Servicios de terceros	27,119.88
Depreciación	28,774.04
Amortización	17,327.12
Costos administración	412,467.32
Salarios	235,560.00
Suministros	12,795.24
Papelería y útiles	6,128.95
Arrendamiento	56,400.00
Servicios de terceros	63,864.00
Depreciación	23,542.40

Descripción	Monto (US\$)
Amortización	14,176.73
Costos financieros	50,693.35
Intereses	50,693.35
Total	947,861.71

Nota. Elaboración propia.

Obtenido el consolidado de costos anuales para el DSO detallado en la Tabla 109, se continúa con la distribución del costo total (con base en la clasificación de costos) hacia los siete servicios, por lo que en la Tabla 110 se plantea la proporción de recursos (porcentaje) que se destinarán para brindar los servicios hacia los clientes de la empresa.

Tabla 110. Porcentajes para la distribución de los costos hacia los servicios

No.	Servicio	Estructura para distribución de costos		
		Operativo	Administración	Financieros
1	Operación del sistema de distribución y mercado minorista a través de la programación realizada por la Unidad de Transacciones.	30.0%	25.0%	15.0%
2	Coordinación de los programas de mantenimiento de generación distribuida y distribución.	10.0%	10.0%	15.0%
3	Supervisión de los generadores distribuidos.	25.0%	20.0%	15.0%
4	Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones.	10.0%	10.0%	15.0%
5	Generación de las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.	10.0%	15.0%	15.0%
6	Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.	10.0%	10.0%	15.0%
7	Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.	5.0%	10.0%	10.0%
	Validación	100.0%	100.0%	100.0%

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 111 se presentan los costos anuales para cada uno de los servicios que brindará el DSO, los cuales se determinaron con base en la Ecuación 12.

$$CT_{Sn} = (\%Recursos * CT_O) + (\%Recursos * CT_A) + (\%Recursos * CT_f) \quad \text{Ecuación 12}$$

Dónde:

CT_{Sn}: Costo Total Anual del Servicio número "n".

%Recursos: Proporción de recursos operativos, administración o financieros destinados al servicio.

CT_O: Costo Total Anual Operativo.

CT_A: Costo Total Anual Administración.

CT_f: Costo Total Anual Financieros.

Sustituyendo los datos para el servicio 1 en la Ecuación 12, se obtiene:

$$CT_{S1} = (0.30 * 484,701.04) + (0.25 * 412,467.32) + (0.15 * 50,693.35)$$

$$CT_{S1} = US\$145,410.31 + US\$103,116.83 + US\$7,604.00 = US\$256,131.14$$

Tabla 111. Estimación del costo total para cada servicio del DSO (US\$)

No.	Descripción	Operativo	Administración	Financieros	Costo Total
1	Operación del sistema de distribución y mercado minorista a través de la programación realizada por la Unidad de Transacciones.	145,410.31	103,116.83	7,604.00	256,131.14
2	Coordinación de los programas de mantenimiento de generación distribuida y distribución.	48,470.10	41,246.73	7,604.00	97,320.84
3	Supervisión de los generadores distribuidos.	121,175.26	82,493.46	7,604.00	211,272.73
4	Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones.	48,470.10	41,246.73	7,604.00	97,320.84
5	Generación de las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.	48,470.10	61,870.10	7,604.00	117,944.20
6	Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.	48,470.10	41,246.73	7,604.00	97,320.84
7	Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.	24,235.05	41,246.73	5,069.33	70,551.12
	Total	484,701.04	412,467.32	50,693.35	947,861.71

Nota. Elaboración propia.

Los costos unitarios para los servicios que brindará el DSO se encuentran fuera del alcance del proyecto, debido a que será una empresa regulada del sector eléctrico a nivel de mercado

minorista, y por lo tanto, deberá establecerse una metodología para la estimación de los costos unitarios y de tarifas o cargos aplicables a los clientes de la empresa.

1.3.3. Estimación de ingresos

Los ingresos anuales de la Tabla 112 se determinan considerando los costos totales anuales, a los cuales se estima un margen de utilidad del 50% para todos los servicios, manteniendo para el DSO un escenario conservador en cuanto a las utilidades debido a que los ingresos anuales se obtendrán de las tarifas de los servicios, que serán calculados a partir de la metodología que emita la SIGET y asimismo considerando que el DSO seguiría realizando inversiones para mantener la calidad de sus servicios; para futuros análisis de los interesados del proyecto, dicho porcentaje podría someterse a cambios. Los ingresos estimados para cada servicio se calculan de acuerdo con la Ecuación 13.

$$I_{Sn} = \%MargenUtilidad * CT_{Sn} \quad \text{Ecuación 13}$$

Dónde:

I_{Sn} : Ingresos Totales Anuales del servicio número "n".

%MargenUtilidad: Estimación de utilidad con respecto a los Costos Totales Anuales.

CT_{Sn} : Costo Total Anual del servicio número "n".

Sustituyendo los datos para el servicio 1 en la Ecuación 13, se obtiene:

$$I_{S1} = 0.50 * 256,131.14 = \text{US\$}384,196.71$$

Tabla 112. Estimación de ingresos totales para el DSO

No.	Descripción	Costo Total (US\$)	%Margen utilidad	Ingresos Totales (US\$)
1	Operación del sistema de distribución y mercado minorista a través de la programación realizada por la Unidad de Transacciones.	256,131.14	50.0%	384,196.71
2	Coordinación de los programas de mantenimiento de generación distribuida y distribución.	97,320.84	50.0%	145,981.26
3	Supervisión de los generadores distribuidos.	211,272.73	50.0%	316,909.09
4	Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones.	97,320.84	50.0%	145,981.26
5	Generación de las proyecciones de oferta y demanda para mercado minorista.	117,944.20	50.0%	176,916.31
6	Estudios eléctricos para garantizar la calidad y seguridad operativa del sistema de distribución.	97,320.84	50.0%	145,981.26

No.	Descripción	Costo Total (US\$)	%Margen utilidad	Ingresos Totales (US\$)
7	Recolección, procesamiento y publicación de información estadística del mercado minorista.	70,551.12	50.0%	105,826.68
	Total	947,861.71		1,421,792.56

Nota. Elaboración propia.

Las tarifas unitarias para los servicios que brindará el DSO se encuentran fuera del alcance del proyecto, debido a que será una empresa regulada del sector eléctrico a nivel de mercado minorista, y por lo tanto, deberá establecerse una metodología para la estimación de los costos unitarios y de tarifas o cargos aplicables a los clientes de la empresa.

1.4. Presupuesto de ingresos y egresos

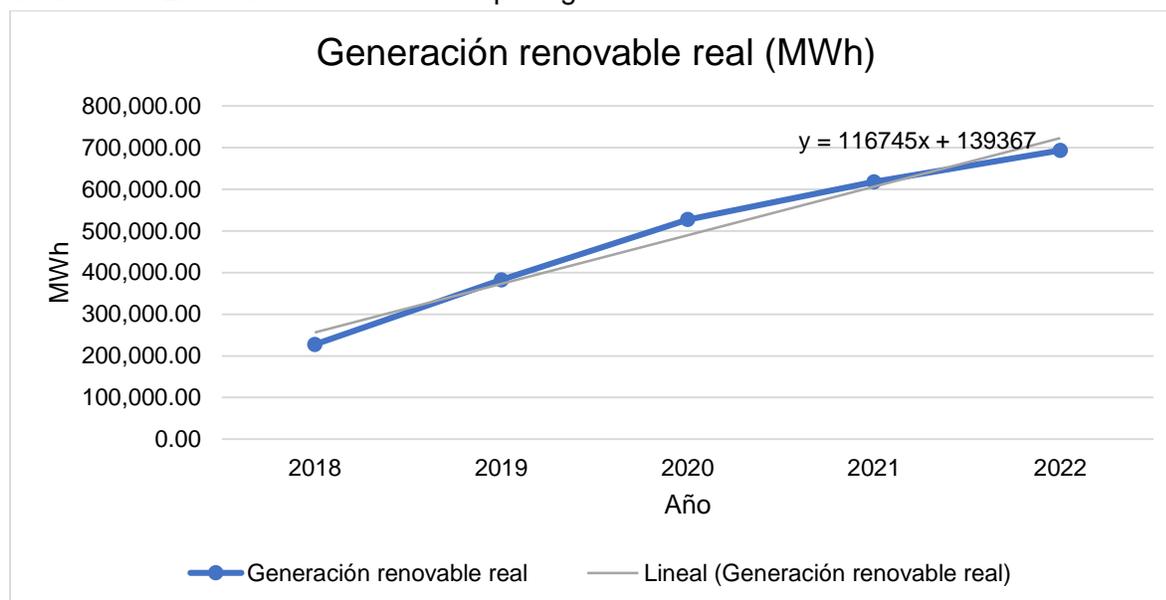
El presupuesto de egresos e ingresos se establecerá desde el año 2025 al 2029 (5 años), de acuerdo con el plan de implantación del proyecto.

1.4.1. Supuestos

El supuesto para realizar las proyecciones de egresos e ingresos es la **generación renovable (MWh) en mercado minorista**, la premisa fundamental de este supuesto es que si incrementa la cantidad de MWh se debe a que se ha incrementado la cantidad de generadores conectados en las redes de distribución o que se ha incrementado la capacidad instalada de un generador y por lo tanto conllevará el consumo de más recursos por parte del DSO para continuar brindando los servicios con los criterios de calidad y seguridad requeridos.

En la Tabla 113 se realiza la proyección de los datos de generación renovable obtenidos del Boletín de Estadísticas Eléctricas publicado por la SIGET, dichos datos se encuentran categorizados por tipo de tecnología y se pueden consultar en el **Anexo D** de este documento, para el supuesto se considera únicamente la generación renovable total, la cual muestra una tendencia lineal tal como se observa en el Gráfico 10.

Gráfico 10. Línea de tendencia lineal para generación renovable



Nota. Elaboración propia.

Con base en la línea de tendencia del Gráfico 10 se determina la Ecuación 14.

$$\text{Proyección}_{GR} = 116,745x + 139,367 \quad \text{Ecuación 14}$$

Dónde:

GR: Generación renovable.

X: número de año.

Sustituyendo los datos para el año 2026 en la Ecuación 14, se obtiene:

$$\text{Proyección}_{GR} = (116,745 \cdot 9) + 139,367 = 1,190,072.00 \text{ (MWh)}$$

Utilizando Excel como herramienta para determinar la ecuación lineal e ingresando los datos del **Anexo D**, se obtuvo una pendiente de 116,745 y un intercepto de 139,367.

Tabla 113. Variación de la generación renovable en distribución (mercado minorista)

No. (x)	Año	Generación renovable real (MWh)	Generación renovable proyectada (MWh)	Variación
1	2018	227,238.46		
2	2019	382,440.90		68.3%
3	2020	527,299.77		37.9%
4	2021	617,686.80		17.1%
5	2022	693,339.11		12.2%
6	2023		839,837.00	21.1%

No. (x)	Año	Generación renovable real (MWh)	Generación renovable proyectada (MWh)	Variación
7	2024		956,582.00	13.9%
8	2025		1,073,327.00	12.2%
9	2026		1,190,072.00	10.9%
10	2027		1,306,817.00	9.8%
11	2028		1,423,562.00	8.9%
12	2029		1,540,307.00	8.2%
13	2030		1,657,052.00	7.6%

Nota. Elaboración propia. En color gris los años que se tomarán de base para elaborar los estados financieros en el apartado 1.5. *Estados financieros proforma*.

1.4.2. Proyección de egresos e ingresos

Tabla 114. Proyección de egresos e ingresos

Supuesto (%)	-	10.9%	9.8%	8.9%	8.2%
Rubro \ Año	2025	2026	2027	2028	2029
Ingresos	1,421,792.56	1,576,767.95	1,731,291.21	1,885,376.13	2,039,976.97
Egresos	947,861.71	1,044,310.85	1,140,300.20	1,235,815.79	1,331,434.12
CO (US\$) ^{1/}	484,701.04	537,533.45	590,211.73	642,740.58	695,445.30
CA (US\$) ^{1/}	412,467.32	457,426.26	502,254.03	546,954.64	591,804.92
CF (US\$) ^{1/2/}	50,693.35	49,351.14	47,834.44	46,120.57	44,183.89

Nota. Elaboración propia. ^{1/} CO: Costo Operativo, CA: Costo Administración, CF: Costo Financiero. ^{2/}A los costos financieros (intereses) no se aplica el porcentaje del supuesto debido a que estos disminuyen de acuerdo con el detalle de la Tabla 183.

1.5. Estados financieros proforma

Los estados financieros proforma son las proyecciones financieras del proyecto de inversión que se elaboran para un horizonte del proyecto. Dichos estados financieros revelan el comportamiento que tendrá la empresa en el futuro en cuanto a las necesidades de fondos, los efectos del comportamiento de costos, gastos e ingresos, el impacto del costo financiero, los resultados en términos de utilidades, la generación de efectivo y la obtención de dividendos.

Es importante señalar que los estados financieros proforma sirven de base para los indicadores financieros que se elaboran al realizar la evaluación financiera del proyecto, los cuales se elaborarán de acuerdo con el formato establecido en la etapa de Diseño del trabajo de investigación, asimismo se elaborarán a partir del año 2025 hasta el año 2029. Se incluye el estado de pérdidas y ganancias, estado de situación financiera y el estado de flujo de efectivo.

1.5.1. Estado de pérdidas y ganancias

El estado de resultados, también conocido como estado de pérdidas y ganancias es un reporte financiero que en base a un periodo determinado muestra de manera detallada los ingresos obtenidos, los gastos en el momento en que se producen y como consecuencia, el beneficio o pérdida que ha generado la empresa en dicho periodo de tiempo para analizar esta información y en base a esto, tomar decisiones de negocio (Castro, 2021).

En la Tabla 115 se presentan los estados de pérdidas y ganancias proforma del DSO.

Tabla 115. Estado de Resultado Año 1 – Año 5

RUBRO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS POR SERVICIOS	1,421,792.56	1,576,767.95	1,731,291.21	1,885,376.13	2,039,976.97
GASTOS DE OPERACIÓN	897,168.36	994,959.71	1,092,465.77	1,189,695.22	1,287,250.23
Costos operativos	484,701.04	537,533.45	590,211.73	642,740.58	695,445.30
Costos administración	412,467.32	457,426.26	502,254.03	546,954.64	591,804.92
UTILIDAD DE OPERACIÓN	524,624.20	581,808.24	638,825.44	695,680.91	752,726.74
COSTOS FINANCIEROS	50,693.35	49,351.14	47,834.44	46,120.57	44,183.89
UTILIDAD ANTES DE OTROS INGRESOS	473,930.85	532,457.10	590,991.01	649,560.34	708,542.85
OTROS INGRESOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	473,930.85	532,457.10	590,991.01	649,560.34	708,542.85
IMPUESTO SOBRE LA RENTA (30%)	142,179.26	159,737.13	177,297.30	194,868.10	212,562.86
UTILIDAD NETA	331,751.60	372,719.97	413,693.71	454,692.24	495,980.00

Nota. Elaboración propia.

1.5.2. Estado de flujo de efectivo

El estado de flujo de efectivo es un informe financiero en el que se detalla el flujo de caja (o cash flow) de la empresa. Por lo tanto, en este se encuentran los registros de los movimientos de entrada y de salida de efectivo (ingresos y egresos) durante un periodo de tiempo determinado (Philippe).

En la Tabla 116 se presentan los estados de flujo de efectivo proforma del DSO al 31 de diciembre del 2025 al 2029.

Tabla 116. Flujo de efectivo Año 1 – Año 5 (US\$)

RUBRO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESO POR SERVICIOS	1,421,792.56	1,576,767.95	1,731,291.21	1,885,376.13	2,039,976.97
COSTOS DE OPERACIÓN	897,168.36	994,959.71	1,092,465.77	1,189,695.22	1,287,250.23
Costos operativos	484,701.04	537,533.45	590,211.73	642,740.58	695,445.30
Costos administración	412,467.32	457,426.26	502,254.03	546,954.64	591,804.92
UTILIDAD DE OPERACIÓN	524,624.20	581,808.24	638,825.44	695,680.91	752,726.74
COSTOS DE NO OPERACIÓN	50,693.35	49,351.14	47,834.44	46,120.57	44,183.89
Costos financieros	50,693.35	49,351.14	47,834.44	46,120.57	44,183.89
UTILIDAD DE NO OPERACIÓN	473,930.85	532,457.10	590,991.01	649,560.34	708,542.85
OTROS INGRESOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	473,930.85	532,457.10	590,991.01	649,560.34	708,542.85
IMPUESTO SOBRE LA RENTA (30%)	142,179.26	159,737.13	177,297.30	194,868.10	212,562.86
UTILIDAD NETA	331,751.60	372,719.97	413,693.71	454,692.24	495,980.00
DEPRECIACIONES DE MOBILIARIO, EQUIPO Y VEHÍCULO	52,316.44	104,196.32	153,545.76	170,284.54	187,023.32
AMORTIZACIONES DE ACTIVOS INTANGIBLES	31,503.86	63,007.71	90,949.77	113,846.74	136,743.71
AMORTIZACIÓN DE PRÉSTAMO	10,324.71	11,666.92	13,183.62	14,897.49	16,834.16
FLUJO DE EFECTIVO	405,247.18	528,257.08	645,005.62	723,926.03	802,912.86

Nota. Elaboración propia.

1.5.3. Estado de situación financiera

El balance general o balance de situación de una empresa es un documento contable financiero que refleja la situación económica y patrimonial de la misma en una fecha determinada; lo que en términos contables se conoce como imagen fiel. Este documento, que se elabora periódicamente, permite conocer la situación financiera y patrimonial de una compañía en un momento concreto, pues en él se detallan sus activos, sus pasivos y su capital (Banco Bilbao Vizcaya Argentina).

Desde la Tabla 117 hasta Tabla 122 se presentan los estados de situación financiera proforma del DSO.

Tabla 117. Estado de situación financiera al 31/12/2024 – Año 0

OPERADOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA Al 31 de diciembre del 2024 Cifras en dólares US\$			
ACTIVOS		PARTICIPACIONES	
ACTIVO CORRIENTE	1,201,983.41	PASIVO CORRIENTE	47,000.00
Efectivo y Equivalente	1,201,983.41	Arrendamiento de inmueble	47,000.00
Caja	784,684.96		
Banco	417,298.45		
ACTIVO NO CORRIENTE	386,235.07	PASIVO NO CORRIENTE	915,270.81
Propiedad Planta y Equipo	248,809.36	Documentos por pagar	417,298.45
Instalaciones	59,498.11	Interés por pagar	497,972.36
Mobiliario y equipo	128,821.77		
Vehículos	60,489.48		
Activos intangibles	137,425.71	PATRIMONIO	625,947.67
Administración del proyecto	26,284.84	Capital social	625,947.67
Investigación y estudios previos	15,135.28	Inversiones	625,947.67
Software SCADA	88,200.00		
Otros software	682.00		
Legalización/permisos	7,123.59		
TOTAL ACTIVO	1,588,218.48	TOTAL PARTICIPACIONES	1,588,218.48

Nota. Elaboración propia.

Tabla 118. Estado de situación financiera al 31/12/2025 – Año 1

OPERADOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA Al 31 de diciembre del 2025 Cifras en dólares US\$			
ACTIVOS		PARTICIPACIONES	
ACTIVO CORRIENTE	1,625,361.02	PASIVO CORRIENTE	56,400.00
Efectivo y Equivalente	1,234,035.33	Arrendamiento de inmueble	56,400.00
Caja	816,736.88		
Banco	417,298.45		
Cuentas por cobrar	391,325.69		
ACTIVO NO CORRIENTE	242,991.00	PASIVO NO CORRIENTE	854,252.76
Propiedad Planta y Equipo	189,311.25	Documentos por pagar	406,973.74
Mobiliario y equipo	128,821.77	Interés por pagar	447,279.01
Vehículos	60,489.48		
Depreciación Acumulada	-52,316.44		
Activos intangibles	105,996.19	PATRIMONIO	957,699.27
Administración del proyecto	26,284.84	Capital social	625,947.67
Investigación y estudios previos	15,135.28	Inversiones	625,947.67
Software SCADA	88,200.00	Utilidad del ejercicio	331,751.60
Otros software	756.34		
Legalización/permisos	7,123.59		
Amortización acumulada	-31,503.86		
TOTAL ACTIVO	1,868,352.02	TOTAL PARTICIPACIONES	1,868,352.02

Nota. Elaboración propia.

Tabla 119. Estado de situación financiera al 31/12/2026 – Año 2

OPERADOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA Al 31 de diciembre del 2026 Cifras en dólares US\$			
ACTIVOS		PARTICIPACIONES	
ACTIVO CORRIENTE	1,993,258.07	PASIVO CORRIENTE	56,400.00
Efectivo y Equivalente	968,789.29	Arrendamiento de inmueble	56,400.00
Caja	551,490.84		
Banco	417,298.45		
Cuentas por cobrar	655,281.63		
Documentos por cobrar	369,187.15		
ACTIVO NO CORRIENTE	186,795.87	PASIVO NO CORRIENTE	793,234.70
Propiedad Planta y Equipo	207,863.75	Documentos por pagar	395,306.83
Mobiliario y equipo	141,446.30	Interés por pagar	397,927.88
Vehículos	66,417.45		
Depreciación Acumulada	-104,196.32		
Activos intangibles	83,128.43		
Administración del proyecto	26,284.84		
Investigación y estudios previos	15,135.28	PATRIMONIO	1,330,419.24
Software SCADA	96,843.60	Capital social	625,947.67
Otros software	748.84	Inversiones	625,947.67
Legalización/permisos	7,123.59	Utilidad de ejercicios anteriores	331,751.60
Amortización acumulada	-63,007.71	Utilidad del ejercicio	372,719.97
TOTAL ACTIVO	2,180,053.94	TOTAL PARTICIPACIONES	2,180,053.94

Nota. Elaboración propia.

Tabla 120. Estado de situación financiera al 31/12/2027 – Año 3

OPERADOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA Al 31 de diciembre del 2027 Cifras en dólares US\$			
ACTIVOS		PARTICIPACIONES	
ACTIVO CORRIENTE	2,163,416.43	PASIVO CORRIENTE	156,400.00
Efectivo y Equivalente	794,131.26	Arrendamiento de inmueble	56,400.00
Caja	376,832.81	Cuentas por Pagar	100,000.00
Banco	417,298.45		
Cuentas por cobrar	647,033.00		
Documentos por cobrar	722,252.17		
ACTIVO NO CORRIENTE	137,561.56	PASIVO NO CORRIENTE	732,216.65
Propiedad Planta y Equipo	226,363.63	Documentos por pagar	382,123.21
Mobiliario y equipo	154,035.02	Interés por pagar	350,093.44
Vehículos	72,328.60		
Depreciación Acumulada	-153,545.76		
Activos intangibles	64,743.69		
Administración del proyecto	26,284.84		
Investigación y estudios previos	15,135.28	PATRIMONIO	1,412,361.35
Software SCADA	106,334.27	Capital social	625,947.67
Otros software	815.48	Inversiones	625,947.67
Legalización/permisos	7,123.59	Utilidad de ejercicios anteriores	372,719.97
Amortización acumulada	-90,949.77	Utilidad del ejercicio	413,693.71
TOTAL ACTIVO	2,300,978.00	TOTAL PARTICIPACIONES	2,300,978.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 121. Estado de situación financiera al 31/12/2028 – Año 4

OPERADOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA Al 31 de diciembre del 2028 Cifras en dólares US\$			
ACTIVOS		PARTICIPACIONES	
ACTIVO CORRIENTE	2,199,546.70	PASIVO CORRIENTE	160,032.74
Efectivo y Equivalente	1,027,647.67	Arrendamiento de inmueble	56,400.00
Caja	610,349.22	Cuentas por pagar	103,632.74
Banco	417,298.45		
Cuentas por cobrar	385,366.42		
Documentos por cobrar	786,532.61		
ACTIVO NO CORRIENTE	126,018.25	PASIVO NO CORRIENTE	671,198.59
Propiedad Planta y Equipo	244,925.44	Documentos por pagar	367,225.72
Mobiliario y equipo	166,665.90	Interés por pagar	303,972.87
Vehículos	78,259.55		
Depreciación Acumulada	-170,284.54		
Activos intangibles	51,377.34		
Administración del proyecto	26,284.84		
Investigación y estudios previos	15,135.28	PATRIMONIO	1,494,333.62
Software SCADA	115,798.02	Capital social	625,947.67
Otros software	882.35	Inversiones	625,947.67
Legalización/permisos	7,123.59	Utilidad de ejercicios anteriores	413,693.71
Amortización acumulada	-113,846.74	Utilidad del ejercicio	454,692.24
TOTAL ACTIVO	2,325,564.95	TOTAL PARTICIPACIONES	2,325,564.95

Nota. Elaboración propia.

Tabla 122. Estado de situación financiera al 31/12/2029 – Año 5

OPERADOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA Al 31 de diciembre del 2029 Cifras en dólares US\$			
ACTIVOS		PARTICIPACIONES	
ACTIVO CORRIENTE	2,278,219.47	PASIVO CORRIENTE	168,884.89
Efectivo y Equivalente	1,191,661.94	Arrendamiento de inmueble	56,400.00
Caja	774,363.49	Cuentas por pagar	112,484.89
Banco	417,298.45		
Cuentas por cobrar	464,057.53		
Documentos por cobrar	622,500.00		
ACTIVO NO CORRIENTE	77,465.87	PASIVO NO CORRIENTE	610,180.54
Propiedad Planta y Equipo	263,539.78	Documentos por pagar	350,391.56
Mobiliario y equipo	179,332.50	Interés por pagar	259,788.98
Vehículos	84,207.27		
Depreciación Acumulada	-187,023.32		
Activos intangibles	949.41		
Administración del proyecto	26,284.84		
Investigación y estudios previos	15,135.28	PATRIMONIO	1,576,619.91
Software SCADA	88,200.00	Capital social	625,947.67
Otros software	949.41	Inversiones	625,947.67
Legalización/permisos	7,123.59	Utilidad de ejercicios anteriores	454,692.24
Amortización acumulada	-136,743.71	Utilidad del ejercicio	495,980.00
TOTAL ACTIVO	2,355,685.34	TOTAL PARTICIPACIONES	2,355,685.34

Nota. Elaboración propia.

2. EVALUACIONES DEL PROYECTO

2.1. Evaluación económica

2.1.1. Tasa mínima atractiva de rendimiento

La tasa mínima aceptable de rendimiento es la tasa mínima de retorno de un proyecto que una empresa está dispuesta a aceptar antes de comenzar el mismo, dado su riesgo y el costo de oportunidad de renunciar a otros proyectos.

$$\text{TMAR} = i + R + (i \cdot R) \quad \text{Ecuación 15}$$

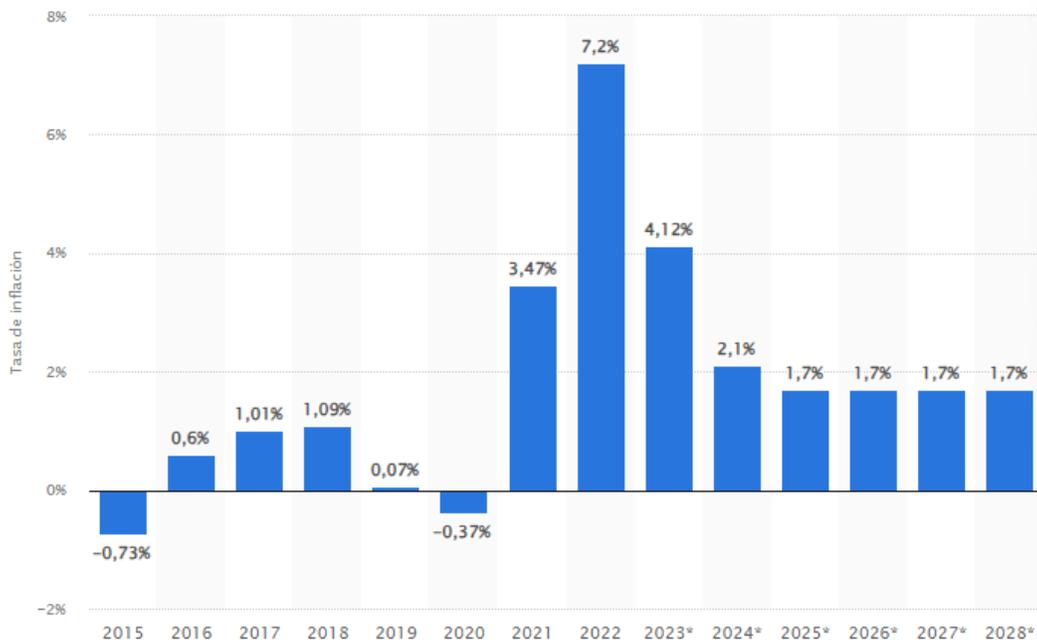
Donde:

i = tasa de inflación

R = riesgo

En la Figura 60 se muestra la tasa de inflación anual, los datos considerados para el análisis son desde 2019 hasta 2023, debido a que son el histórico real de dicha información.

Figura 60. Tasa de inflación



Nota. Tomado de *Evolución anual de la tasa de inflación en El Salvador desde 2015 hasta 2028*, por Statista (<https://es.statista.com/estadisticas/1190057/tasa-de-inflacion-el-salvador/>)

En la Tabla 123 se presenta el histórico de tasas de inflación desde el año 2019 hasta 2023, para determinar la tasa de inflación para calcular la TMAR de acuerdo con la Ecuación 15 se calcula un promedio de dichos datos obteniendo el 2.90%.

Tabla 123. Tasa de inflación para el proyecto

Año	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Promedio
Tasa de inflación	0.07%	-0.37%	3.47%	7.20%	4.12%	2.90%

Nota. Elaboración propia.

El riesgo R se tomará de la tasa efectiva aplicada por BANDESAL para el otorgamiento del préstamo, la cual es del 13.00 % de acuerdo con la información presentada en la Tabla 181.

Sustituyendo los datos de la tasa de inflación y efectiva en la Ecuación 15, se obtiene un rendimiento mayor al 10%.

$$TMAR = 0.029 + 0.13 + (0.029 * 0.13) = 0.16277 = 16.28\%$$

El rendimiento mínimo del proyecto deberá ser del 16.28%.

2.1.2. Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN) y se calcula utilizando la Ecuación 16.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \quad \text{Ecuación 16}$$

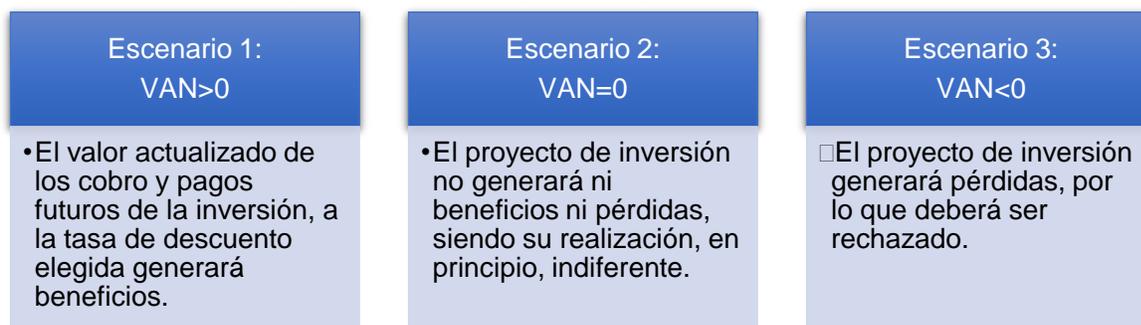
I_0 : Inversión inicial.

F : Flujo de efectivo neto.

k : Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)

t : periodo (número de años).

Figura 61. Resultados posibles del VAN y su interpretación



Nota. Elaboración propia.

A continuación, se realiza el detalle de la información a utilizar en el cálculo del VAN:

- **Inversión inicial (I₀)**

Tabla 124. Recursos monetarios para el DSO

Descripción	Monto (US\$)
Inversión tangible	295,809.36
Inversión intangible	137,425.71
Subtotal inversiones	433,235.07
Capital de trabajo ^{1/}	610,011.05
Total de inversión	1,043,246.12

Nota. Elaboración propia.^{1/} No incluye cuotas y/o intereses del financiamiento anuales.

- **Flujo de efectivo neto (F)**

Tabla 125. Flujos de efectivo neto para un periodo de 5 años

Periodo	Año	Flujo de efectivo neto
Año 1	2025	405,247.18
Año 2	2026	528,257.08
Año 3	2027	645,005.62
Año 4	2028	723,926.03
Año 5	2029	802,912.86

Nota. Elaboración propia.

- **Tasa mínima atractiva de rendimiento**

Del 16.28% de acuerdo con los cálculos realizados en la Ecuación 15.

- **Periodo (años)**

De 5 años de acuerdo con los estados financieros proforma.

Sustituyendo los datos anteriores en la **Ecuación 16**, se obtiene:

$$VAN = - 1,043,246.12 + \frac{405,247.18}{(1+0.1628)^1} + \frac{528,257.08}{(1+0.1628)^2} + \frac{645,005.62}{(1+0.1628)^3} + \frac{723,926.03}{(1+0.1628)^4} + \frac{802,912.86}{(1+0.1628)^5}$$

$$VAN = - 1,043,246.12 + 348,509.79 + 390,692.69 + 410,249.85 + 395,980.77 + 377,696.79$$

$$VAN = 879,883.77$$

De acuerdo con los escenarios planteados en la Figura 61, el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios por hasta de US\$879,883.77 (Escenario 1: VAN>0).

2.1.3. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, conocida también como TIR, es un indicador que permite conocer la rentabilidad de un proyecto, mediante el cálculo de la diferencia entre los gastos actuales y los ingresos proyectados en el futuro, con el fin de estimar las ganancias esperadas de una inversión.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = 0 \quad \text{Ecuación 17}$$

Dónde:

VAN: Valor actual neto.

I₀: Inversión inicial.

F: Flujo de efectivo neto.

TIR: Tasa interna de retorno.

t: periodo (número de años).

El criterio de selección de proyectos de inversión en base a la TIR se basa en la “k”, que es la tasa utilizada para actualizar los flujos de caja y que se compara con la TIR para determinar si hay que seleccionar o no el proyecto.

Sustituyendo los datos en la Ecuación 17, se obtiene:

$$0 = -1,043,246.12 + \frac{405,247.18}{(1+TIR)^1} + \frac{528,257.08}{(1+TIR)^2} + \frac{645,005.62}{(1+TIR)^3} + \frac{723,926.03}{(1+TIR)^4} + \frac{802,912.86}{(1+TIR)^5}$$

Introduciendo los datos en una hoja de cálculo en Microsoft Excel y utilizando la función “TIR” se obtiene aproximadamente que la TIR es del 24.15%, siendo mayor a la TMAR en un 7.87% tal como se expresa en la Tabla 126. **El resultado se interpreta como que el proyecto es rentable y generará beneficios económicos y financieros.**

Tabla 126. Relación de la TIR respecto a la TMAR del proyecto

TIR	Relación	TMAR	Variación TIR/TMAR
24.15%	>	16.28%	+7.87%

Nota. Elaboración propia.

2.1.4. Análisis beneficio – costo

Es una herramienta financiera que mide la relación que existe entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión, tal como la creación de una nueva empresa o el lanzamiento de un nuevo producto, con el fin de conocer su rentabilidad (Redacción CN, 2023).

$$\frac{B}{C} = \frac{VAI}{VAC} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{\text{Ingresos}}{(1+k)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{\text{Egresos}}{(1+k)^t}}$$

Ecuación 18

Dónde:

B/C: relación beneficio-costo.

VAI: valor actual o presente de los ingresos totales netos o beneficios netos.

VAC: valor actual o presente de los costos o egresos.

n: año de evaluación.

t: periodo (número de años).

k: Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR).

Figura 62. Resultados posibles del B/C y su interpretación

Escenario 1: B/C<1	Escenario 2: B/C=1	Escenario 3: B/C>1
•Muestra que los costos son mayores que los beneficios, por lo tanto no se debe considerar.	•No hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costos.	•Indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente el proyecto debe ser considerado.

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se realiza el detalle de la información a utilizar en el cálculo del B/C:

- **Ingresos y egresos**

Se retoman las proyecciones realizadas en la Tabla 114 del apartado 1.4.2. *Proyección de egresos e ingresos.*

Tabla 127. Ingresos y egresos proyectados

Año	2025	2026	2027	2028	2029
Ingresos (US\$)	1,421,792.56	1,576,767.95	1,731,291.21	1,885,376.13	2,039,976.97
Egresos (US\$)	947,861.71	1,044,310.85	1,140,300.20	1,235,815.79	1,331,434.12

Nota. Elaboración propia.

Tal como lo indica la Ecuación 18 cada uno de los ingresos y egresos debe traerse a valor presente por lo que se utiliza la fórmula: $VP= F/(1+K)^n$, dónde:

F: ingresos o egresos del año número “n” de la Tabla 127.

K: Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR= 16.28%).

Sustituyendo los datos en la Ecuación 18, se obtiene:

$$B/C = \frac{\frac{1,421,792.56}{(1+0.1628)^1} + \frac{1,576,767.95}{(1+0.1628)^2} + \frac{1,731,291.21}{(1+0.1628)^3} + \frac{1,885,376.13}{(1+0.1628)^4} + \frac{2,039,976.97}{(1+0.1628)^5}}{\frac{947,861.71}{(1+0.1628)^1} + \frac{1,044,310.85}{(1+0.1628)^2} + \frac{1,140,300.20}{(1+0.1628)^3} + \frac{1,235,815.79}{(1+0.1628)^4} + \frac{1,331,434.12}{(1+0.1628)^5}}$$

$$B/C = \frac{1,222,731.82 + 1,166,158.92 + 1,101,171.73 + 1,031,283.13 + 959,621.90}{815,154.55 + 772,359.95 + 725,277.38 + 675,979.69 + 626,317.53}$$

$$B/C = 1.18 \text{ US\$}$$

De acuerdo con los escenarios planteados en la Figura 62, el valor presente de los ingresos y egresos, a la tasa de descuento elegida generará beneficios por hasta US\$0.18 por cada dólar en concepto de egresos (Escenario 3: B/C>1).

2.1.5. Periodo de recuperación de la inversión.

El período de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelar con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial (Conexión Esan, 2017). Dicho indicador se determina a través de la Ecuación 19.

$$PRI = a + \left(\frac{I_0 - b}{F_t} \right) \quad \text{Ecuación 19}$$

Dónde:

PRI: periodo de recuperación de la inversión

a: año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

Io: Inversión inicial.

b: flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

Ft: flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

La inversión inicial para el proyecto es igual a US\$1,043,246.12, dicha suma de dinero representa un monto inferior al flujo de efectivo neto acumulado para el año 2027 (año 3), el cual es de US\$ 1,578,509.88, por lo tanto, el valor de “a” será igual a “2” y “b” será de “US\$933,504.26.

Sustituyendo los datos en la Ecuación 19, se obtiene:

$$PRI = 2 + \left(\frac{1,043,246.12 - 933,504.26}{1,578,509.88} \right) = 2.0695 \text{ años} = 2 \text{ años y } 25 \text{ días}$$

El periodo de recuperación de la inversión inicial para el DSO será de aproximadamente 24 meses y 25 días.

2.2. Evaluación financiera

La evaluación financiera del proyecto se realizará mediante el cálculo de las razones financieras de la Figura 63.

Figura 63. Tipos de razones financieras



Nota. Elaboración propia.

En los apartados 2.2.1. *Razones de rentabilidad*, 2.2.2. *Razones de apalancamiento* y 2.2.3. *Razones de liquidez* se detalla información teórica, ecuaciones, datos e interpretaciones para cada uno de los tipos de razones financieras consideradas en esta evaluación.

2.2.1. Razones de rentabilidad

Las razones de rentabilidad son parámetros financieros utilizados por analistas e inversores para medir y evaluar la capacidad de una empresa de generar ingresos (beneficios) en relación con los ingresos, los activos del balance, los costos de explotación y los fondos propios durante un periodo de tiempo determinado. Muestran lo bien que una empresa utiliza sus activos para producir beneficios y valor para los accionistas (Grupo consultor efe).

- **Retorno sobre capital**

El ROE (Return on Equity) es una forma de medir la rentabilidad anual de una empresa. Se calcula tal como se muestra en la Ecuación 20, dividiendo los ingresos netos de la empresa por el valor total de sus fondos propios y se expresa como un porcentaje (Grupo consultor efe).

$$\text{ROE} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Patrimonio neto}} \quad \text{Ecuación 20}$$

Tabla 128. Cálculo del ROE desde 2025 hasta 2029

Descripción	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029
Utilidad neta (US\$)	331,751.60	372,719.97	413,693.71	454,692.24	495,980.00
Patrimonio (US\$)	625,947.67	625,947.67	625,947.67	625,947.67	625,947.67
ROE	53%	60%	66%	73%	79%

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 128 la rentabilidad sobre el patrimonio se proyecta que para el año 2025 será del 53%, por cada US\$1.00 invertido en patrimonio se obtendrán US\$0.53 de utilidad neta, el cual se incrementará a 79% para el año 2029.

2.2.2. Razones de apalancamiento

Una razón de apalancamiento es cualquier tipo de razón financiera que indique el nivel de deuda contraída por una entidad empresarial frente a otras varias cuentas de su balance, cuenta de resultados o estado de flujos de caja (Grupo consultor efe).

- **Razón de endeudamiento**

Es una razón de apalancamiento que indica el porcentaje de activos que se financian con deuda. Cuanto mayor sea la razón, mayor será el grado de apalancamiento y el riesgo financiero (Grupo consultor efe). Se calcula tal como se indica en la Ecuación 25.

$$\text{Razón de endeudamiento} = \frac{\text{Deuda CP + LP}}{\text{Total de activos}} \quad \text{Ecuación 25}$$

Tabla 129. Cálculo de la razón de endeudamiento desde el año 2025 hasta 2029

Descripción	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029
Deuda (US\$)	910,652.75	849,634.70	888,616.65	831,231.33	779,065.43
Total de activos (US\$)	1,868,352.02	2,180,053.94	2,300,978.00	2,325,564.95	2,355,685.34
Endeudamiento	0.49	0.39	0.39	0.36	0.33

Nota. Elaboración propia.

Según los datos de la Tabla 129, se proyecta que para el año 2025 por cada US\$1.00 que la empresa invierta en activos, el US\$0.49 se generarán por medio de deuda, cantidad que se reducirá a US\$0.33 para el año 2029.

2.2.3. Razones de liquidez

Estas razones miden la capacidad de una empresa para reembolsar sus obligaciones de deuda a corto y largo plazo. Las razones de liquidez suelen utilizarse para determinar el riesgo de una empresa y decidir si se le concede un crédito (Grupo consultor efe).

- **Razón de activo circulante**

La razón de activo circulante es una métrica que evalúa la capacidad de una empresa para cumplir con sus obligaciones a corto plazo, es decir, aquellas que vencen en un plazo de un año (Grupo consultor efe). Se calcula tal como se indica en la Ecuación 26.

$$\text{Razón de activo circulante} = \frac{\text{Activo circulante}}{\text{Pasivo corto plazo}} \quad \text{Ecuación 26}$$

Tabla 130. Cálculo de la razón de activo circulante desde el año 2025 hasta 2029

Descripción	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029
Activo circulante (US\$)	1,625,361.02	1,993,258.07	2,163,416.43	2,199,546.70	2,278,219.47
Pasivo corto plazo (US\$)	56,400.00	56,400.00	156,400.00	160,032.74	168,884.89
Razón activo circulante	28.8	35.3	13.8	13.7	13.5

Nota. Elaboración propia.

Según los datos de la Tabla 130 la empresa podrá cumplir con sus obligaciones al corto plazo ya que para el año 2025 se proyecta que tendrá una razón de activo circulante de 28.8, esta variará en los próximos años y disminuirá a 13.5 para el año 2029.

2.3. Evaluación socioeconómica

La evaluación socio – económica consiste en el proceso de identificación, medición y valorización de los beneficios y costos de un proyecto, desde el punto de vista del bienestar social.

Tabla 131. Aspectos de evaluación socio - económica.

Categoría	Aspectos	Descripción
ASPECTO SOCIO ECONÓMICO	Empleo	De constituirse e implantar el Operador del Sistema de Distribución, se convertirá en una fuente de generación de empleos directos e indirectos; principalmente en el departamento de San Salvador debido a que será la macro localización de la empresa.
ASPECTO SOCIO ECONÓMICO	Dinamización de la economía	El nacimiento de una nueva empresa permitiría el incremento de productividad y generación de nuevos empleos, esto contribuye al incremento del valor agregado de la economía del sector eléctrico y el país.
ASPECTO SOCIO ECONÓMICO	Indicadores macroeconómicos	El sector eléctrico es el que se vería favorecido mayormente, ya que se pretende brindar seguimiento a todos los generadores de energía (renovables y no renovables) a nivel de mercado minorista, de modo que el sistema eléctrico nacional se encuentre comunicado y exista el crecimiento planificado de dicho sector, por lo tanto, se proyecta que disminuiría la necesidad de realizar importaciones de electricidad para suplir la demanda de la población salvadoreña.

Categoría	Aspectos	Descripción
ASPECTO SOCIO ECONÓMICO	Aportes al gobierno local, central y comunidad	De llevarse a cabo el proyecto de implantación del DSO nacerían nuevas fuentes de captación de impuestos para el gobierno local, no solo por la constitución del DSO sino también por las retenciones de ley a efectuarse a sus colaboradores.
ASPECTO SOCIO CULTURAL	Seguridad	Se pretende que el DSO brinde servicios que mejoren la operación y seguridad del sistema de distribución de energía eléctrica, de modo que los usuarios finales no se vean afectados por cortes o inestabilidad del servicio de electricidad.
ASPECTO SOCIO CULTURAL	Infraestructura y servicios básicos	Mejoramiento del sistema actual de distribución de energía eléctrica, implementación de tecnologías que permitan proporcionar un servicio de calidad, participación de la población auto generadora de energía renovable, mejor calidad del servicio.

Nota. Elaboración propia.

2.4. Evaluación ambiental

La Constitución de la República de El Salvador, en su artículo 117, dispone que *“es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente para garantizar el desarrollo sostenible”*. A partir de la anterior disposición, fue emitida la Ley de Medio Ambiente, la cual tiene por objeto desarrollar disposiciones referentes a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales, así como normar la gestión ambiental pública y privada.

Para el desarrollo de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se tienen en consideración los siguientes apartados de la Ley de Medio Ambiente:

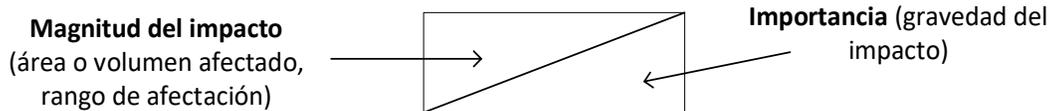
- *Título III, Capítulo III: Normas ambientales en los planes de desarrollo y ordenamiento del territorio*, donde se establecen lineamientos en cuanto a ubicaciones, localizaciones, obras de infraestructura, entre otros lineamientos.
- *Título IV: Prevención y control de la contaminación*, donde se presenta lo relacionado a la contaminación de agua, aire y el suelo, entre otros; y que es importante considerar por parte de nuevas empresas que quieran establecer sus operaciones en territorio salvadoreño.
- *Título VII: Recursos renovables*, el cual es uno de los apartados de mayor importancia para el tipo de operaciones del ente que se pretende crear.

Para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se hace uso del análisis cualitativo mediante la Matriz de Leopold, este análisis requiere la definición de dos aspectos de cada una de las acciones que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente:

- El primer aspecto es la magnitud del impacto sobre sectores específicos del medio ambiente. El término magnitud se usa en el sentido de grado, tamaño o escala.
- El segundo aspecto es la importancia de las acciones propuestas sobre las características y condiciones ambientales específicas.

La magnitud del impacto puede ser evaluada en base a hechos; sin embargo, la importancia del impacto se basa generalmente en un juicio de valor. En la Figura 64 se realiza la representación gráfica de los aspectos antes mencionados.

Figura 64. Representación gráfica de la magnitud e importancia del impacto.



Nota. Tomado de *Matriz de Leopold*, por Alex Enseña, 2021, (<https://www.youtube.com/watch?v=4SbW6G9XjhM>)

Aplicación de la técnica se visualiza en la Tabla 132.

Tabla 132. Matriz de Leopold

COMPONENTES		MATRIZ DE LEOPOLD														
		ACCIONES DEL PROYECTO	CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN				INT.		SUMATORIA	
			Factores Ambientales	Circulación de vehículos	Limpieza del sitio	Acarreo de materiales	Montaje de estructuras	Instalaciones eléctricas	Instalación de equipo	Equipamiento y suministro	Movimiento de personal	Mantenimiento de los equipos	Administración de las instalaciones	Negativa	Positiva	Negativa
MEDIO NATURAL	AGUA	Calidad de agua superficial	-1	8	-5	5							2	2	6	13
		Calidad de agua subterránea	1	10	8	6							0	2	9	16
		Variación de caudal superficial		5	8					5	9	-3	1	2	3	10
		Variación de caudal subterráneo		4	8					3	9	-3	1	2	3	7
	SUELO	Uso potencial del suelo	-8	9	-3	5	3	5	5	-6	-5	5	4	6	22	32
		Pavimentación	-7	8	-7	-8	3	2	9	9	9	9	3	2	22	11
		Sismicidad	-4	9		-5	5	-2	3	-3			4	0	14	0
	ATMÓSFERA	Calidad del aire	-9	10		-8	9	-6	8	-4	-4	6	5	1	31	10
		Niveles de ruido	-10	10	-5	-9	9	-6	5	-8	-9	-8	7	0	55	0
		Olor	-5	8		-3	5			-4	-5	-4	5	1	21	8
		Vibraciones	-9	9	-1	-7	9	-4	3	-1	-4	-1	7	0	27	0
		Patrones de tránsito vehicular	-9	1	2	-8	6	9					2	2	17	7
MEDIO BIÓTICO	FLORA	Contraste arquitectónico	9	10	9	-3	8					1	1	3	10	
		Árboles	-9	10	10					-3	-3	5	3	1	15	10
		Arbustos		10	10								0	1	0	10
	FAUNA	Hierba		10	10							0	1	0	0	10
		Insectos	-2	10	10							1	1	2	4	10
		Animales terrestres	-5	10	10	-2	4						2	1	7	10
MEDIO HUMANO	SOCIO - ECONÓMICO	Aves		10	10	-4	4					1	1	4	10	
		Salud	-5	7	10	-3	5	-3	5		-2	5	4	1	13	10
		Seguridad	6	8	10					7	5	8	0	4	0	22
	MEDIO BIÓTICO	Nivel de vida				7	8						0	1	0	7
		Servicios					6	5	8	7	8		0	4	0	26
		Red de transporte	-5	9	7	-3	5			8	9		2	2	8	18
SUMATORIA	NEGATIVA	Recreación y Paisaje	8	10	-2	-5	-2	7	3	4	7	3	2	9	14	
		NEGATIVA	14	0	6	13	1	5	0	7	6	6	58			
SUMATORIA	POSITIVA	POSITIVA	1	20	0	4	4	2	1	6	1	2	41			
		POSITIVA	88	0	23	68	2	21	0	29	29	22			282	380
		POSITIVA	6	170	0	18	18	10	5	35	43	8	13		283	
		POSITIVA	8	181	0	30	21	17	9	46	9	18		4.86	4.88	
RESULTADOS														4.86	4.88	
														9.27	8.27	

Nota. Elaboración propia.

Interpretación: El resultado obtenido se ubica en un impacto bajo, según la valoración de impacto, pero no significa que no existan factores que requieran especial atención para mitigarlos o mejorarlos, por lo tanto, es conveniente aislar ese tipo de factores para analizarlos con mayor detalle y realizar planes que los contrarresten o mejoren, según sea el caso.

Tabla 133. Resultado de evaluación ambiental

VALORACIÓN DE IMPACTOS	
Impacto Bajo	1 - 30
Impacto Medio	31 - 61
Impacto Severo	61 - 92
Impacto Crítico	> 93

Nota. Elaboración propia.

2.5. Evaluación de género

La perspectiva de género se puede evaluar sobre la base de cuatro lentes:

1. Roles de género y división del trabajo, 2. Acceso y control sobre los servicios y recursos, 3. Participación, voz y toma de decisiones y 4. Las necesidades e intereses de hombres y mujeres.

Figura 65. Áreas de evaluación de género



Nota. Elaboración propia.

Estos cuatro lentes pueden ser englobados a través del análisis de tres pasos, mediante el cual se identifica y planifica el enfoque de la evaluación, se argumenta con datos, ya sea de fuentes primarias o secundarias y finalmente se integran para el logro de objetivos.

Como resultado de la aplicación del análisis de tres pasos se obtienen las estrategias siguientes:

- Las mujeres podrán aplicar a todas las plazas disponibles sin discriminación, siempre y cuando cumplan con los requisitos del puesto.

- El porcentaje mínimo de contratación de mujeres debería ser del 40%, sin embargo, dicha propuesta se verá influenciada por las aplicaciones de mujeres que se obtengan para todos los puestos, es decir podría ser un porcentaje mayor al planteado.
- Desarrollar programas para el desarrollo de las capacidades de las mujeres.
- Desarrollar métodos para monitorear los resultados de los hombres y mujeres.
- Que las mujeres participen en diálogos que aporten a su desarrollo profesional.
- El salario establecido para un puesto de trabajo será independiente de criterios como el sexo/género del ocupante.

2.6. Evaluación legal

Desde la perspectiva legal, es pertinente considerar que en toda sociedad existen normas que regulan los deberes y derechos de todos sus miembros. Todos los proyectos, bien sean de tipo privado o público se encuentran inmersos en un marco jurídico (Martínez). Por ello, para la evaluación legal de este proyecto, se consideran tres estados, la *pre inversión*, la *inversión (ejecución)* y la *operación (puesta en funcionamiento)*.

Para todos los estados se deben conocer y listar aquellas leyes, normativas y/o reglamentos que afectan al proyecto, identificando los artículos o aspectos en los que se verán influenciadas dichas leyes o normas, lo cual se presenta en la Tabla 134.

Tabla 134. Evaluación legal.

Estado	Leyes, Normativas o Reglamentos	Artículos / aspectos
Pre inversión	Ley General de Electricidad (LGE) y su reglamento.	Actualmente, solo se considera la operación y administración del mercado mayorista a través de la Unidad de Transacciones (Artículo 33).
Inversión (ejecución)	Ley General de Electricidad (LGE) y su reglamento.	Durante el proceso de ejecución del proyecto para constituir al DSO, la entidad encargada de modificar y/o emitir normativas, tendrá que realizar un análisis de la LGE e incorporar un capítulo, sección o artículos - donde sea pertinente -, que detallen información como la organización del DSO, la operación del sistema de distribución, la operación del mercado minorista, entre otros aspectos que se consideren de importancia para otorgar las facultades necesarias para las operaciones del DSO.

Estado	Leyes, Normativas o Reglamentos	Artículos / aspectos
	Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad.	Debido a que la Ley contempla proyectos que aprovechen las fuentes renovables de energía en la generación de electricidad, es pertinente que se consideren aspectos o políticas para promover la generación de electricidad segura y controlada por un DSO que tendrá la facultad de brindar un apoyo continuo a las operaciones de los generadores.
	Norma para Usuarios Finales Productores de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (UPR).	A la fecha, la Norma solo considera la notificación de su operación a la empresa distribuidora con la que realizará su interconexión, pero se vuelve indispensable incorporar un capítulo o artículos donde se establezca la necesidad de notificar a una entidad administradora del mercado minorista, la cual deberá ser el DSO, acerca de su interconexión e inicio de operaciones.
	Normas de Calidad de Servicio de los Sistemas de Distribución.	Regula los índices e indicadores de referencia para calificar la calidad con que las empresas distribuidoras de energía eléctrica suministran los servicios de energía eléctrica a los usuarios de la Red de Distribución. Las reformas que se realicen permitirán que el DSO pueda obtener informes de indicadores con el fin de mantener un sistema confiable y eficiente.
	Otras Leyes, Normas o Reglamentos.	Se incluirían reformas a todas las Leyes, Normas o Reglamentos que la entidad encargada de la actualización de la normativa considere necesarias, después de realizar los análisis pertinentes.

Estado	Leyes, Normativas o Reglamentos	Artículos / aspectos
Operación (puesta en funcionamiento)	Ley General de Electricidad (LGE) y su reglamento.	Se contaría con una LGE actualizada donde se incluirían las facultades otorgadas al DSO para que éste pueda ejercer sus funciones.
	Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad.	Se contaría con una Ley actualizada donde se incluirían las facultades otorgadas al DSO para que éste pueda ejercer sus funciones.
	Norma para Usuarios Finales Productores de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (UPR).	Se contaría con una Norma actualizada donde se incluirían las facultades otorgadas al DSO para que éste pueda ejercer sus funciones.
	Normas de Calidad de Servicio de los Sistemas de Distribución.	Se contaría con una Norma actualizada donde se incluirían las facultades otorgadas al DSO para que éste pueda ejercer sus funciones.
	Otras Leyes, Normas o Reglamentos.	Se presentaría una reforma o nueva Ley, Norma o Reglamento, según las necesidades identificadas y que requieran ser plasmadas para su cumplimiento, donde se incluirían las facultades otorgadas al DSO para que éste pueda ejercer sus funciones.

Nota. Elaboración propia.

El estado de pre inversión muestra la situación actual de las leyes de mayor incidencia a las que se afronta el proyecto, posteriormente, si el proyecto llegase a ser aceptado por los interesados, iniciaría el estado de ejecución donde, en materia de normativas, se iniciaría un proceso de análisis y actualización de las mismas, con el fin de otorgar las facultades de administración y operación al DSO, y finalmente, comenzaría el estado de operación donde, ya estarían vigentes las reformas hechas en las Leyes, Normas y/o Reglamentos pertinentes para ser aplicadas. Cabe mencionar la posibilidad de que surjan nuevas Leyes, Normas y/o Reglamentos tras el otorgamiento de facultades al DSO.

2.7. Evaluación del sector eléctrico

El sector eléctrico comprende el conjunto de entidades que ejercen actividades relacionadas con el uso de recursos renovables y no renovables para la generación, transmisión, distribución y consumo de energía eléctrica, incluyendo también, aquellas entidades que se encargan de la administración del sector.

Dentro de una evaluación, es de vital importancia considerar la mayor cantidad de aspectos que podrían o incidirían directamente en la ejecución del proyecto.

Para desarrollar una evaluación del sector eléctrico de El Salvador, a partir de la Figura 66 se retoman los retos 01, 02, 03, 04, y 18 (en recuadros color rojo), los cuales han sido considerados dentro de la Política Energética Nacional 2020-2050, mismos a los que ésta se enfrenta, dicha política ha sido elaborada por el Consejo Nacional de Energía (CNE); con el fin de exponer los aspectos en los que una empresa administradora como el Operador del Sistema de Distribución contribuiría para materializar los retos pero cabe recalcar que las contribuciones no conforman “el todo” sino que, suman a los esfuerzos que realizarían todos los involucrados. Se excluyen los demás retos ya que forman parte del conglomerado de todas las actividades que constituyen el sector, como lo son la producción, transporte y comercialización de la energía eléctrica, de igual manera se considera que los cuatro retos mencionados, pueden materializarse en un menor tiempo.

Figura 66. Retos que afronta el sector eléctrico.

01 Fortalecer la institucionalidad en rectoría política, regulación, supervisión y vigilancia del mercado.	02 Contar con marcos normativos acorde a la realidad actual.	03 Fortalecer el marco regulatorio aplicable a la generación distribuida renovable.	04 Utilizar más energías renovables para generar energía eléctrica.
05 Incorporar recursos energéticos menos contaminantes para la generación.	06 Reducir las tarifas de energía eléctrica.	07 Aprovechar al máximo los beneficios del Mercado Eléctrico Regional.	08 Optimizar el otorgamiento de subsidios a la energía eléctrica.
09 Lograr un acceso universal al servicio de energía eléctrica.	10 Fomentar el uso de tecnologías modernas y más eficientes para suministrar energía eléctrica.	11 Fomentar la electrificación de los consumos y condiciones que incrementen la competitividad del país.	12 Eliminar las ineficiencias económicas para la recuperación de las inversiones realizadas en infraestructura moderna.
13 Fomentar la implementación de sistemas de gestión de energía.	14 Crear capacidades técnicas en eficiencia energética en el subsector.	15 Crear una ley de eficiencia energética.	16 Fortalecer las acciones de investigación, desarrollo e innovación dentro del subsector.
	17 Incrementar la resiliencia al cambio climático del subsector eléctrico.	18 Lograr un sistema eléctrico nacional robusto y flexible.	

Nota. Tomado de Retos del Subsector Eléctrico (p.19), de Política Energética Nacional 2020-2050, (<https://www.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2021/12/PEN2050.pdf>)

En la Tabla 135 se describen las principales contribuciones del DSO.

Tabla 135. Contribuciones del DSO según los retos 01, 02, 03, 04 y 18.

RETOS	CONTRIBUCIONES DEL DSO
<p style="text-align: center;">01</p> <p style="text-align: center;">Fortalecer la institucionalidad en rectoría política, regulación, supervisión y vigilancia del mercado.</p>	<p>Se pretende que el Operador del Sistema de Distribución brinde 7 servicios; entre ellos se encuentran la <i>Supervisión de los generadores distribuidos</i>¹¹ y el <i>Análisis de fallas en el mercado minorista (red de distribución) e informes para la Unidad de Transacciones</i>¹², los cuales, a partir del trabajo en conjunto con los participantes del mercado minorista permitirían alcanzar una supervisión y vigilancia que proporcione resultados en pro del funcionamiento eficiente del mercado eléctrico.</p>
<p style="text-align: center;">02</p> <p style="text-align: center;">Contar con marcos normativos acorde a la realidad actual.</p>	<p>Tal como se mencionó en la Evaluación Legal de este documento, la puesta en funcionamiento del Operador del Sistema de Distribución requeriría la actualización de las Leyes, Normas y/o Reglamentos pertinentes para otorgar las facultades de administración y operación del DSO.</p>
<p style="text-align: center;">03</p> <p style="text-align: center;">Fortalecer el marco regulatorio aplicable a la generación distribuida renovable.</p>	<p>Con la incorporación del DSO a la estructura actual del Sector Eléctrico de El Salvador y mediante las facultades que se le otorgaren en cuanto a la administración y operación del mercado minorista se pretende que éste ejerza una adecuada gestión en cuanto al crecimiento planificado, condiciones de operación, entre otros aspectos de la GDR¹³, a partir de los cuales se puedan obtener resultados medibles que permitan tomar decisiones que garanticen estabilidad en la operación del sistema de distribución.</p> <p>Cabe mencionar que se pretende que el DSO administre a todos los tipos de generadores que se encuentran operando en el mercado minorista.</p>
<p style="text-align: center;">04</p> <p style="text-align: center;">Utilizar más energías renovables para generar energía eléctrica.</p>	<p>El DSO administrará cuatro tipos de generadores, de los cuales, tres realizan sus actividades de generación mediante el aprovechamiento de energías renovables, es decir que dentro de las principales responsabilidades del DSO se encuentra fomentar la generación renovable para contribuir al desarrollo sostenible del sector eléctrico.</p>

¹¹ Corresponde al servicio número 3 según el detalle en la etapa de Diseño.

¹² Corresponde al servicio número 4 según el detalle en la etapa de Diseño.

¹³ GDR: Generación Distribuida Renovable.

RETOS	CONTRIBUCIONES DEL DSO
<div style="background-color: #cccccc; padding: 10px; text-align: center;"> <p>18</p> <p>Lograr un sistema eléctrico nacional robusto y flexible.</p> </div>	<p>La incorporación del DSO a la estructura actual del Sector Eléctrico de El Salvador pretende formar un sistema eléctrico organizado y capaz de mantener la seguridad operativa de todo el sistema.</p>

Nota. Elaboración propia.

3. PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

El plan de implantación de un proyecto es un documento que describe detalladamente cómo se llevará a cabo la ejecución y puesta en marcha de un proyecto específico. Este plan es esencial para garantizar que todas las actividades necesarias se realicen de manera eficiente y que el proyecto se complete con éxito. Algunos de los elementos claves que suelen incluirse en un plan de implantación son los siguientes:

1. **Objetivos de implantación:** Define los objetivos específicos que se deben lograr durante la implantación del proyecto. Estos objetivos deben ser claros, medibles y alineados con los objetivos generales del proyecto.
2. **Alcance de implantación:** Describe en detalle qué aspectos del proyecto se implementarán durante esta fase, incluyendo los entregables, las funcionalidades o los componentes específicos que se pondrán en marcha.
3. **Cronograma:** Establece un calendario detallado que indica cuándo se llevarán a cabo cada una de las actividades de implantación. Esto incluye fechas de inicio y finalización, hitos importantes y plazos límite.
4. **Recursos necesarios:** Enumera los recursos necesarios para la implantación, como personal, equipo, tecnología, materiales y presupuesto. También puede incluir una asignación de responsabilidades para cada miembro del equipo.
5. **Plan de comunicación:** Especifica cómo se comunicarán los avances, problemas y cambios durante la implantación. Esto puede incluir reuniones regulares, informes de estado, canales de comunicación y público objetivo.
6. **Riesgos y mitigaciones:** Identifica posibles obstáculos o riesgos que puedan surgir durante la implantación.

Para el desarrollo del plan de implantación del Operador del Sistema de Distribución, únicamente se considera incluir los numerales 1 al 4; los numerales 5 y 6 quedan fuera del alcance de dicho plan. De igual manera es oportuno aclarar que la ejecución del plan tampoco se encuentra dentro del alcance de la etapa en desarrollo.

3.1. Plan de gestión del alcance

3.1.1. Organigrama de trabajo para la gestión de implantación del proyecto

En la Figura 67 se presenta el organigrama del equipo encargado de ejecutar el proyecto.

Figura 67. Organigrama de trabajo.



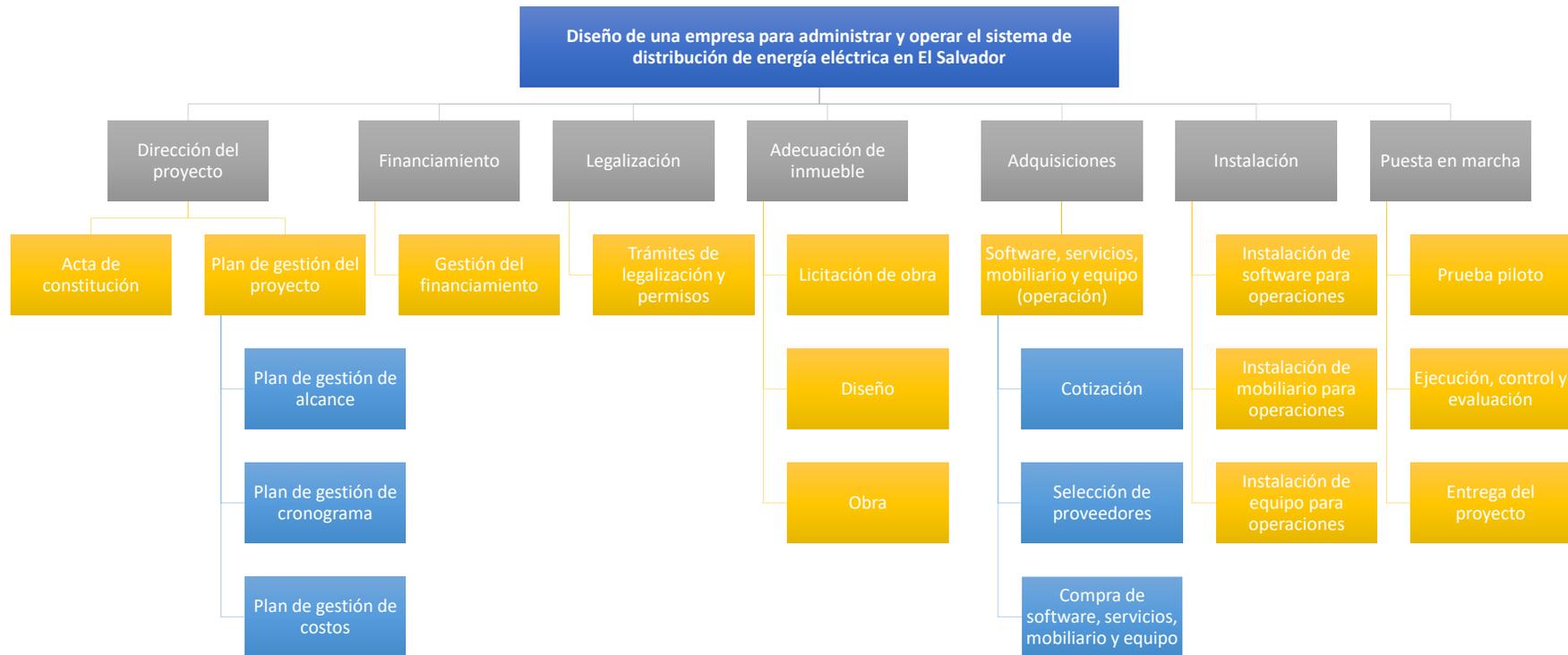
Nota. Elaboración propia.

3.1.2. Definición del alcance del proyecto

Diseño del plan de implantación del proyecto donde se incluye únicamente la administración en cuanto a la obtención de financiamiento, legalización, adecuación de inmueble, adquisición e instalación de software, servicios, mobiliario y equipos y, finalmente la puesta en marcha para el Operador del Sistema de Distribución el cual será ubicado en el municipio de San Salvador.

3.1.3. Estructura de desglose del trabajo

Figura 68. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)



Nota. Elaboración propia.

Leyenda:

Nombre EDT

Entregable

Paquete de trabajo

Paquete de trabajo

3.2. Plan de gestión del cronograma

3.2.1. Listado de actividades por paquete de trabajo

La determinación de la duración de cada actividad se ha estimado mediante la técnica del Juicio de Expertos y Estimación Análoga, realizando consultas teóricas a personas que han ejercido o ejercen la profesión y en fuentes bibliográficas. Las duraciones de las actividades se han registrado en la Tabla 136.

Las fechas de inicio y fin se cuentan con respecto a días hábiles considerando el calendario del **Anexo E**.

Tabla 136. Estimación de duración de actividades, precedencias y subsecuencias

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
A	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Inicio del proyecto.	N/A	N/A	N/A	N/A	0
B	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Revisar y modificar los planes de gestión del proyecto.	A	C	3/6/2024	24/6/2024	15
C	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Elaborar presentación Power Point de los planes de gestión del proyecto.	B	D	25/6/2024	26/6/2025	2
D	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Presentar los planes de gestión del proyecto.	C	E	27/6/2024	27/6/2024	1
E	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Ajustar planes de gestión del proyecto de acuerdo con observaciones del cliente.	D	F	28/6/2024	3/7/2024	4
F	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Aprobar los planes de gestión del proyecto en conjunto con el cliente.	E	G	4/7/2024	5/7/2024	2
G	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Consultar en entidad financiera para que le	F	H	8/7/2024	8/7/2024	1

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
		informen los requisitos para la adquisición de financiamiento.					
H	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Recolectar y completar los documentos que validen que el proyecto cumple con los requisitos solicitados por la entidad financiera.	G	I	9/7/2024	22/7/2024	10
I	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Realizar seguimiento al proceso de financiamiento con la entidad financiera. ^{1/}	H	J	23/7/2024	29/7/2024	5
J	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Tramitar la apertura de cuenta de destino de los fondos, chequera y otros.	I	K	30/7/2024	30/7/2024	1
K	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Notificar al cliente sobre la disponibilidad de fondos.	J	L	31/7/2024	31/7/2024	1
L	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Realizar la programación de los desembolsos a efectuarse durante todo el proyecto.	K	M, N	1/8/2024	1/8/2024	1
M	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Realizar el seguimiento y elaborar informes mensuales sobre los gastos que se efectúen durante todo el proyecto, para cada tipo de fuente de financiamiento.	L	N	2/8/2024	10/4/2025	8
N	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Celebrar contrato de alquiler.	L	O, P	2/8/2024	8/8/2024	3

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
O	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Registrar la marca de la empresa.	N	P	9/8/2024	9/8/2024	1
P	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Inscribir la escritura de constitución de la empresa en el Registro de Comercio.	N	Q	9/8/2024	12/8/2024	2
Q	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Tramitar el Número de Identificación Tributaria (NIT) y Número de Registro de Contribuyente al Impuesto de Valor Agregado (NRC).	P	R	13/8/2024	14/8/2024	2
R	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Obtener matrícula de la empresa en el Centro Nacional de Registros (CNR).	Q	S, U, V	15/8/2024	15/8/2024	1
S	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Inscribir la empresa en el Ministerio de Trabajo y Previsión Social.	R	T	16/8/2024	16/8/2024	1
T	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Inscribir la empresa en la Administradora de Fondos para Pensiones (AFP).	S	BM	19/8/2024	19/8/2024	1
U	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Realizar los trámites para legalizar la contabilidad.	R	V	16/8/2024	20/8/2024	3
V	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Obtener solvencia municipal.	R	W, X	16/8/2024	16/8/2024	1
W	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Completar los requisitos y presentarlos en las entidades pertinentes para contratar los	V	AN	19/8/2024	20/8/2024	2

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
		servicios básicos de electricidad y agua potable.					
X	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Obtener permisos para adecuación del inmueble.	V	Y, AN, AU, BD	19/8/2024	30/8/2024	10
Y	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Elaborar los términos de referencia (TDR) para la obra de adecuación del inmueble.	X	Z	2/9/2024	20/9/2024	15
Z	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Elaborar la publicación para redes sociales y publicar la licitación de la obra de adecuación de inmueble en redes sociales y periódicos/diarios.	Y	AA	23/9/2024	24/9/2024	2
AA	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Recibir ofertas de contratistas interesados.	Z	AB	25/9/2024	4/10/2024	8
AB	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Aperturar ofertas de contratistas interesados.	AA	AC	7/10/2024	7/10/2024	1
AC	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Evaluar las ofertas recibidas para la obra de adecuación del inmueble.	AB	AD	8/10/2024	10/10/2024	3
AD	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Notificar los resultados al cliente del proceso de licitación para la adecuación del inmueble (reunión).	AC	AE	11/10/2024	11/10/2024	1

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
AE	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Realizar adjudicación de la obra para la adecuación del inmueble.	AD	AF, AG	14/10/2024	15/10/2024	2
AF	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Realizar las gestiones para celebrar el contrato con el contratista al que se adjudicó la obra.	AE	AG	16/10/2024	18/10/2024	3
AG	Adecuación de inmueble/Diseño	Revisar y ajustar requerimientos del diseño de distribución de las oficinas en conjunto con contratista.	AE	AH, AJ	16/10/2024	21/10/2024	4
AH	Adecuación de inmueble/Diseño	Revisar y ajustar requerimientos del diseño hidráulico en conjunto con contratista.	AG	AI, AJ	22/10/2024	24/10/2024	3
AI	Adecuación de inmueble/Diseño	Revisar y ajustar requerimientos del diseño eléctrico en conjunto con contratista.	AH	AJ	25/10/2024	29/10/2024	3
AJ	Adecuación de inmueble/Diseño	Revisar el diseño (distribución de oficinas, hidráulico y eléctrico) presentado por contratista de la obra.	AI	AK	30/10/2024	1/11/2024	3
AK	Adecuación de inmueble/Diseño	Recibir y analizar la planificación de la obra por parte del contratista (días que	AJ	AL	4/11/2024	4/11/2024	1

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
		demorará la ejecución de la obra).					
AL	Adecuación inmueble/Diseño	de Presentar el diseño revisado en conjunto con contratista al cliente para obtención de su visto bueno.	AK	AM	5/11/2024	7/11/2024	3
AM	Adecuación inmueble/Diseño	de Notificar al contratista sobre el visto bueno del diseño y así iniciar la obra.	AL	AN	8/11/2024	8/11/2024	1
AN	Adecuación inmueble/Obra	de Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la ejecución de la instalación hidráulica al cliente.	W, X, AM	AO	11/11/2024	29/11/2024	3
AO	Adecuación inmueble/Obra	de Recibir la instalación hidráulica de acuerdo con el diseño.	AN	AP	2/12/2024	2/12/2024	1
AP	Adecuación inmueble/Obra	de Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la ejecución de la obra de distribución de oficinas al cliente.	AO	AQ	3/12/2024	15/1/2025	7
AQ	Adecuación inmueble/Obra	de Recibir la obra de adecuación del inmueble de acuerdo con el diseño.	AP	AR	16/1/2025	16/1/2025	1

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
AR	Adecuación de inmueble/Obra	Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la instalación eléctrica al cliente.	AQ	AS	17/1/2025	6/2/2025	3
AS	Adecuación de inmueble/Obra	Recibir la instalación eléctrica de acuerdo con el diseño.	AR	AT	7/2/2025	7/2/2025	1
AT	Adecuación de inmueble/Obra	Realizar recorrido en todo el inmueble al cliente.	AS	BA, BF	10/2/2025	10/2/2025	1
AU	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Revisar y ajustar el listado de adquisiciones por realizar.	X	AV	2/9/2024	20/9/2024	15
AV	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Revisar los proveedores seleccionados en estudio de mercado para la adquisición de los servicios, software, mobiliario y equipo. ^{2/}	AU	AW	23/9/2024	23/9/2024	1
AW	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Realizar cotizaciones.	AV	AX	24/9/2024	2/10/2024	7
AX	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Validar los proveedores seleccionados en estudio de mercado y/o seleccionar nuevos.	AW	AY	3/10/2024	7/10/2024	3
AY	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Elaborar la planificación para todas las adquisiciones a realizar.	AX	AZ	8/10/2024	10/10/2024	3

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
AZ	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Efectuar las adquisiciones.	AY	BA	11/10/2024	31/10/2024	15
BA	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Recibir los servicios, software, mobiliario y equipo adquiridos de acuerdo con las especificaciones técnicas.	AT, AZ	BB	11/2/2025	17/2/2025	5
BB	Instalación/Instalación de mobiliario para operaciones	Verificar la instalación del mobiliario y equipo. ^{3/}	BA	BC	18/2/2025	19/2/2025	2
BC	Instalación/Instalación de software para operaciones	Verificar la instalación del software de oficina (Licencias de Microsoft Office 365, SCADA, otros).	BA, BB	BE	20/2/2025	21/2/2025	2
BD	Puesta en marcha/prueba piloto	Establecer los parámetros y condiciones en los que deberá ejecutar la prueba piloto.	X	BE	2/9/2024	6/9/2024	5
BE	Puesta en marcha/prueba piloto	Realizar la programación de la prueba piloto.	BC, BD	BG	9/9/2024	10/9/2024	2
BF	Puesta en marcha/prueba piloto	Realizar la contratación de personal necesario para la prueba piloto. ^{4/}	AT	BG	11/2/2025	19/2/2025	7
BG	Puesta en marcha/prueba piloto	Verificar que el personal contratado para la prueba piloto reciba las capacitaciones necesarias	BE, BF	BH, BI	20/2/2025	21/2/2025	2

Código	Entregable/Paquete de trabajo	Actividad	Precedencia	Subsecuencia	Fecha inicio	Fecha fin	Días
		para realizar la prueba piloto. ^{5/}					
BH	Puesta en marcha/Ejecución, control y evaluación	Verificar que se realice la prueba piloto.	BG	BJ	24/2/2025	21/3/2025	20
BI	Puesta en marcha/Ejecución, control y evaluación	Realizar seguimiento diario a la prueba piloto.	BG	BJ	24/2/2025	21/3/2025	20
BJ	Puesta en marcha/Ejecución, control y evaluación	Analizar y evaluar los resultados de la prueba piloto.	BH, BI	BK	24/3/2025	26/3/2025	3
BK	Puesta en marcha/Ejecución, control y evaluación	Realizar los ajustes necesarios para que la empresa opere de manera óptima.	BJ	BL	27/3/2025	9/4/2025	10
BL	Puesta en marcha/Entrega del proyecto	Realizar entrega del proyecto.	BK	BM	10/4/2025	10/4/2025	1
BM	Puesta en marcha/Entrega del proyecto	Fin del proyecto.	T, BL	N/A	N/A	N/A	0

Nota. Elaboración propia. ^{1/}Para que la entidad financiera apruebe el financiamiento podría demorarse 5 días, sin embargo, ese parámetro puede aumentar, el seguimiento que se realizará se considera esporádico, por llamadas que se realicen o que deba presentarse a la entidad financiera hasta que se cuente con los fondos disponibles. ^{2/}Incluyen proporción de electricidad, depreciación de equipo, consumo de agua. ^{2/}Servicios de telecomunicaciones, agua purificada, limpieza, vigilancia externa, video vigilancia, SCADA, licencias Office 365, entre otros. ^{3/}Incluye el mobiliario y equipo de oficina y de cocina. ^{4/}Operador del Sistema y Especialista de Seguridad Operativa. ^{5/}Las capacitaciones serán recibidas por parte del proveedor del sistema SCADA, de acuerdo con los términos y condiciones del servicio.

3.2.2. Ruta crítica y holgura de las actividades

La Tabla 137 muestra el listado de actividades con su respectiva holgura, asimismo se identifica si la actividad pertenece a la ruta crítica o no.

Tabla 137. Ruta crítica y holgura de las actividades

Código	Actividad	LS	ES	Holgura	Ruta Crítica
A	Inicio del proyecto.	0	0	0	Sí
B	Revisar y modificar los planes de gestión del proyecto.	0	0	0	Sí
C	Elaborar presentación Power Point de los planes de gestión del proyecto.	15	15	0	Sí
D	Presentar los planes de gestión del proyecto.	17	17	0	Sí
E	Ajustar planes de gestión del proyecto de acuerdo con observaciones del cliente.	18	18	0	Sí
F	Aprobar los planes de gestión del proyecto en conjunto con el cliente.	22	22	0	Sí
G	Consultar en entidad financiera para que le informen los requisitos para la adquisición de financiamiento.	24	24	0	Sí
H	Recolectar y completar los documentos que validen que el proyecto cumple con los requisitos solicitados por la entidad financiera.	25	25	0	Sí
I	Realizar seguimiento al proceso de financiamiento con la entidad financiera.	35	35	0	Sí
J	Tramitar la apertura de cuenta de destino de los fondos, chequera y otros.	40	40	0	Sí
K	Notificar al cliente sobre la disponibilidad de fondos.	41	41	0	Sí
L	Realizar la programación de los desembolsos a efectuarse durante todo el proyecto.	42	42	0	Sí
M	Realizar el seguimiento y elaborar informes mensuales sobre los gastos que se efectúen durante todo el proyecto, para cada tipo de fuente de financiamiento.	43	43	0	Sí
N	Celebrar contrato de alquiler.	51	51	0	Sí
O	Registrar la marca de la empresa.	54	54	0	Sí
P	Inscribir la escritura de constitución de la empresa en el Registro de Comercio.	55	55	0	Sí
Q	Tramitar el Número de Identificación Tributaria (NIT) y Número de Registro de Contribuyente al Impuesto de Valor Agregado (NRC).	57	57	0	Sí

Código	Actividad	LS	ES	Holgura	Ruta Crítica
R	Obtener matrícula de la empresa en el Centro Nacional de Registros (CNR).	59	59	0	Sí
S	Inscribir la empresa en el Ministerio de Trabajo y Previsión Social.	189	60	129	No
T	Inscribir la empresa en la Administradora de Fondos para Pensiones (AFP).	190	61	129	No
U	Realizar los trámites para legalizar la contabilidad.	60	60	0	Sí
V	Obtener solvencia municipal.	63	63	0	Sí
W	Completar los requisitos y presentarlos en las entidades pertinentes para contratar los servicios básicos de electricidad y agua potable.	125	64	61	No
X	Obtener permisos para adecuación del inmueble.	64	64	0	Sí
Y	Elaborar los términos de referencia (TDR) para la obra de adecuación del inmueble.	74	74	0	Sí
Z	Elaborar la publicación para redes sociales y publicar la licitación de la obra de adecuación de inmueble en redes sociales y periódicos/diarios.	89	89	0	Sí
AA	Recibir ofertas de contratistas interesados.	91	91	0	Sí
AB	Aperturar ofertas de contratistas interesados.	99	99	0	Sí
AC	Evaluar las ofertas recibidas para la obra de adecuación del inmueble.	100	100	0	Sí
AD	Notificar los resultados al cliente del proceso de licitación para la adecuación del inmueble (reunión).	103	103	0	Sí
AE	Realizar adjudicación de la obra para la adecuación del inmueble.	104	104	0	Sí
AF	Realizar las gestiones para celebrar el contrato con el contratista al que se adjudicó la obra.	106	106	0	Sí
AG	Revisar y ajustar requerimientos del diseño de distribución de las oficinas en conjunto con contratista.	109	109	0	Sí
AH	Revisar y ajustar requerimientos del diseño hidráulico en conjunto con contratista.	113	113	0	Sí
AI	Revisar y ajustar requerimientos del diseño eléctrico en conjunto con contratista.	116	116	0	Sí
AJ	Revisar el diseño (distribución de oficinas, hidráulico y eléctrico) presentado por contratista de la obra.	119	119	0	Sí

Código	Actividad	LS	ES	Holgura	Ruta Crítica
AK	Recibir y analizar la planificación de la obra por parte del contratista (días que demorará la ejecución de la obra).	122	122	0	Sí
AL	Presentar el diseño revisado en conjunto con contratista al cliente para obtención de su visto bueno.	123	123	0	Sí
AM	Notificar al contratista sobre el visto bueno del diseño y así iniciar la obra.	126	126	0	Sí
AN	Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la ejecución de la instalación hidráulica al cliente.	127	127	0	Sí
AO	Recibir la instalación hidráulica de acuerdo con el diseño.	130	130	0	Sí
AP	Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la ejecución de la obra de distribución de oficinas al cliente.	131	131	0	Sí
AQ	Recibir la obra de adecuación del inmueble de acuerdo con el diseño.	138	138	0	Sí
AR	Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la instalación eléctrica al cliente.	139	139	0	Sí
AS	Recibir la instalación eléctrica de acuerdo con el diseño.	142	142	0	Sí
AT	Realizar recorrido en todo el inmueble al cliente.	143	143	0	Sí
AU	Revisar y ajustar el listado de adquisiciones por realizar.	100	74	26	No
AV	Revisar los proveedores seleccionados en estudio de mercado para la adquisición de los servicios, software, mobiliario y equipo.	115	89	26	No
AW	Realizar cotizaciones.	116	90	26	No
AX	Validar los proveedores seleccionados en estudio de mercado y/o seleccionar nuevos.	123	97	26	No
AY	Elaborar la planificación para todas las adquisiciones a realizar.	126	100	26	No
AZ	Efectuar las adquisiciones.	129	103	26	No
BA	Recibir los servicios, software, mobiliario y equipo adquiridos de acuerdo con las especificaciones técnicas.	144	144	0	Sí
BB	Verificar la instalación del mobiliario y equipo.	149	149	0	Sí
BC	Verificar la instalación del software de oficina (Licencias de Microsoft Office 365, SCADA, otros).	151	151	0	Sí

Código	Actividad	LS	ES	Holgura	Ruta Crítica
BD	Establecer los parámetros y condiciones en los que deberá ejecutar la prueba piloto.	148	74	74	No
BE	Realizar la programación de la prueba piloto.	153	153	0	Sí
BF	Realizar la contratación de personal necesario para la prueba piloto.	148	144	4	No
BG	Verificar que el personal contratado para la prueba piloto reciba las capacitaciones necesarias para realizar la prueba piloto.	155	155	0	Sí
BH	Verificar que se realice la prueba piloto.	157	157	0	Sí
BI	Realizar seguimiento diario a la prueba piloto.	157	157	0	Sí
BJ	Analizar y evaluar los resultados de la prueba piloto.	177	177	0	Sí
BK	Realizar los ajustes necesarios para que la empresa opere de manera óptima.	180	180	0	Sí
BL	Realizar entrega del proyecto.	190	190	0	Sí
BM	Fin del proyecto.	191	191	0	Sí

Nota. Elaboración propia.

Para llevar a cabo la implantación del proyecto se han determinado 65 actividades, de las cuales 11 actividades cuentan con holgura, es decir que 54 actividades relacionadas se encuentran en obligación de cumplir con los tiempos establecidos para su ejecución, esto conlleva a que la probabilidad de que un riesgo de tiempo se materialice sea elevado ya que al no iniciar alguna de estas actividades en la fecha establecida, se dará un retraso en todo el proyecto.

3.3. Plan de gestión de costos

3.3.1. Asignación de costos por actividad

La determinación del costo de cada actividad se ha estimado mediante la técnica del Juicio de Expertos, Estimación Análoga y según los recursos necesarios para cada actividad, realizando consultas teóricas a personas que han ejercido o ejercen la profesión y en fuentes bibliográficas. Los costos de las actividades se han registrado en la Tabla 138, éstos únicamente representan los costos por la administración del proyecto.

Tabla 138. Asignación de costos por actividad.

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
A	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Inicio del proyecto.	0.00	N/A

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
B	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Revisar y modificar los planes de gestión del proyecto.	1,036.50	De acuerdo con salario mensual establecido para personal. ^{1/}
C	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Elaborar presentación Power Point de los planes de gestión del proyecto.	138.20	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
D	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Presentar los planes de gestión del proyecto.	79.10	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se agrega un costo de refrigerio por persona (por cada día se presentará un plan de gestión). ^{1/}
E	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Ajustar planes de gestión del proyecto de acuerdo con observaciones del cliente.	276.40	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
F	Dirección del proyecto/Plan de gestión del proyecto	Aprobar los planes de gestión del proyecto en conjunto con el cliente.	158.20	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria, asimismo se agrega un costo de refrigerio por persona. ^{1/}
G	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Consultar en entidad financiera para que le informen los requisitos para la adquisición de financiamiento.	46.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
H	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Recolectar y completar los documentos que validen que el proyecto cumple con los requisitos solicitados por la entidad financiera.	441.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
I	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Realizar seguimiento al proceso de financiamiento con la entidad financiera. ^{1/}	205.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
J	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Tramitar la apertura de cuenta de destino de los fondos, chequera y otros.	46.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
K	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Notificar al cliente sobre la disponibilidad de fondos.	41.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
L	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Realizar la programación de los desembolsos a efectuarse durante todo el proyecto.	45.53	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
M	Financiamiento/Gestión del financiamiento	Realizar el seguimiento y elaborar informes mensuales sobre los gastos que se efectúen durante todo el proyecto,	892.24	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria (en promedio tomará

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
		para cada tipo de fuente de financiamiento.		1 día cada informe durante 8 meses). ^{1/}
N	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Celebrar contrato de alquiler.	333.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
O	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Registrar la marca de la empresa.	50.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
P	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Inscribir la escritura de constitución de la empresa en el Registro de Comercio.	100.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
Q	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Tramitar el Número de Identificación Tributaria (NIT) y Número de Registro de Contribuyente al Impuesto de Valor Agregado (NRC).	100.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
R	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Obtener matrícula de la empresa en el Centro Nacional de Registros (CNR).	55.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
S	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Inscribir la empresa en el Ministerio de Trabajo y Previsión Social.	50.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
T	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Inscribir la empresa en la Administradora de Fondos para Pensiones (AFP).	50.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
U	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Realizar los trámites para legalizar la contabilidad.	150.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
V	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Obtener solvencia municipal.	50.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
W	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Completar los requisitos y presentarlos en las entidades pertinentes para contratar los servicios básicos de electricidad y agua potable.	100.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
X	Legalización/Trámites de legalización y permisos	Obtener permisos para adecuación del inmueble.	500.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluyen viáticos de transporte.
Y	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Elaborar los términos de referencia (TDR) para la obra de adecuación del inmueble.	2,639.40	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
Z	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Elaborar la publicación para redes sociales y publicar la licitación de la obra de adecuación de inmueble en redes sociales y periódicos/diarios.	306.20	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. Se adiciona el costo de publicación en periódico y diario oficial por US\$100. ^{1/}
AA	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Recibir ofertas de contratistas interesados.	832.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
AB	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Aperturar ofertas de contratistas interesados.	256.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
AC	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Evaluar las ofertas recibidas para la obra de adecuación del inmueble.	794.46	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
AD	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Notificar los resultados al cliente del proceso de licitación para la adecuación del inmueble (reunión).	79.10	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria, asimismo se agrega un costo de refrigerio por persona. ^{1/}
AE	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Realizar adjudicación de la obra para la adecuación del inmueble.	231.06	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AF	Adecuación de inmueble/Licitación de obra	Realizar las gestiones para celebrar el contrato con el contratista al que se adjudicó la obra.	333.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria (Incluye el costo del contrato).
AG	Adecuación de inmueble/Diseño	Revisar y ajustar requerimientos del diseño de distribución de las oficinas en conjunto con contratista.	558.12	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluye costo de refrigerio por persona. ^{1/}
AH	Adecuación de inmueble/Diseño	Revisar y ajustar requerimientos del diseño hidráulico en conjunto con contratista.	418.59	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluye costo de refrigerio por persona. ^{1/}

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
AI	Adecuación de inmueble/Diseño	Revisar y ajustar requerimientos del diseño eléctrico en conjunto con contratista.	418.59	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluye costo de refrigerio por persona. ^{1/}
AJ	Adecuación de inmueble/Diseño	Revisar el diseño (distribución de oficinas, hidráulico y eléctrico) presentado por contratista de la obra.	373.59	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AK	Adecuación de inmueble/Diseño	Recibir y analizar la planificación de la obra por parte del contratista (días que demorará la ejecución de la obra).	166.96	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AL	Adecuación de inmueble/Diseño	Presentar el diseño revisado en conjunto con contratista al cliente para obtención de su visto bueno.	237.30	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria y se incluye refrigerio para los asistentes a la reunión. ^{1/}
AM	Adecuación de inmueble/Diseño	Notificar al contratista sobre el visto bueno del diseño y así iniciar la obra.	66.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
AN	Adecuación de inmueble/Obra	Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la ejecución de la instalación hidráulica al cliente.	373.59	Por cada semana en que se ejecute la instalación se elaborará un informe, por lo que se harán 3 informes y se costean de acuerdo con salario mensual establecido para el personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AO	Adecuación de inmueble/Obra	Recibir la instalación hidráulica de acuerdo con el diseño.	120.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se estima una proporción diaria.
AP	Adecuación de inmueble/Obra	Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la ejecución de la obra de distribución de oficinas al cliente.	871.71	Por cada semana en que se ejecute la obra de distribución se elaborará un informe, por lo que se harán 7 informes (con el supuesto de que tomará 1 día elaborar 1 informe) y se costean de acuerdo con salario mensual establecido para el personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AQ	Adecuación de inmueble/Obra	Recibir la obra de adecuación del inmueble de acuerdo con el diseño.	120.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se estima una proporción diaria.

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
AR	Adecuación de inmueble/Obra	Realizar el seguimiento y elaborar informes semanales sobre la instalación eléctrica al cliente.	373.59	Por cada semana en que se ejecute la instalación se elaborará un informe, por lo que se harán 3 informes (con el supuesto de que tomará 1 día elaborar 1 informe) y se costean de acuerdo con salario mensual establecido para el personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AS	Adecuación de inmueble/Obra	Recibir la instalación eléctrica de acuerdo con el diseño.	120.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
AT	Adecuación de inmueble/Obra	Realizar recorrido en todo el inmueble al cliente.	120.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
AU	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Revisar y ajustar el listado de adquisiciones por realizar.	1,807.95	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AV	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Revisar los proveedores seleccionados en estudio de mercado para la adquisición de los servicios, software,	120.53	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
		mobiliario y equipo. ^{3/}		
AW	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Realizar cotizaciones.	371.70	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AX	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Validar los proveedores seleccionados en estudio de mercado y/o seleccionar nuevos.	348.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
AY	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Elaborar la planificación para todas las adquisiciones a realizar.	488.88	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
AZ	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Efectuar las adquisiciones.	1,365.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
BA	Adquisiciones/Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	Recibir los servicios, software, mobiliario y equipo adquiridos de acuerdo con las especificaciones técnicas.	250.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
BB	Instalación/Instalación de mobiliario para operaciones	Verificar la instalación del mobiliario y equipo. ^{4/}	108.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
BC	Instalación/Instalación de software para operaciones	Verificar la instalación del software de oficina (Licencias de Microsoft Office 365, SCADA, otros).	100.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
BD	Puesta en marcha/prueba piloto	Establecer los parámetros y condiciones en los que deberá ejecutar la prueba piloto.	602.65	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
BE	Puesta en marcha/prueba piloto	Realizar la programación de la prueba piloto.	138.20	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
BF	Puesta en marcha/prueba piloto	Realizar la contratación de personal necesario para la prueba piloto. ^{5/}	843.71	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
BG	Puesta en marcha/prueba piloto	Verificar que el personal contratado para la prueba piloto reciba las capacitaciones necesarias para realizar la prueba piloto. ^{6/}	100.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
BH	Puesta en marcha/Ejecución, control y evaluación	Verificar que se realice la prueba piloto.	1,510.60	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.

Código	Entregable/ Paquete de trabajo	Actividad	Costo ^{2/} US\$	Descripción de la estimación de costos
				Incluye el costo de internet por día. ^{1/}
BI	Puesta en marcha/Ejecución, control y evaluación	Realizar seguimiento diario a la prueba piloto.	1,320.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria.
BJ	Puesta en marcha/Ejecución, control y evaluación	Analizar y evaluar los resultados de la prueba piloto.	361.59	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se estima una proporción diaria. ^{1/}
BK	Puesta en marcha/Ejecución, control y evaluación	Realizar los ajustes necesarios para que la empresa opere de manera óptima.	1,629.60	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se calcula una proporción diaria. ^{1/}
BL	Puesta en marcha/Entrega del proyecto	Realizar entrega del proyecto.	66.00	De acuerdo con salario mensual establecido para personal, se estima una proporción diaria.
BM	Puesta en marcha/Entrega del proyecto	Fin del proyecto.	0.00	N/A
Total			26,284.84	

Nota. Elaboración propia. ^{1/}Incluyen proporción del costo de electricidad, depreciación de equipo, consumo de agua. ^{2/} Los costos son únicamente de la administración del proyecto.

3.3.2. Presupuesto del proyecto por entregable/paquete de trabajo

En la Tabla 139 se presenta el presupuesto estimado, requerido para cada entregable desglosado hasta su paquete de trabajo principal, los costos incluyen las inversiones tangibles e intangibles detalladas en el apartado 1.1. *Inversiones del proyecto de la etapa 3.*

Tabla 139. Presupuesto del proyecto.

Entregable / Paquete de trabajo	Costo Paquete de trabajo	Costo Entregable
Dirección del proyecto		\$ 1,688.40
Acta de constitución	\$ -	
Plan de gestión del proyecto	\$ 1,688.40	
Financiamiento		\$ 63,852.05
Gestión del financiamiento	\$ 63,852.05	
Legalización		\$ 8,661.59
Trámites de legalización y permisos	\$ 8,661.59	
Adecuación de inmueble		\$ 69,307.37
Licitación de obra	\$ 5,471.22	
Diseño	\$ 2,239.15	
Obra	\$ 61,597.00	
Adquisiciones		\$ 282,945.31
Software, servicios, mobiliario y equipo (operación)	\$ 282,945.31	
Instalación		\$ 208.00
Instalación de software para operaciones	\$ 100.00	
Instalación de mobiliario para operaciones	\$ 108.00	
Instalación de equipo para operaciones		
Puesta en marcha		\$ 6,572.35
Prueba piloto	\$ 1,684.56	
Ejecución, control y evaluación	\$ 4,821.79	
Entrega del proyecto	\$ 66.00	
Total presupuesto del proyecto		\$ 433,235.07

Nota. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Etapa de diagnóstico

1. En el mercado eléctrico de El Salvador se manejan muchos conceptos técnicos debido a que se implementan diferentes procesos de generación de energía eléctrica con tecnología avanzada para poder llevar al usuario final dicho servicio, asimismo, para que el mercado opere de manera eficiente se requiere de la participación de diferentes empresas que conforme con la función que desempeñan se categorizan principalmente como: generadoras, transmisoras, distribuidoras, comercializadoras y operadores del sistema y administradores del mercado.
2. La realización de un prediagnóstico a partir del uso de estadísticas permite reafirmar que los mercados mayorista y minorista de electricidad en El Salvador, mantienen una estrecha relación debido a que las acciones realizadas en cualquiera de ellos repercuten de manera directa en el otro. Sin embargo, se identificó que el mercado mayorista cuenta con una estructura definida en cuanto a su funcionamiento mientras que el mercado minorista carece de un factor muy importante como lo es la administración y operación de éste. Por ello, el estudio de mercado se enfocó a la investigación de aspectos de mayor interés para la operación de un DSO tomando en cuenta los servicios potenciales que éste ofrecería.
3. Para el establecimiento de los mercados consumidor, competidor, proveedor y distribuidor en los que se desempeñará el DSO, no solo se recolectó y analizó información primaria sino que también información secundaria debido al campo de acción de éste, se establecieron aspectos clave para cada mercado, algunos de ellos son la inexistencia de un competidor directo, los consumidores según la necesidad de los servicios potenciales a brindar por el DSO, el mecanismo de distribución de los servicios y los proveedores de insumos y recursos para el funcionamiento del DSO.
4. El planteamiento del problema enfatiza la ausencia de un ente que desempeñe las funciones de operar el sistema de distribución y administrar las inyecciones de la generación distribuida que desencadena que la oferta y la demanda de energía eléctrica en mercado minorista no sea equilibrada, por lo tanto, se propone el diseño de una empresa que en sus procesos operativos (a. la atención de emergencias e imprevistos, b. comunicación en tiempo real, c. planificación del sistema y del mercado, d. despacho, e. gestión de los flujos de energía y f. integración de tecnología), se incluyan aquellas problemáticas que influyen directamente en un desequilibrio del mercado.

Etapa de diseño

5. La localización del Operador del Sistema de Distribución será en el departamento de San Salvador, municipio de San Salvador, debido a que esa ubicación le brinda a la empresa los beneficios siguientes: oportunidad de crecimiento, cercanía con los proveedores, seguridad, disponibilidad de restaurantes, entre otros.

6. Las especificaciones técnicas de los recursos como humano, suministros, servicios, inmueble, vehículos, mobiliario, equipo y software son los que permitirán al DSO la prestación de los servicios a sus clientes, mejorando así el eslabón de distribución de energía eléctrica en la cadena del sector eléctrico.
7. Las empresas son denominadas también como sistemas, por lo cual deben poseer subsistemas que permitan su funcionamiento, los principales para el DSO son el subsistema contable, gestión de la calidad y logístico, estos permitirán que el DSO sea una empresa que optimice sus recursos.
8. El DSO estará integrado por una Junta Directiva, una Dirección General y seis gerencias que ejecutarán funciones relacionadas a los procesos operativos y de apoyo. El objetivo de los procesos es contribuir para el cumplimiento de la misión del DSO.

Etapas de evaluación

9. Los datos obtenidos en el estudio económico indican que la inversión inicial a realizar para la creación y funcionamiento del Operador del Sistema de Distribución es recuperable en un periodo de 10 meses y 19 días, es decir que, a partir de ese horizonte de tiempo, el DSO se encontraría en disposición de realizar nuevas inversiones para mejorar su operación.
10. A partir de los indicadores evaluados en las perspectivas económica y financiera, se determinó que el proyecto se acepta bajo las condiciones del monto de la inversión y tiempo definidos para la recuperación de la inversión. En cuanto a la perspectiva socioeconómica se considera obtener mejoras en los aspectos evaluados, considerando especialmente que se generaría un aporte acertado en la sociedad debido a todos los factores que se desencadenan con el nacimiento de una nueva empresa. Según la evaluación ambiental, la puesta en funcionamiento del DSO, generaría un impacto bajo según la Matriz de Leopold como técnica utilizada. La evaluación de género permitió establecer estrategias, -en mayor cantidad a favor de las mujeres-, las cuales deberán tomarse en cuenta en la puesta en funcionamiento del DSO. La evaluación legal indica que desde el momento que el proyecto sea aceptado para su ejecución, la normativa que se encuentre en vigencia deberá ser actualizada con el fin de otorgar todas las facultades pertinentes al DSO. La evaluación del sector eléctrico se basó en algunos retos expuestos en la PEN2050, describiendo la manera en que el DSO contribuiría en la materialización de estos, recalando que las contribuciones del DSO sumarían a los esfuerzos que realicen todos los involucrados. En general, las evaluaciones realizadas proporcionan un panorama de aceptación en cuanto a la puesta en funcionamiento de la empresa.
11. La implantación del proyecto se establece para un tiempo máximo de 10 meses. Se propone que el seguimiento y evaluación se realice según las actividades definidas durante el tiempo de ejecución del proyecto ya que el control constante, disminuye las probabilidades de que la ejecución del proyecto se desvíe de su línea base.

RECOMENDACIONES

Etapa de diagnóstico

1. Debido al constante crecimiento del mercado eléctrico de El Salvador y a la gran cantidad de entidades que forman parte de este se sugiere que periódicamente se publique el listado de las empresas que forman parte del mercado eléctrico en El Salvador, especificando las diferentes funciones que desempeñan y el mercado de acción de cada una de ellas.
2. Las entidades encargadas de normar y regular la operación del mercado eléctrico de El Salvador deberán integrar al Operador del Sistema de Distribución de manera que se logre un equilibrio en la estructura de funcionamiento del sector ya que, a través de dicha acción, se lograría mitigar parte de la problemática a la que el sector eléctrico se enfrenta.
3. Para el Operador del Sistema de Distribución será de vital importancia definir su campo de acción para identificar de manera acertada todas las entidades y/o personas con las que mantendrá comunicación constante para el desempeño de sus funciones.
4. En el diseño del DSO se recomienda considerar el nivel de tecnología aplicado en el mercado minorista de electricidad y analizar si se requiere que se adopte otro tipo de tecnología del que utilizan actualmente los generadores distribuidos.

Etapa de diseño

5. Aprovechar la ubicación establecida para el establecimiento de estrategias que permitan el desarrollo de la organización.
6. Adquirir los suministros, servicios, inmueble, vehículos, mobiliario, equipo y software con los proveedores y especificaciones definidos.
7. A medida que el DSO se desarrolle como una organización referente en la operación del sistema de distribución y administración del mercado minorista, se sugiere que se adquieran certificaciones en gestión de calidad (ISO 9001), implementen un sistema contable basado en las Normas de Información Financiera (NIF), lo que generará un plus o valor agregado a sus servicios.
8. Realizar un estudio periódico (sugerido cada 2 años) de la estructura organizacional y revisión de los manuales administrativos, frecuentemente las organizaciones se encuentran sujetas a cambios, por lo cual esos elementos deben sufrir modificaciones.

Etapa de evaluación

9. Los datos de inversión, financiamiento, costos y presupuesto deberán actualizarse desde el momento que el proyecto sea adquirido por las entidades interesadas en su puesta en marcha ya que tal acción también depende de otras evaluaciones que los interesados realicen. Debido a la situación mencionada, no se tiene una fecha estimada

de ejecución del proyecto, por lo tanto, no es posible asegurar que los datos se mantengan sin variaciones después de finalizado el trabajo de investigación.

10. La evaluación del sector eléctrico se encuentra enfocada a que, con la creación del Operador del Sistema de Distribución se sumen esfuerzos para alcanzar los retos propuestos en la PEN2050, lo que significa que es de gran importancia que el proyecto se ejecute dentro del tiempo de implementación de la política.
11. El plan de implantación deberá ser ejecutado hasta que el proyecto sea adquirido, evaluado y aprobado por las entidades interesadas en su puesta en marcha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciona. (24 de enero de 2018). CECOER o el control total de las energías renovables. Recuperado el noviembre de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=PggBFjd1VzY>
- Ayala, M. (16 de Marzo de 2022). Cómo funciona el Centro de Operaciones de Transmisión (COT). (I. Martínez, & M. Pérez, Entrevistadores)
- Banco Bilbao Vizcaya Argentina. (s.f.). ¿Qué es el balance general o de situación de una empresa? Recuperado el 30 de Septiembre de 2023, de <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/que-es-el-balance-general-o-de-situacion-de-una-empresa/>
- BANDESAL. (s.f.). Línea de crédito multidesdeño. El Salvador. Recuperado el noviembre de 2021, de <https://www.bandesal.gob.sv/wp-content/uploads/2021/04/Linea-Multidesdeño.jpg>
- Castro, J. (9 de Julio de 2021). ¿Qué es el estado de resultados y cuáles son sus objetivos? Recuperado el 30 de septiembre de 2023, de <https://blog.corponet.com/que-es-el-estado-de-resultados-y-cuales-son-sus-objetivos#subt1>
- CEUPE. (s.f.). ¿Qué es un Sistema logístico? Concepto y características. Recuperado el 30 de julio de 2023, de <https://www.ceupe.com/blog/sistema-logistico.html>
- CNE. (2021). *Política Energética Nacional 2020-2050*.
- Conexión Esan. (24 de Enero de 2017). El PRI: uno de los indicadores que más llama la atención de los inversionistas. Recuperado el 01 de Octubre de 2023, de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-pri-uno-de-los-indicadores-que-mas-llama-la-atencion-de-los-inversionistas>
- CRIE. (Junio de 2015). Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central.
- CRIE. (10 de Mayo de 2022). *Marco Regulatorio: Reglamento del Mercado Eléctrico Regional*. Obtenido de Comisión Regional de Interconexión Eléctrica, CRIE: <http://crie.org.gt/wp/wp-content/uploads/2018/11/Reglamento-del-Mercado-El%C3%A9ctrico-Regional-RMER-Versi%C3%B3n-actualizada.pdf>
- Eléctrica, R. (4 de noviembre de 2010). Cetre: centro de control de energías renovables. España. Recuperado el noviembre de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=JO1K0mQz3xM>
- Ente Operador Regional. (s.f.). *Ente Operador Regional*. Obtenido de Ente Operador Regional: <https://www.enteoperador.org/nosotros/quienes-somos/historia/>
- EOR. (s.f.). *Nosotros: Ente Operador Regional*. Obtenido de <https://www.enteoperador.org/nosotros/quienes-somos/historia/>

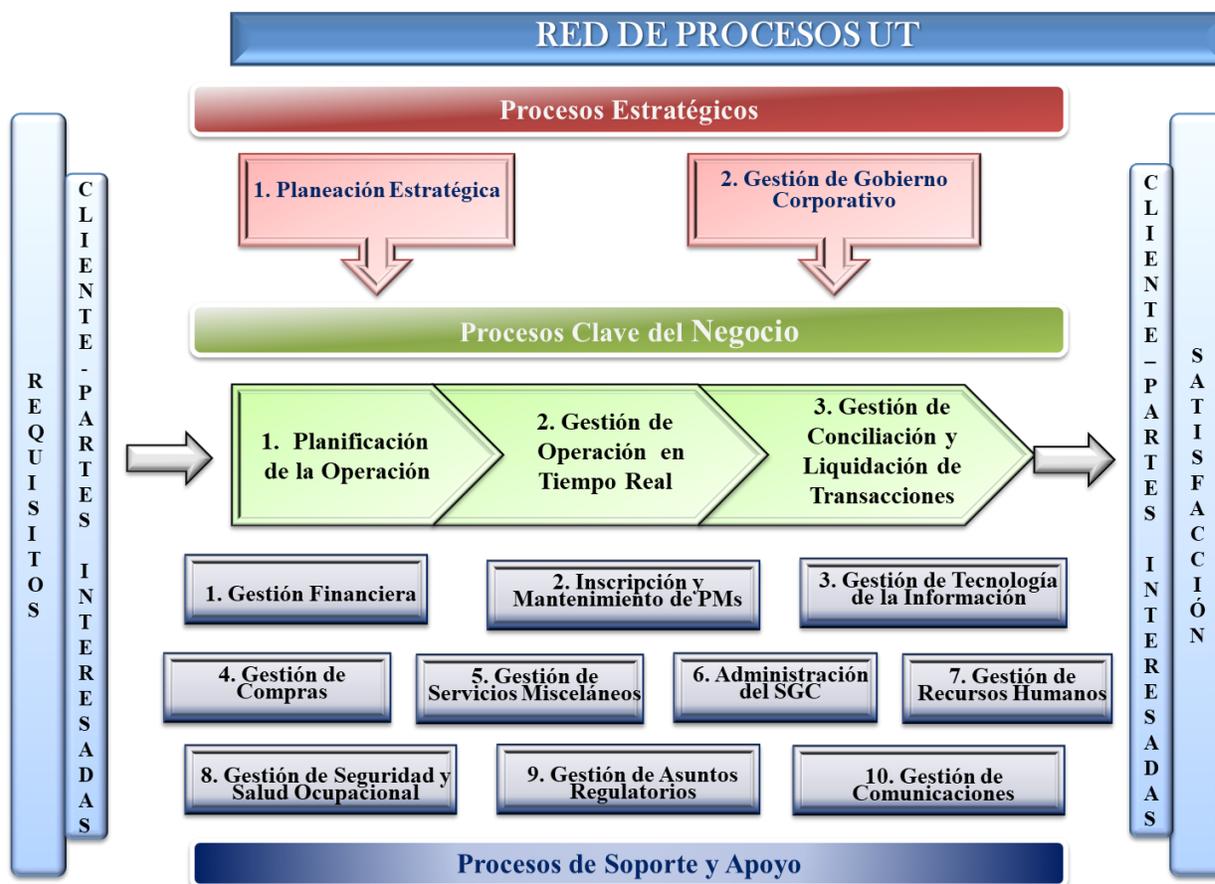
- ETESAL. (2022). *Mapa*. Obtenido de ETESAL: <https://www.etesal.com.sv/>
- Gobierno de El Salvador. (2021). *Contribuciones Nacionalmente Determinadas de El Salvador*.
- Grupo consultor efe. (s.f.). El poder de las razones financieras. Recuperado el 01 de Octubre de 2023, de <https://grupoconsultorefe.com/uploads/articulos/pdf/el-poder-de-las-razones-financieras-en-la-toma-de-decisiones.pdf>
- IBERDROLA. (s.f.). *IBERDROLA*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/innovacion/operadores-de-sistemas-de-distribucion>
- IEA. (s.f.). *Sobre IEA*. Obtenido de <https://www.iea.org/about>
- IRENA. (s.f.). *About irena: IRENA*. Obtenido de <https://www.irena.org/>
- Konfio. (s.f.). Capital de trabajo. Recuperado el 16 de septiembre de 2023, de <https://konfio.mx/tips/diccionario-financiero/que-es-el-capital-de-trabajo/>
- mheducation. (s.f.). Fuentes de financiación de la empresa. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448170814.pdf>
- Olade. (s.f.). *Nosotros: Olade*. Recuperado el 6 de Junio de 2022, de Olade Web site: <https://www.olade.org/olade/>
- Philippe. (s.f.). Estado de flujo de efectivo: estructura, métodos y ejemplos. *¿Qué es el estado de flujo de efectivo?* Recuperado el 30 de Septiembre de 2023, de <https://blog.cforemoto.com/estado-de-flujo-de-efectivo/>
- Red Eléctrica de España. (2018). *Integración segura de energías renovables*. Madrid.
- Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. (6).
- SIGET. (2020). *Mercado eléctrico de El Salvador*.
- Statista. (s.f.). Evolución anual de la tasa de inflación en El Salvador. Recuperado el noviembre de 2021, de <https://es.statista.com/estadisticas/1190057/tasa-de-inflacion-el-salvador/>
- tiendanube. (s.f.). Recuperado el Octubre de 2023, de Indicadores de desempeño en una empresa: <https://www.tiendanube.com/mx/blog/indicadores-de-desempeno-empresa/>
- Unidad de Transacciones. (2021). *Impacto de la generación renovable en El Salvador (Vertimiento)*. San Salvador. Obtenido de <https://docplayer.es/219614144-Impacto-de-la-generacion-renovable-en-el-salvador-vertimiento.html>
- Unidad de Transacciones. (s.f.). *Unidad de Transacciones*. Obtenido de Unidad de Transacciones: <https://www.ut.com.sv/quienes-somos>

Watt Watchers of Texas. (s.f.). *Watt Watchers of Texas*. Obtenido de <https://www.watt-watchers.com/activity/fuentes-de-energia-primaria-vs-secundaria/?lang=es>

Zendesk. (3 de marzo de 2023). Gestión de calidad: 7 pilares de la norma ISO 9001. Recuperado el 1 de agosto de 2023, de <https://www.zendesk.com.mx/blog/sistema-gestion-de-calidad/>

ANEXOS

Anexo A. Red de procesos Unidad de Transacciones



*Cliente: PM

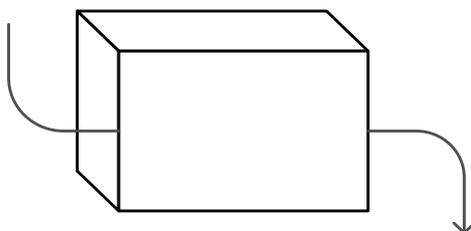
*PI (Partes Interesadas): PM, SIGET, EOR, Colaboradores, Proveedores.

Nota. Adaptado de *Red de Procesos*, por Unidad de Transacciones, 2022, (<https://www.ut.com.sv/mapa-de-procesos>)

Anexo B. Planteamiento preliminar en anteproyecto

Aplicación de la Técnica de La Caja Negra

ESTADO A
Desequilibrio de oferta
y demanda en mercado
minorista



ESTADO B
Equilibrio de oferta y
demanda en mercado
minorista

Variables de entrada	Variables de salida
<ul style="list-style-type: none">- Flujos de información deficiente entre operadores.<ul style="list-style-type: none">- Tecnología desactualizada.- Excedentes de energía no controlados.- Detección retardada de interrupciones del servicio.<ul style="list-style-type: none">- Deficiente calidad en el servicio.- Ausencia de supervisión de las plantas generadoras.- Normativa de regulación desactualizada.	<ul style="list-style-type: none">- Información en tiempo real entre operadores.- Adopción de nuevas tecnologías.- Control de excedentes de energía.- Detección oportuna de interrupciones y restablecimiento automático del servicio.- Mejora en la calidad del servicio.- Supervisión de las plantas generadoras.- Actualización de normativa de regulación.

Nota. La actualización de la normativa de regulación se encuentra fuera del alcance del proyecto.

Enunciado del problema:

¿Cómo lograr el equilibrio de la oferta y demanda del sector eléctrico a nivel de mercado minorista, si la estructura del sector actual no contempla las funciones de administrar y operar las inyecciones que realiza la generación distribuida a las redes de distribución?

Anexo C. Fuentes de financiamiento

CRECE CADA VEZ MÁS

Línea de crédito MULTIDESTINO

OBJETIVO

Apoyar con recursos financieros a los empresarios salvadoreños de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME).



ACTIVIDADES A FINANCIAR

Las que permitan incrementar la capacidad productiva de los empresarios de diferentes sectores económicos.



SUJETOS ELEGIBLES

- Personas naturales o jurídicas del sector privado, nacionales o extranjeras.
- Instituciones oficiales o públicas de crédito e instituciones y empresas estatales de carácter autónomo.
- Socios público-privado, sociedades de economía mixta o cualquier otra con participación público-privada.

CONDICIONES CREDITICIAS

DESTINOS	PLAZO MÁXIMO	PERÍODO DE GRACIA MÁXIMO
Adquisición de inmuebles, construcción y remodelación	15 años	2 años
Maquinaria, equipo, gastos de internación e instalación	8 años	1 año
Capital de trabajo	5 años	1 año
Adquisición de vehículos automotores nuevos o usados	Nuevos 7 años/ usados 5 años	N/A
Adquisición de autobuses y microbuses de transporte público y turismo	8 años	1 año
Inversiones mixtas	15 años	2 años
Proyectos amigables con el medio ambiente (energía renovable, ecoturismo, etc.)	17 años	3 años

Tasa de interés

Depende del destino, plazo y riesgo del financiamiento.

Garantías:

- Garantías reales
- Firma solidaria
- Otras garantías a satisfacción de BANDESAL

Nota. Tomado de líneas de crédito directo, por BANDESAL (<https://www.bandesal.gob.sv/lineas-de-credito-directo/>)

Anexo D. Histórico de generación renovable en mercado minorista

AÑO	FOTOVOLTAICA	HIDROELÉCTRICA	BIOGÁS	BIOMASA	TOTAL
2018	117,011.57	82,900.60	27,326.29		227,238.46
2019	272,809.77	80,567.85	29,063.28		382,440.90
2020	406,188.82	94,427.30	26,683.64		527,299.77
2021	510,057.22	86,193.10	21,279.74	156.74	617,686.80
2022	583,453.64	86,695.40	22,564.29	625.78	693,339.11
TOTAL	1,932,034.28	515,863.63	160,761.44	6,901.72	1,922,221.96

Nota. Tomado de *generación renovable en mercado minorista, año 2022*, por Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2022, Boletín de Estadísticas Eléctricas.

Anexo E. Días de asueto

Tabla E1. Fechas de asueto consideradas en cronograma del plan de implantación del proyecto

Fecha	Asueto
1 de enero	Año nuevo
17 y 18 de abril	Semana santa
10 de mayo	Día de la madre
17 de junio	Día del padre
3, 5 y 6 de agosto	Fiestas agostinas
15 de septiembre	Día de la independencia
2 de noviembre	Día de los difuntos
25 de diciembre	Navidad

Nota. Elaboración propia.