

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ingeniería

Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería



Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

Tesis para obtener el grado de:

Maestría en Ingeniería

Presenta:

Brenda Araceli Ibarra Payan

Director de Tesis:

Dr. José Alejandro Suástegui Macías

Mexicali, B. C, 2025.

Resumen

Históricamente, el Sistema Eléctrico de Baja California (SEBC) se ha enfrentado a diversos *desafíos* que limitan la resiliencia del sector eléctrico y que han desencadenado en distintas acciones correctivas. Sin embargo, ninguna de estas acciones se ha encaminado a fortalecer la sostenibilidad energética del SEBC a largo plazo o de actualizar las redes de transmisión y distribución locales. Por ello, Ley de la Industria Eléctrica se actualiza y establece *la inclusión de elementos de la red eléctrica inteligente para reducir el costo total de provisión del suministro eléctrico y elevar la eficiencia, confiabilidad, calidad o seguridad del SEN* (Diario Oficial de la Federación, 2015). No obstante, distintos factores limitan la aplicación, desarrollo y seguimiento de proyectos que buscan cumplir este objetivo, tales como la dificultad de equilibrar las consideraciones técnicas y económicas, además de los efectos de factores normativos, sociales y gubernamentales que intervienen en el proceso de desarrollo. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar a nivel estratégico la implementación de proyectos propuestos en programas gubernamentales de redes eléctricas inteligentes en el SEBC mediante el uso de aspectos sociales, técnicos, económicos y ambientales para determinar el potencial de mejora en términos de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad. Para esto, se integran los aspectos y criterios de estudio para el desarrollo y aplicación de un cuestionario a actores clave, la elaboración de una matriz de evaluación de proyectos de red eléctrica inteligente y la simulación de escenarios en el software EnergyPLAN. Con la aplicación del cuestionario se recopila la percepción de diversos sectores sobre el estado actual de la generación, transmisión, distribución y gestión de energía en el SEBC, mientras que la matriz de evaluación busca facilitar la selección de proyectos estratégicos de red eléctrica inteligente a través de nueve elementos a evaluar. Las simulaciones en EnergyPLAN exploran distintos escenarios, como la integración de vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento, y evalúa su impacto en la matriz energética, emisiones de CO₂ y costos. Los resultados destacan potenciales de mejora significativos en la eficiencia y confiabilidad del SEBC mediante la integración de tecnologías de REI. Sin embargo, en el criterio de sustentabilidad, los proyectos no logran alcanzar la reducción esperada del 50% en el factor de emisión de CO₂. Asimismo, aspectos como la calidad y seguridad del sistema fueron abordados parcialmente, dejando áreas de oportunidad para estudios futuros. De este modo, se concluye que, aunque las REI representan una alternativa viable para modernizar el SEBC, su éxito dependerá de un enfoque integral que considere las necesidades locales, el diseño de políticas

públicas y la participación de todos los actores involucrados. Asimismo, con este estudio se pretende disponer de un instrumento práctico para facilitar la transición del SEBC hacia una REI de manera estructurada y con la aceptación de la población, gobierno del estado y otras partes interesadas mediante la introducción de las nuevas tecnologías y metodologías, así como apoyar en la transición energética en el estado y el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Índice

Resumen.....	I
Lista de figuras.....	VII
Lista de tablas	VIII
Capítulo 1. Introducción	10
1.1. Planteamiento del problema	10
1.2. Justificación.....	20
1.3. Pregunta de investigación general.....	26
1.4. Preguntas de investigación específicas	26
1.5. Objetivo general	27
1.6. Objetivos específicos.....	27
1.7. Hipótesis.....	28
1.8. Trascendencia de la investigación.....	28
1.9. Alcance y delimitación de la investigación.....	29
1.10. Glosario de términos	30
Capítulo 2. Marco teórico	34
2.1. La infraestructura actual y cambio del paradigma de los sistemas eléctricos	34
2.2. Infraestructura de los sistemas eléctricos	36
2.2.1. Subsistemas de generación de energía.....	37
2.2.2. Subsistemas de transmisión energía.....	38
2.2.3. Subsistemas de distribución de energía	39
2.3. Gestión del sector eléctrico	39
2.4. Las redes eléctricas inteligentes	40
2.4.1.1. Tendencias en el campo de la investigación	42
2.4.1.1.1. Enfoque puntual	43

2.4.1.1.2. Enfoque integrador.....	48
Capítulo 3. Metodología de la investigación	57
3.1. Método	57
3.2. Sujeto de estudio	59
3.2.1. Selección de la muestra.....	62
3.3. Materiales	62
3.3.1. Instrumento para la recolección de datos.....	63
3.3.2. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)	66
3.3.3. Simulador: TRNSYS	67
3.3.4. Simulador: EnergyPLAN.....	67
3.4. Procedimiento.....	70
3.4.1. Diagnóstico del Sistema Eléctrico de Baja California	71
3.4.1.1. Diseño y aplicación del cuestionario	72
3.4.1.2. Elaboración de la matriz de evaluación para proyectos de red eléctrica inteligentes candidatos.....	75
3.4.2. Formulación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente.....	75
3.4.2.1. Preevaluación de los escenarios del modelo estratégico de red eléctrica inteligente.....	78
3.4.3. Simulación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente.....	79
3.4.3.1. Perfiles de simulación	79
3.4.3.1.1. Perfil del escenario I. Aprovechamiento de la infraestructura eléctrica actual	80
3.4.3.1.2. Perfil del escenario II. Integración de vehículos eléctricos	84
3.4.3.1.3. Perfil del escenario III. Integración de nueva infraestructura eléctrica	85
3.4.4. Evaluación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente	87
Capítulo 4. Resultados	89

4.1.	Resultados de la estadística descriptiva del cuestionario	89
4.1.1.	Información demográfica.....	89
4.1.2.	Generación de energía eléctrica	91
4.1.3.	Gestión de la energía.....	97
4.1.4.	Transmisión de la energía eléctrica.....	104
4.1.5.	Distribución de la energía eléctrica.....	110
4.2.	Propuesta de matriz de evaluación para proyectos de red eléctrica inteligente	116
4.2.1.	Resultados de la evaluación preliminar de los proyectos de red eléctrica inteligente 118	
4.3.	Evaluación cuantitativa de los resultados de EnergyPLAN.....	120
4.3.1.1.	Análisis del escenario base (Escenario I. A).....	120
4.3.1.2.	Resultados de los escenarios de simulación.....	123
4.3.1.2.1.	Generación eléctrica.....	125
4.3.1.2.2.	Importación y exportación de Energía	125
4.3.1.2.3.	Almacenamiento de energía.....	126
4.3.1.2.4.	Emisiones de CO ₂	127
4.3.1.2.5.	Gas natural	128
4.3.1.2.6.	Costos del mercado eléctrico	130
4.4.	Resultados de la evaluación del modelo estratégico de la red eléctrica inteligente	132
4.4.1.	Eficiencia	133
4.4.2.	Calidad	133
4.4.3.	Confiabilidad.....	133
4.4.4.	Continuidad.....	134
4.4.5.	Seguridad	134
4.4.6.	Sustentabilidad.....	135

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones	136
5.1. Recomendaciones.....	138
Referencias.....	140
Apéndices.....	160
5.2. Cuestionario	160
5.3. Documento de códigos	184
5.4. Matriz de datos	201

Lista de figuras

Figura 1.1. Subsistemas Eléctricos de México	11
Figura 1.2. Gerencia de Control Regional (GCR) Baja California.....	12
Figura 1.3. Evolución del déficit energético en Baja California.....	17
Figura 2.1. Esquema del Sistema Eléctrico Nacional.	36
Figura 3.1. Proceso de investigación cuantitativa.....	57
Figura 3.2. Aspectos evaluados.	58
Figura 3.3. Estructura del instrumento para la recolección de datos.	64
Figura 3.4. Pantalla de inicio de EnergyPLAN.....	68
Figura 3.5. Secuencia de actividades.	71
Figura 3.6. Procedimiento para el diseño y aplicación del cuestionario.....	72
Figura 4.1. Perfil de los participantes y ubicación.....	90
Figura 4.2. Comparativa de la demanda eléctrica, escenario I. A.	120
Figura 4.3. Generación mensual por tipo de tecnología, escenario I. A.	121
Figura 4.4. Porcentaje de participación por tipo de tecnología, escenario I. A.	122
Figura 4.5. Demanda de gas natural, escenario 1. A.....	123
Figura 4.6. Demanda de gas natural por escenario simulado.	129
Figura 4.7. Comparación de costes anuales según la base de datos de costes EnergyPLAN.	130

Lista de tablas

Tabla 1.1. Capacidad efectiva instalada SEBC en 2023 (por tecnología)	13
Tabla 1.2. Metas de los ODS.	21
Tabla 1.3. Proyectos del Programa de Redes Eléctricas Inteligentes 2017 -2019.....	24
Tabla 2.1. Principales componentes de una red eléctrica.	41
Tabla 2.2. Desafíos políticos y económicos de las redes inteligentes.	48
Tabla 2.3. Oportunidades de las redes inteligentes.....	50
Tabla 3.1. Población de estudio, subgrupo: Responsables de la planificación y gestión del sector eléctrico.....	60
Tabla 3.2. Población de estudio, subgrupo: Centrales de generación de energía eléctrica.....	61
Tabla 3.3. Población de estudio, subgrupo: impulsores del desarrollo tecnológico.	61
Tabla 3.4. Descripción del cuerpo del cuestionario - representantes de centrales de generación eléctrica.	65
Tabla 3.5. Descripción del cuerpo del cuestionario - representantes de instituciones de encargadas de la planificación, control y desarrollo del sector eléctrico.	66
Tabla 3.6. Matriz de congruencia del cuestionario.	73
Tabla 3.7. Resultados de la validez de contenido del instrumento.	73
Tabla 3.8. Proyectos de REI, escenarios de simulación.	77
Tabla 3.9. Suministro de energía del SEBC. Escenario I.	82
Tabla 3.10. Costos por tecnología de generación eléctrica.....	83
Tabla 3.11. Suministro de energía del SEBC. Escenario III.....	85
Tabla 3.12. Evaluación de los criterios del SEN en la tesis.....	87
Tabla 4.1. Percepción de la generación neta del SEBC por fuente de energía por perfil participante (reactivos 1 a 4).....	92
Tabla 4.2. Percepción de la cobertura del servicio eléctrico por perfil participante (reactivo 5).	93
Tabla 4.3. Percepción de la ubicación de centrales de generación por perfil participante (reactivo 6).	93
Tabla 4.4. Percepción del impacto del SEBC por perfil participante (reactivos 7 y 8).	94
Tabla 4.5. Percepción del acceso a información y generación distribuida por perfil participante (reactivos 9 a 11).....	95

Tabla 4.6. Percepción de las metas de energías renovables para Baja California por perfil participante (reactivos 12 y 13).....	97
Tabla 4.7. Percepción del procedimiento y programas de financiamiento para la generación distribuida por perfil participante (reactivos 1 y 2).	98
Tabla 4.8. Percepción del acceso a datos eléctricos perfil participante (reactivo 3).	99
Tabla 4.9. Percepción de la aplicación del subsidio eléctrico en Baja California por perfil participante (reactivo 4).	99
Tabla 4.10. Percepción de metas para el SEBC por perfil participante (reactivo 5).	101
Tabla 4.11. Percepción de los beneficios de las redes eléctricas inteligentes por perfil participante (reactivos 6 a 9).....	102
Tabla 4.12. Disposición a participar en proyectos de generación distribuida por perfil participante (reactivos 10 a 13).....	103
Tabla 4.13. Percepción del estado actual de las líneas de transmisión por perfil participante (reactivos 1 a 5).....	105
Tabla 4.14. Percepción del potencial de las redes eléctricas inteligentes en Baja California por perfil participante (reactivos 6 y 7).	106
Tabla 4.15. Percepción prioridad de proyectos para la red de transmisión por perfil participante (reactivo 8).	109
Tabla 4.16. Percepción del estado actual de las líneas de distribución por perfil participante (reactivos 1 a 5).....	110
Tabla 4.17. Percepción prioridad de proyectos para la red de distribución por perfil participante (reactivo 6).	114
Tabla 4.18. Disposición a participar en proyectos de REI por perfil participante (reactivos 7 y 8).	115
Tabla 4.19. Matriz de evaluación de proyectos de REI.	117
Tabla 4.20. Evaluación preliminar de proyectos de REI.	118
Tabla 4.21. Generación neta simulada, escenario I. A.....	121
Tabla 4.22. Resumen de resultados de escenarios simulados en EnergyPLAN.	124
Tabla 4.23. Demanda de gas natural mensual por escenario simulado.	130

Capítulo 1. Introducción

En la presente investigación se evalúa a nivel estratégico la implementación de proyectos de una red eléctrica inteligente (REI) en el Sistema Eléctrico de Baja California (SEBC), mediante criterios técnicos, económicos y sociales, para determinar el potencial de mejora respecto eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.

Esta investigación nace de diversas problemáticas de la región, desde la naturaleza y dinámica del mismo sistema eléctrico local, hasta objetivos internacionales en materia de desarrollo sustentable y el poco seguimiento a proyectos de actualización y modernización de la red. A lo largo del presente capítulo, se presenta la introducción del estudio.

1.1.Planteamiento del problema

La electricidad es una parte esencial para el desarrollo de una sociedad ya que se utiliza para la iluminación, climatización, productos electrónicos, maquinaria y sistemas de transporte público. Si bien, la electricidad acompaña a la humanidad desde sus inicios como un fenómeno natural, no fue hasta el siglo XVIII que se posicionó como una industria consolidada que ha avanzado tecnológicamente para satisfacer las necesidades de las poblaciones crecientes.

El suministro total de energía a nivel mundial en 2022 fue de 622,184 PJ, de los cuales 30.20% correspondieron a demanda de diésel, 27.62% a carbón y 23.12% a gas natural. De manera específica, la generación eléctrica mundial en 2022 fue de 29,369 TWh, cuyos principales energéticos utilizados en el 2022 fueron el carbón, gas natural e hidroeléctrica con 35.70%, 22.28% y 15.29% respectivamente.

En México, el suministro total de energía en 2022 fue de 7,646 PJ, con una mayor participación de los energéticos de diésel y gas natural con un 44.68% y 38.23%. Mientras que la generación eléctrica en el país fue de 343 TWh en el 2022, cuyo principal energético fue el gas natural con el 54.18%.

Si bien los principales energéticos en ambas escalas son los energéticos convencionales (diésel y gas natural), las energías renovables son aquellas que presentan un mayor incremento de participación: a nivel mundial incrementaron un 220.40% en la matriz energética entre el 2012 y

2022, mientras que México el incremento estos energéticos fue de 107.30% acompañado de una disminución de participación del carbón y diésel de 27.9% y 20.43% respectivamente.

De acuerdo con el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (2019), el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de México se encuentra dividido en 4 subsistemas que responden a la distribución poblacional, tal y como se presenta en la figura 1.

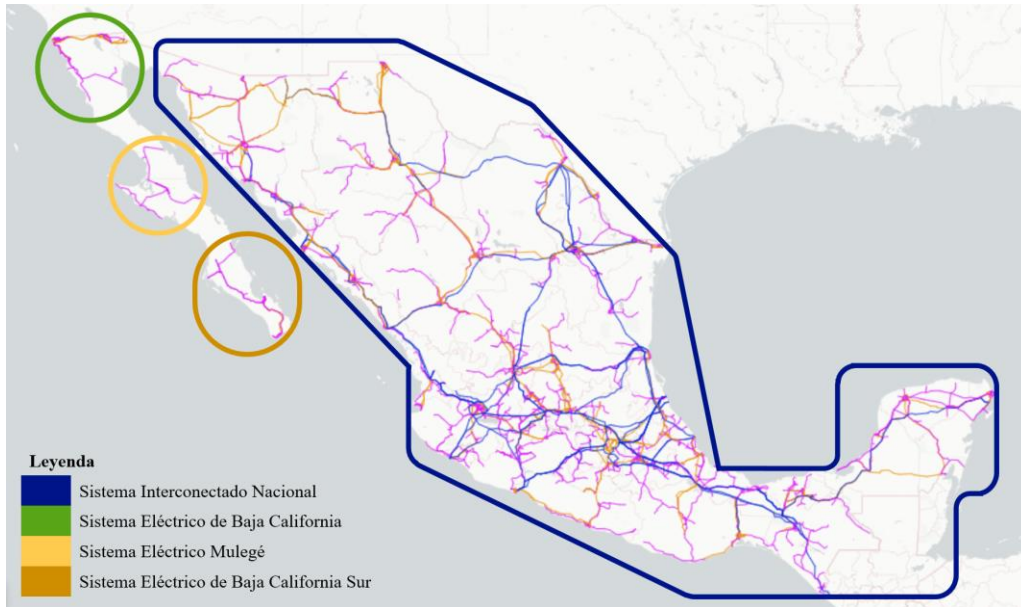


Figura 1.1. Subsistemas Eléctricos de México

Fuente: (Canales Licon & Palacios Saldaña, 2023).

El SEBC, también llamado Sistema Interconectado de Baja California (SIBC), se localiza en la parte norte de la península de Baja California, México. El estado de Baja California cuenta con una extensión territorial de 71,450 km² y, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2020, alberga a 3,769,020 habitantes, equivalente al 3% de la población mexicana. El estado presenta una tasa de crecimiento poblacional del 1.8% en la última década (INEGI, 2021) y, de acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en 2020 el 99.19% de los habitantes de Baja California contaban con suministro de energía eléctrica en la vivienda que habitan (SEMARNAT, 2021). De acuerdo al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) de 2022-2036, el SEBC atiende al 3.4% de los usuarios totales del SEN, representando 1,586,189 usuarios eléctricos. Los centros de carga de mayor consumo en

el SEN pertenecen a las industrias, siderúrgicas, vidriera, plantas de bombeo de agua, aeroespacial, fabricación de rines de aluminio, automotriz, cementera y minera (SENER, 2022).

El SEBC operó en forma aislada con respecto al Sistema Interconectado Nacional (SIN) hasta la construcción de una línea de transmisión de 290 kilómetros que permitió la interconexión con el SIN (CFE, 2024), además de la ya existente interconexión permanente con los sistemas eléctricos de San Diego Gas and Electric (SDG&E) e Imperial Irrigation District, formando parte del Western Electricity Coordinating Council (WECC) (SENER, 2020). Esta situación representó para Baja California el reto de autoabastecer energéticamente a su población, contando como único respaldo la importación de energía desde Estados Unidos. Sin embargo, con la nueva interconexión con el SIN, Baja California tiene la oportunidad de centrar los siguientes esfuerzos de expansión y modernización del sistema eléctrico en proyectos que involucren el fortalecimiento de las energías renovables en el *mix energético*, el reemplazo de baja eficiencia, la integración de vehículos eléctricos, o incluso la integración de sistemas de respaldo como bancos de baterías.

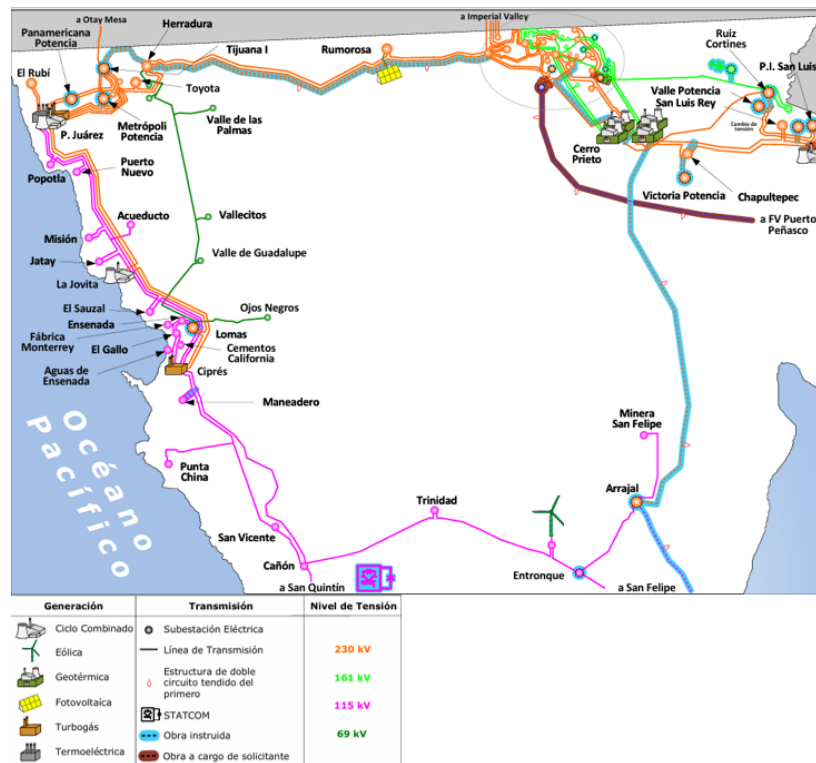


Figura 1.2. Gerencia de Control Regional (GCR) Baja California

Fuente: (CENACE, 2023)

La matriz energética del SEBC se compone principalmente por centrales de generación de energía eléctrica a gran escala entre las que se encuentran centrales de ciclo combinado, geotérmicas, termoeléctricas, solar fotovoltaica, entre otras. Para 2023, Baja California cuenta con una capacidad instalada total de 3,897 MW de los cuales solo el 14.14% representan fuentes de energías renovables con un porcentaje de participación del 15.66% en la generación neta de energía. Se distingue una mayor participación en la generación a partir de fuentes convencionales de energía, especialmente gas natural, con un 84.34% de la generación neta en el SEBC en ese año. Debido a que el estado no produce este recurso, Baja California depende de importar desde Estados Unidos el 100% del gas natural que necesita para mantener la operación de las centrales generadoras de energía y garantizar la confiabilidad de la red, además de otras aplicaciones (Institute of the Americas, 2020). Sin embargo, se espera que para mayo de 2025 entre en operación la primera fase del gasoducto Centauro del Norte, un proyecto de la iniciativa privada, y que proveerá 400 millones de pies cúbicos diarios (mmpcd) de gas natural (Ventura, 2024). Si bien, el gas natural se considera una fuente de energía limpia o de menor emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), no se trata de un recurso renovable. En aras de aumentar la sostenibilidad eléctrica, Baja California necesita incrementar la participación de las energías renovables en su matriz energética para no depender de recursos energéticos no renovables y que no se encuentran naturalmente en la región.

Tabla 1.1. Capacidad efectiva instalada SEBC en 2023 (por tecnología)

Tecnología	Capacidad (MW)	Generación neta (GWh)
Eólico	40	52
Solar fotovoltaico	51	126
Geotérmica	460	2,202
Ciclo Combinado	1,873	10,034
Combustión Interna	125	116
Térmica convencional	320	903
Turbogás	921	1,742
Turbogás móvil	107	25
Total	3,897	15,200

Fuente: (CFE, 2023).

Para 2023, Baja California presenta un **consumo neto de energía eléctrica** de 15,999 GWh, con una variación de -1.4% con respecto al año anterior, siendo así el único subsistema mexicano con una disminución en el consumo neto de energía en dicho año (SENER, 2024). Por otro lado, la

demanda máxima integrada alcanza los 3,393 MWh/h en el mismo año y con crecimiento anual del 2.1%, esto posiciona a Baja California como el segundo subsistema con menor incremento en las demandas máximas solo por debajo del sistema de Mulegé con un crecimiento del 1.4% (SENER, 2024).

En materia de eficiencia energética, Baja California presenta una intensidad energética (energía requerida para producir un peso del producto interno bruto (SENER, 2011)) de 17.9 Wh/\$, un consumo medio por usuario de 9,649 Wh/usuario, y un consumo per cápita de 4,150 kWh/habitante (SENER, 2024). Comparado al resto de Gerencias de control Regional (GCR), Baja California se posiciona como el quinto con mayor intensidad energética y consumo per cápita, y el cuarto con mayor consumo medio por usuario. De manera general, el estado se ubica en posiciones intermedias con respecto al resto de GCR, pero en los tres indicadores presenta valores mayores que los del SEN, siendo el de mayor variación el consumo per cápita con un 54.85%, seguido por el consumo medio por usuario con 34.65% y la intensidad energética con 22.60%.

Para el segundo semestre de 2023, la capacidad instalada de generación distribuida del SEBC alcanza los 99.56 MW a través de 13,757 Contratos de Generación Distribuida y Contratos de Interconexión de Pequeña y Mediana Escala (CIPyME), posicionándose como la treceava entidad federativa con mayor capacidad instalada (CRE, 2023). En el reporte de la CRE (2023), se indica que a nivel nacional el 99.33% de la capacidad de generación distribuida utilizaba energía solar fotovoltaica, 0.52% biogás, 0.075% biomasa, 0.040% cogeneración, 0.017% eólica, 0.0022% diésel y combustóleo y 0.0003% hidroeléctrica. Cabe destacar que muchas de estas centrales no participan directamente en la matriz energética, tal es el caso del parque eólico ubicado en la cordillera montañosa de la Sierra Juárez en Baja California, de capacidad instalada de 155.1 MW y propiedad de empresa eléctrica SDG&E (Banco de Desarrollo de América del Norte, 2013).

El almacenamiento de energía a escala de servicio público en México se encuentra en etapas de desarrollo muy tempranas, pero se espera que permita mejorar la seguridad energética y alcanzar las metas de cambio climático al proporcionar servicios valiosos a los sistemas energéticos según lo indicado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2020). Además, este concepto toma mayor relevancia con la aprobación de las Disposiciones Administrativas de Carácter General para la Integración de Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica al SEN, que establece las condiciones y modalidades bajo las cuales se podrán integrar los sistemas de

almacenamiento de energía al SEN (Zarco, 2024). De acuerdo a Zarco (2024), las principales modalidades son: sistemas de almacenamiento de energía asociados a una central eléctrica (SAE-CE), sistemas de almacenamiento de energía asociados a un centro de carga (SAE-CC), sistemas de almacenamiento de energía en esquema de abasto aislado (SAE-AA), sistemas de almacenamiento de energía no asociados.

A nivel nacional, el Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE) elaborado por SENER (2024) destaca la importancia del almacenamiento de energía para la modernización del SEN, especialmente para garantizar la confiabilidad del sistema ante la participación de fuentes de energías limpias intermitentes, como la solar y eólica. Dado a esto, el PIIRCE 2024-2038 propone la adición de 13,501 MW de sistemas de almacenamientos de energía entre 2024-2038 desplazar la energía eléctrica producida por centrales fotovoltaicas y eólicas, reducir congestiones y sobrecargas en la Red Nacional de Transmisión, mejorar la confiabilidad del SEN y garantizar la confiabilidad con una mayor integración de centrales eléctricas asíncronas en los sistemas eléctricos de potencia. Además, se destaca que la incorporación de almacenamiento con baterías es importante para el cumplimiento de las metas de Energía Limpia y reducción de emisiones de GEI, así como contribuir a la flexibilidad operativa y la resiliencia del SEN (SENER, 2024).

A nivel estatal, el almacenamiento de energía en Baja California se ha enfocado en aplicaciones de sistemas aislados a pequeña escala como en el poblado de Puertecitos, ubicado a 80 km del puerto de San Felipe, B. C., donde la micro red está conformada por una Planta Solar/Eólica/Diesel con banco de baterías integrada por un campo fotovoltaico de 55.2 kW, un aerogenerador de 5 kW, un generador diésel de 75 kVA y 174 baterías de 2 Volts libres de mantenimiento conectadas en serie (1500 Ah) (Velázquez Limón & Cota Soto, 2017). En el sector privado se espera que IEnova instale una planta de almacenamiento de energía renovable mediante baterías eléctricas destinada a recibir y exportar energía desde la red de California, que inicia operaciones en el 2023 con 100 MW instalados y contará con una capacidad potencial de 500 MW (Zamorano, 2021), al no estar dirigido al sector energético del estado se prevén únicamente beneficios tecnológicos para México. Por otro lado, el Plan de Expansión del SIBC 2024-2034 considera la adición de 495 MW de bancos de baterías para 2034 en conjunto con otros proyectos de centrales de ciclo combinado, fotovoltaicas y eólicas (CFE, 2023).

Referente a la electromovilidad, SENER (2022) contempla el impulso de la producción y uso de vehículos eléctricos mediante la integración de 4.9 millones de vehículos eléctricos ligeros, de carga y autobuses para el año 2036 a nivel nacional. Mientras que a nivel estatal, Baja California busca impulsar la electromovilidad a través de la participación del sector productivo en los procesos de ensamblaje, *testing* y fabricación de software de vehículos eléctricos (Monitor Económico de Baja California, 2022).

Con la llegada de los vehículos eléctricos en México y en países vecinos, surge la necesidad de crear la infraestructura necesaria en zonas estratégicas como el estado de Baja California donde para 2022 existían 107 puntos de cargas de autos eléctricos (Jiménez, 2022) y que ha aumentado hasta cerca de 200 centros de carga distribuidos principalmente en los corredores turísticos de 6 de los 7 municipios del estado (Domínguez, 2024). Si bien, la electromovilidad es una alternativa viable para el almacenamiento de energía y reducción de emisiones de GEI, con la adopción de grandes proporciones de vehículos eléctricos, se observa que las redes locales se enfrentan a nuevos desafíos asociados con la gestión de la demanda máxima que implica la carga de los vehículos eléctricos (Skølsvold, Henriksen, & Ryghaug, 2022).

Para 2024 surgen nuevas estrategias y regulaciones que buscan integrar de manera más segura la infraestructura de carga de vehículos eléctricos y vehículos híbridos conectables en el SEN. Entre las principales iniciativas se encuentra la emisión del acuerdo A/108/2024 donde la CRE emite las disposiciones administrativas generales para regular la conexión de la infraestructura y establecer una plataforma digital para monitorear su evolución que estará disponible en un plazo no mayor a 24 meses (CRE, 2024). En el mismo se destaca la importancia de la electromovilidad como parte integral de una REI al incorporar tecnologías avanzadas de medición, monitoreo, comunicación y operación para mejorar la eficiencia y seguridad del SEN por lo que se busca iniciar un proceso de estandarización y normalización en materia de redes eléctricas inteligentes, con el fin de asegurar la compatibilidad con la infraestructura existente y garantizar la confiabilidad del suministro. Asimismo se definen los tipos de conexión (A, B y C) y modos de carga (1, 2, 3 y 4/DCFC) para los vehículos eléctricos y vehículos híbridos conectables, además del fomento para que las electrolinerías, electro-terminales y estaciones de carga gratuita puedan instalar centrales eléctricas de generación limpia distribuida como fuente de energía adicional al suministro eléctrico (CRE, 2024).

A pesar de la amplia infraestructura eléctrica de la región, Baja California se enfrenta a un déficit energético durante los meses de verano desde los últimos años que ha aumentado de 450 MW en 2020 hasta alcanzar los 914 MW en el pronóstico para el 2024 (CENACE, 2023), representando un incremento anual promedio del 20.2%.

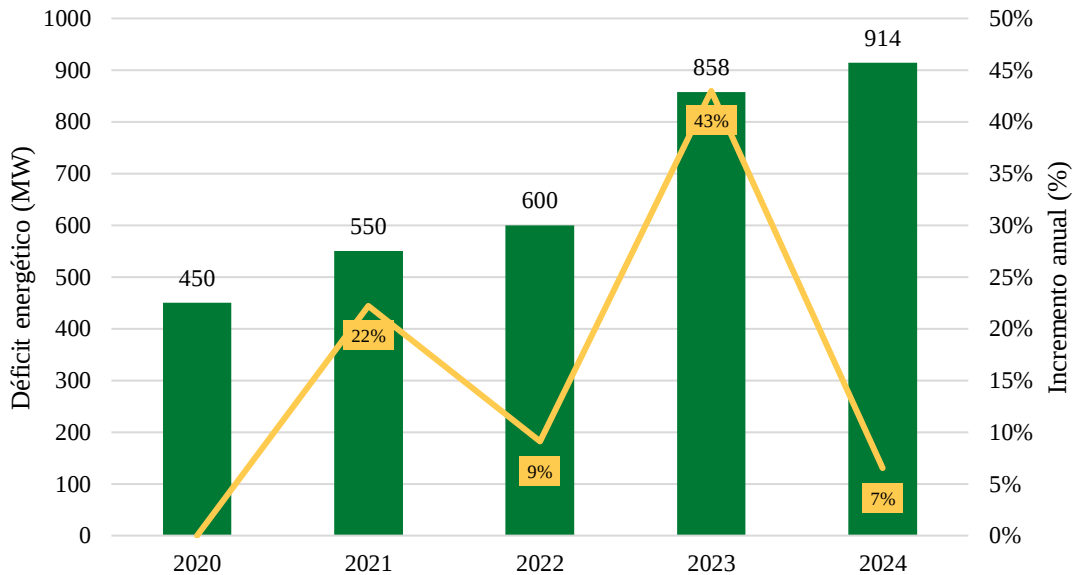


Figura 1.3. Evolución del déficit energético en Baja California.

Fuente: (SIDURT, 2020), (CENACE, 2021), (CENACE, 2023), (CENACE, 2023).

Desde 2019 se implementa un Protocolo Correctivo dirigido por la GCR baja California para enfrentar este déficit energético. En la actualización del Protocolo Correctivo de 2024 se considera la importación de 408 MW desde el Operador de Sistema Independiente de California (CAISO) y la contratación de dos bloques de energía: el primer bloque durante el periodo del 01 de junio al 30 de septiembre (Periodo 1 o P1), con una capacidad de 690 MW; el segundo bloque durante el periodo del 01 de julio al 15 de septiembre (Periodo 2 o P2), con una capacidad de 245 MW (CENACE, 2023). Dicho Protocolo Correctivo no considera restricciones por el tipo de combustible para la oferta, ni considera la implementación de incentivos para el aprovechamiento de las energías renovables, siendo una oportunidad de mejora considerando las preocupaciones y obligaciones en materia de reducción de GyCEI y cambio climático.

El cambio climático es una preocupación de suma importancia a nivel mundial. Por ello, surgen distintos acuerdos que buscan establecer compromisos y rutas de acción para afrontarlo. Algunos de los acuerdos de los cuales México forma parte son:

- El **Protocolo de Kioto** establecido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1998), comprometió a sus participantes a limitar y reducir las emisiones de GyCEI y de tres gases industriales fluorados. Si bien la vigencia del Protocolo de Kioto terminó en diciembre de 2020, permitió que los gobiernos suscribientes establecieran leyes y políticas medioambientales, la toma de conciencia de las empresas sobre medio ambiente, y fomentar la creación del mercado de carbono para permitir la reducción de emisiones al menor costo (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016).
- El **Acuerdo de París** establecido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015), su objetivo es mantener, antes de finales de este siglo, el calentamiento global por debajo de 2 grados respecto a los niveles preindustriales, y de ser posible limitarlo a 1.5 grados. Entrando en vigor a partir del 2020 dicho acuerdo busca reorientar a los países suscribientes hacia el desarrollo sostenible, con menores emisiones y con la capacidad de adaptarse a un clima más extremo. Siendo el compromiso principal de México el reducir sus emisiones de GyCEI en un 25% comparado a las emisiones proyectadas al 2030 (IMCO, 2016).
- La **Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, presentada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2018), conformada por 17 objetivos con 169 metas y 230 indicadores globales de carácter integrado e indivisible que abarcan las dimensiones económica, social y ambiental. México ha participado activamente en la implementación de la Agenda 2030 y tomó el compromiso de participar voluntariamente en el Foro Político de Alto Nivel en Desarrollo Sostenible para presentar avances sobre los ODS (Naciones Unidas México, 2022).

La lucha contra el cambio climático y otros temas referentes al medio ambiente forman parte de la agenda política a nivel nacional, estatal y municipal. Una de las principales preocupaciones es la contaminación atmosférica, un problema binacional compartido entre la frontera de California y Baja California; el deterioro de la calidad del aire en las ciudades del estado está asociado

principalmente a las emisiones generadas por el parque vehicular de la zona metropolitana Tijuana, Mexicali, Ensenada y sus zonas rurales, pero se consideran otros factores como el crecimiento poblacional, caminos no pavimentados, actividad agrícola y el incremento de establecimientos industriales, comerciales y de servicios. Las consecuencias del deterioro de la calidad del aire tienen efectos adversos en la salud de la población, que a su vez desencadena repercusiones económicas importantes y la disminución de la productividad laboral; asimismo tiene efectos dañinos en los cultivos, el suelo, bosques y cuerpos de agua de la región contradiciendo el derecho de todo ciudadano a tener un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar (Ávila Olmeda, 2022).

Considerando que en México el sector energético es uno de los principales emisores de GEI, liberando 26,607.66 Gg de CO₂e, que corresponde a 19.0% de las emisiones totales a nivel nacional en el año de 2013 (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018), el Gobierno de México dirige al conjunto del estado mexicano a reducir y eliminar los GEI que genera el sistema energético nacional, mediante la planificación de su reducción a través de la política de transición energética, naciendo así el PRODESEN, documento que contiene la planeación del SEN, donde se establecen los objetivos, metas, estrategias y prioridades que deberán adoptarse para satisfacer la demanda en el Sistema, procurando que su operación se realice en condiciones de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, Seguridad y Sustentabilidad (SENER, 2022).

Siendo uno de los objetivos inmediatos y de carácter permanente del PRODESEN el garantizar la autosuficiencia energética y la Transición Energética de México destaca la situación particular de Baja California donde ambos objetivos no han sido priorizados, evidencia de esto se encuentra lo establecido en el Protocolo Correctivo presentada por el CENACE (2021), en donde se manifiesta la dependencia energética que tiene Baja California al importar electricidad y gas natural del CAISO y la falta de incentivos a alternativas sostenibles para la generación de energía.

En resumen, México cuenta con retos importantes por superar entre los que se encuentran: disminuir las emisiones de GEI debido al uso de combustibles fósiles, aumentar la participación de las energías renovables en la matriz energética, enfrentar el aumento de la demanda eléctrica que implica la incorporación de los vehículos eléctricos, los retos tecnológicos de la generación distribuida y el almacenamiento de energía, el déficit energético y la necesidad de cumplir con las responsabilidades internacionales en materia de desarrollo sostenible y cambio climático. Por ello, el propósito del estudio es conocer el estado actual de los sistemas de generación, transmisión,

distribución, gestión de la energía tanto renovable como no renovables además de conocer las emisiones de gases de efecto invernadero del Sistema Eléctrico de Baja California.

1.2. Justificación

El SEBC presenta una serie de dificultades que limitan la capacidad de brindar un servicio eléctrico de calidad, continuo, confiable y seguro. Para ello se han implementado distintas acciones para mitigar dichas dificultades, desde la implementación de un Protocolo Correctivo, la construcción y puesta en servicio del proyecto Central de Combustión Interna Mexicali Oriente (CFE, 2022), hasta la importación de electricidad y gas natural desde el CAISO, siendo este último necesario para la operación de las centrales eléctricas que generan el 70.26% de la energía eléctrica del estado (SENER, 2022) a pesar de que Baja California no extrae ni produce gas natural y, al encontrarse desconectado Sistema Nacional de Gasoductos (SNG), no tiene acceso a la producción nacional (Muñoz Meléndez, Campbell Ramírez, Díaz González, & Quintero Nuñez, 2012). Sin embargo, ninguna de estas acciones se encarga de fortalecer directamente a la sostenibilidad energética del estado ni de fortalecer las redes de transmisión y distribución, atendiendo únicamente las necesidades de la infraestructura actual de la red eléctrica sin considerar el aumento de la demanda energética de la región en los próximos años, a pesar de los pronósticos actuales realizados por SENER en 2022 contemplan un crecimiento anual de la demanda máxima de hasta 10% para los próximos 15 años. Además, se observan casos donde la instalación de grandes centrales eléctricas y la desregularización de los mercados eléctricos ocasionan eventos inciertos y el aumento del grado de incertidumbre de los sistemas eléctricos (Archajee, 2013). Por ello, surge la necesidad de buscar alternativas que garanticen un servicio eléctrico digno y sostenible para la población de Baja California. En este contexto se presenta la evolución a una REI, que implica un proceso de desagregación y reestructuración del sector eléctrico y la optimización de sus activos (Momoh, 2012).

El concepto de las redes inteligentes surge desde inicios de las redes eléctricas y su evolución debido al desarrollo tecnológico y el cambio en los patrones de demanda energética. A nivel internacional, el principal interés sobre este modelo de red es su capacidad de satisfacer la creciente demanda de nuevos servicios y aplicaciones al integrar inteligentemente dentro de la red eléctrica

distintos elementos de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y nuevos mecanismos de funcionamiento con el fin de entregar energía eléctrica de una manera sostenible y económica (Livieratos, Vogiatzaki, & Cottis, 2013). Además, desarrollar una REI permite mejorar la eficiencia, la confiabilidad y la seguridad del servicio eléctrico, permitir la integración fluida de la generación distribuida renovable, la participación en tiempo real de los productores y consumidores de energía en el mercado energético y la introducción estructurada de vehículos eléctricos, entre otros beneficios (Livieratos, Vogiatzaki, & Cottis, 2013).

En los últimos años se ha analizado la contribución de las REI para el cumplimiento de los ODS a corto y largo plazo en diferentes países, en el caso de México se ha documentado que las mejoras asociadas a las REI están alineadas con los ODS 7, 9, 11 y 13 mediante la integración de fuentes de energías renovables, la promoción de la eficiencia energética, la modernización de la infraestructura eléctrica y la gestión de la energía (SENER, 2017).

Tabla 1.2. Metas de los ODS.

Objetivo de Desarrollo Sostenible	Metas del objetivo
	• Garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos. • Aumentar la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas • Aumentar la tasa de mejora de la eficiencia energética. • Facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, la eficiencia energética, las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles. • Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles.
	• Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano. • Aumentar el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas a los servicios financieros y su integración en las cadenas de valor y los mercados. • Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet.



- Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles.
- Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.
- Aumentar la adopción e implementación de políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres.



- Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes estatales y municipales.
- Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático

Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2018.

Si bien diversos autores consideran como un proceso lógico e inevitable el desarrollo de las redes inteligentes como respuesta a las necesidades cambiantes de los usuarios eléctricos, se ha demostrado que una evolución desestructurada de la red eléctrica puede implicar el desarrollo tardío, de alcance limitado y con poca prominencia política de una REI (Jegen & Phillion, 2018). Ejemplo de esto se presentó en la región canadiense de Quebec, donde los investigadores Jegen & Phillion (2018) analizaron los resultados obtenidos de una dinámica de no establecimiento de agenda para el desarrollo del sector eléctrico, donde no se presentó un impulso del “problema” ni ningún tipo de incentivo, por lo que los actores que tenían el poder de establecer la agenda política se centraron en la REI como una solución tecnológica y de seguridad para la red existente, además identificaron que la REI de Quebec presentó poca prominencia en el espacio público que desencadenó la falta de un público receptor crítico que impulsara otras áreas de la REI y que incluso llegó a mostrar una postura negativa.

El despliegue de una REI implica numerosas consideraciones técnicas y económicas, necesidades y requisitos sociales y gubernamentales, así como aspectos normativos y ambientales internacionales. Estos factores, junto con la evolución de los estándares, servicios y productos de

las TIC, determinan la estrategia de migración de la red eléctrica convencional a la REI y los beneficios esperados (Livieratos, Vogiatzaki, & Cottis, 2013).

En un estudio sobre la aceptación sociopolítica de la tecnología de REI en Columbia Británica, Canadá, Peters, Axsen & Mallett (2018) encontraron que, aunque la aceptación general de los ciudadanos hacia la tecnología de REI es baja, esta se duplica cuando se presenta una perspectiva positiva explícita sobre los medidores inteligentes. Los medios de comunicación y los actores políticos tienden a enfocarse en el entorno económico del despliegue de las redes inteligentes por encima del entorno ambiental, lo que resulta en que los riesgos de las redes inteligentes sean mencionados un 50% más frecuentemente que sus beneficios. Los autores sugieren que, para aumentar la aceptación de los ciudadanos, se debe presentar una visión claramente comunicada de cómo la REI puede contribuir a la mitigación del cambio climático mientras que, para evitar la oposición y las percepciones negativas, los defensores de la REI deben involucrar al público de manera más efectiva para generar confianza y permitir una mayor aceptación sociopolítica.

En México se crearon proyecciones de redes eléctricas inteligentes a partir de la Reforma Energética de 2012-2014 que tuvo como resultado la modificación de los artículos constitucionales 25, 27 y 28 para permitir el ingreso de la inversión extranjera en el sector energético, especialmente en energías renovables, y dar claridad al papel que tienen que desempeñar los distintos actores en la elaboración de políticas públicas, regulaciones y proyectos que promuevan la modernización del sistema eléctrico nacional, incluyendo la integración de tecnologías avanzadas y sostenibles. (León Trigo, Reyes Archundia, Gutiérrez Cnecchi, Méndez Patiño, & Chávez Campos, 2019). Esta reforma permite uno de los primeros acercamientos tecnológicos mediante la instalación de 1,854,888 medidores inteligentes como parte del Programa Sectorial de Energía 2013-2018 (Diario Oficial de la Federación, 2013), así como introducir el Marco Regulatorio de la Red Eléctrica Inteligente para el sector eléctrico en presencia de la REI (CRE, 2014). Asimismo, la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) (2014) específica en su Título Segundo, Capítulo I, artículo 14 que el PRODESEN debe incluir en los programas de ampliación y modernización los elementos de la REI que reduzcan el costo total de provisión del suministro eléctrico o eleven la eficiencia, confiabilidad, calidad o seguridad del SEN de forma económicamente viable (Diario Oficial de la Federación, 2014). De este modo, el PRODESEN 2015-2019 destina 6,500 millones de pesos para el desarrollo de sistemas de REI y dar seguimiento a los programas de instalación de medidores

inteligentes. Además, la Ley de Transición Energética (2015) en su Título Tercero, Capítulo VI, presenta el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes 2017-2019 el cual incluye 3 proyectos en desarrollo y 18 proyectos candidatos para desarrollar por CENACE, el sector Transportista y el Distribuidor Eléctrico (Diario Oficial de la Federación, 2015). Sin embargo, hasta 2022, solamente se habían finalizado dos proyectos, mientras que un proyecto estaba en desarrollo y dos más eran candidatos a ser desarrollados, según se muestra en la tabla siguiente. A pesar del limitado seguimiento e implementación de proyectos de redes inteligentes, el PRODESEN 2022-2036 incluye el proyecto de instalación de 4,912 Equipos de Protección y Seccionamiento telecontrolados para el período 2022- 2026, con una inversión de 1,714 millones de pesos, así como otros proyectos que actúan de forma síncrona para el desarrollo de redes eléctricas inteligentes (SENER, 2022).

Tabla 1.3. *Proyectos del Programa de Redes Eléctricas Inteligentes 2017 -2019.*

Responsable	Proyectos en desarrollo	Estatus
CFE transmisión y distribución	1. Operación remota y automatismo en redes de distribución	En desarrollo (2022-2026)
	2. Sistema de información geográfica de las RGD	Finalizado, con posibilidad de ser replanteado.
	3. Infraestructura de medición avanzada	Finalizado, deriva en un nuevo proyecto de escalamiento AMI en el PRODESEN 2022.
Responsable	Proyectos candidatos a ser desarrollados	Estatus
CENACE	1. Despacho óptimo de potencia reactiva	Sin seguimiento
	2. Investigación sobre el uso de nuevas tecnologías para asistir el proceso de arranque negro	Sin seguimiento
	3. Demostración e implementación de herramientas inteligentes que quiten el proceso de restablecimiento	Sin seguimiento
	4. Demostración del almacenamiento de energía y su integración en la operación	Sin seguimiento
	5. Pronóstico de generación eólica y solar para la operación	Sin seguimiento
	6. Red de medición fasorial de nueva generación	Sin seguimiento
	7. Herramienta para la evaluación en tiempo real de la seguridad operativa	Sin seguimiento

	8. Incorporación de métodos basados en riesgo y flexibilidad en el proceso de planeación	Sin seguimiento
	9. Respuesta de la demanda para asistir la operación de la red	Sin seguimiento
	10. Investigación sobre el uso de límites dinámicos en líneas de transmisión	Sin seguimiento
Transportistas	1. Estudio e implementación de herramientas inteligentes que guíen el proceso operación física de la RNT	Sin seguimiento
	2. Localización automática de fallas	Sin seguimiento
	3. Desarrollo de un sistema de diagnóstico de interruptores de potencia y subestaciones encapsuladas (GIS) en gas hexafluoruro de azufre (SF6)	Sin seguimiento
	4. Estudio, demostración e implementación de protocolos, hardware y aplicaciones para la integración de los Centros de Control	Sin seguimiento
	5. Investigación sobre el uso de la información de la condición de activos para mejorar la confiabilidad operativa del sistema	Sin seguimiento
	6. Sistema de Información Geográfica de la RNT	Sin seguimiento
Distribuidor	1. Gestión del balance de energía de las RGD para el MEM	Candidato a ser desarrollado
	2. Sistema de Administración de Distribución Avanzado	Candidato a ser desarrollado

Nota: el estatus de los proyectos en basa en lo reportado en los Programas de Desarrollo del Sistema Eléctricos de años posteriores al Programa de Redes Eléctricas Inteligentes 2017-2019.

Fuente: (SENER, 2017), (SENER, 2022).

En años más recientes se han actualizado otros instrumentos que complementan la LTE, tal como es el caso de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios cuyo fin es fomentar el uso de energías limpias, mejorar la eficiencia energética, desarrollar redes eléctricas inteligentes y sistemas de almacenamiento de energía, además de considerar la integración de generación distribuida y el diseño de las redes de distribución en función a la creciente demanda eléctrica por vehículos eléctricos (SENER, 2024).

A pesar del gran interés de México en el desarrollo de una REI, la implementación y desarrollo de proyectos se han visto limitado por distintos factores. Por ello, se requiere de un modelo de

implementación que se adapte a las características y necesidades específicas de cada región y que garantice la aceptación de la población y otros actores importantes. En este sentido, la presente investigación busca estudiar las bases para desarrollar una REI en el estado de Baja California a partir del estado actual de los sistemas de generación, transmisión, distribución, gestión de la energía eléctrica, así como las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Con esto, se busca minimizar las posibles barreras y desafíos que puedan presentarse al implementar proyectos de REI en la región. Asimismo, los resultados obtenidos servirán como una herramienta de planeación que unifique los requisitos de los distintos programas y planes nacionales y estatales considerando las necesidades y expectativas específicas de Baja California.

1.3.Pregunta de investigación general

Las preguntas de investigación generales orientan hacia las respuestas que se buscan con la investigación (Hernández Sampieri, Fernández Collado , & Baptista Lucio, 2014). La evolución del sistema eléctrico convencional a una REI implica mejoras en la eficiencia, la confiabilidad y la seguridad del servicio eléctrico, y para ser considerada como un próximo proyecto a implementar en el SEBC surge el siguiente cuestionamiento.

¿Cuáles son los proyectos para una red eléctrica inteligente que contribuyen de manera significativa a la eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del SEBC?

1.4.Preguntas de investigación específicas

Con el objetivo de profundizar en el planteamiento del problema de la presente investigación, surgen las siguientes preguntas específicas:

1. ¿Quiénes conforman a las *partes interesadas* en el desarrollo de una red eléctrica inteligente en el SEBC y cuáles son sus *necesidades y expectativas*?
2. ¿Cuál será la postura de las partes interesadas ante los proyectos de redes eléctricas inteligentes planteados en los programas de desarrollo del sistema eléctrico?

3. ¿Cuál es el potencial de participación de las fuentes de energías renovables el desarrollo de una red eléctrica inteligente en el SEBC?
4. ¿Cuáles son los proyectos de redes eléctricas inteligentes que demuestran una viabilidad técnica y económica para el SEBC?
5. ¿Qué efecto tendrá el desarrollo proyectos de redes eléctricas inteligentes en las emisiones de GEI del SEBC?

1.5.Objetivo general

Se plantea el siguiente objetivo general:

Evaluar a nivel estratégico la implementación de proyectos propuestos en programas gubernamentales de redes eléctricas inteligentes en el SEBC mediante el uso de aspectos sociales, técnicos, económicos y ambientales para determinar el potencial de mejora en términos de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.

1.6.Objetivos específicos

Para apoyar en el cumplimiento del objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos:

1. Caracterizar las necesidades y expectativas de las partes interesadas para el desarrollo de una red eléctrica inteligente en el SEBC.
2. Evaluar el estado actual de la matriz eléctrica del SEBC en base a la satisfacción de una muestra no probabilística de usuarios pertenecientes a diferentes sectores.
3. Valorar el estado actual de las redes de transmisión y distribución eléctrica del SEBC en base a la satisfacción de una muestra no probabilística de usuarios pertenecientes a diferentes sectores.
4. Evaluar las dinámicas actuales de gestión de energía del SEBC en base a la satisfacción de una muestra no probabilística de usuarios pertenecientes a diferentes sectores.
5. Analizar la capacidad del SEBC para satisfacer la demanda eléctrica de manera confiable y continua en escenarios de alta participación de energías renovables intermitentes.

6. Comparar los efectos en la matriz energética del SEBC de los escenarios de carga y descarga de vehículos eléctricos bajo los modelos de *Dump charge* y *Smart charge-V2G*.
7. Evaluar los efectos de la integración de sistemas de almacenamiento respecto a la generación de centrales eléctricas en el SEBC.
8. Calcular el factor de emisión de CO₂ por MWh generados para el SEBC en los escenarios de proyectos de redes eléctricas inteligentes planteados en los programas de desarrollo del sistema eléctrico.

1.7.Hipótesis

Los proyectos de redes eléctricas inteligentes relacionados al almacenamiento eléctrico mediante vehículos eléctricos mejorarán 50% las dimensiones de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.

1.8.Trascendencia de la investigación

El presente estudio aborda la transición energética en el SEBC evaluando estratégicamente proyectos de redes eléctricas inteligentes incluidos en los programas de desarrollo del sistema eléctrico. Estos proyectos buscan reducir las emisiones de GEI y fortalecer la eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del sistema. La relevancia de esta investigación radica en su alineación con metas internacionales de sustentabilidad y en su potencial para influir en la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el sistema eléctrico.

El alcance integral de este trabajo abarca dimensiones sociales, técnicas, ambientales y económicas. A nivel social, se desarrolla un cuestionario que puede aplicarse periódicamente para monitorear las perspectivas de actores clave del sector eléctrico, como representantes de centrales de generación (solar, eólica, geotérmica, gas natural, diésel), instituciones de planificación y control, proyectos estatales y municipales, asociaciones empresariales, y centros educativos y de investigación. Este instrumento, basado en una escala Likert, permite evaluar aspectos clave como generación, gestión, transmisión y distribución de energía eléctrica.

A nivel técnico, se desarrolla el escenario base de simulación del SEBC en EnergyPLAN, ofreciendo una herramienta replicable y actualizable que facilita la evaluación de escenarios futuros. Este modelo será enviado para su publicación en la base de datos de EnergyPLAN del Grupo de Investigación de Planificación Energética Sostenible de la Universidad de Aalborg, reforzando su utilidad académica y práctica a nivel internacional.

Finalmente, el presente estudio no solo contribuye al desarrollo teórico del tema, sino que también se presenta como un referente práctico para futuras investigaciones y para la implementación de políticas públicas orientadas al desarrollo sustentable y la mitigación del cambio climático.

1.9. Alcance y delimitación de la investigación

El presente estudio tiene como finalidad determinar el potencial de mejora <en términos de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad> de los proyectos propuestos en programas gubernamentales de redes eléctricas inteligentes considerando aspectos sociales, técnicos, económicos y ambientales para la evaluación de proyectos de REI en Baja California mediante la aplicación de un cuestionario sobre la perspectiva de la muestra no probabilística con respecto a las variables de generación, transmisión, distribución y gestión de la energía; así como la simulación de escenarios de interacción de vehículos eléctricos, infraestructura de generación y almacenamiento de energía en el software EnergyPLAN y análisis de resultados sobre el suministro eléctrico, emisiones de GEI, consumo de combustibles y costos de generación.

La investigación está limitada temporalmente al análisis de los resultados del cuestionario obtenidos durante el periodo de diciembre de 2023 a febrero de 2024, así como el uso de demandas eléctricas utilizadas corresponden al año 2022, basadas en los datos históricos registrados por el CENACE (2023), la capacidad de generación por tipo de tecnología de Baja California al cierre de 2023 (CFE, 2023), el Plan de Expansión del SEBC (CFE, 2023), y la estimación de la penetración de vehículos eléctricos en el estado para 2022 según las proyecciones nacionales para el año 2036 (SENER, 2022). Por otro lado, el uso de otras bases de datos se limita a la información disponible teniendo como límite el periodo de 2020 a 2024, tomando como ejemplo los costos para 2020 definidos en la Base de datos de Costos y Tecnología de EnergyPLAN (Sustainable Energy

Planning Research Group, Aalborg University, 2018) y la curva de distribución horaria de precios del mercado eléctrico entre California y Baja California, obtenida a través de la API de CAISO-OASIS (GridStatus, 2024).

Espacialmente, la investigación se limita Baja California y el municipio de San Luis Río Colorado. En el caso del cuestionario, se recluta a individuos representantes de instituciones y dependencias responsables de la planificación y control del SEBC y/o del SEN (en este último, solo a directivos y/o supervisores de la región de Baja California), instituciones y dependencias de planificación de proyectos estatales y municipales, centrales de generación de energía eléctrica a gran escala, asociaciones empresariales de los sectores de alto impacto en el desarrollo tecnológico de la región; por otro lado, las simulaciones consideran exclusivamente el contexto del SEBC con interconexión con el CAISO, excluyendo interacciones directas con otros sistemas eléctricos en México.

Finalmente, aunque este estudio tiene como meta establecer recomendaciones para una transición energética más sostenible y efectiva, su aplicación práctica dependerá de factores externos como políticas públicas, financiamiento y aceptación social, los cuales quedan fuera del alcance de esta tesis.

1.10. Glosario de términos

A continuación, se presenta una serie de conceptos clave utilizados a lo largo del estudio con la finalidad de permitir una mejor comprensión del documento.

Calidad: criterio utilizado para la evaluación del SEN. Se refiere a la calidad del servicio en condiciones normales, evitando variaciones de tensión y frecuencia fuera de los límites establecidos. También se relaciona con la calidad de la potencia, que incluye el cumplimiento de parámetros como la distorsión armónica, fluctuaciones de tensión y desbalance de tensión y corriente (CRE, 2021).

Central eléctrica: se entiende como el conjunto de instalaciones y equipos utilizados para generar energía eléctrica, así como otros productos asociados, en una ubicación determinada (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Confiabilidad: criterio utilizado para la evaluación del SEN. Se entiende como la habilidad del sistema para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales bajo condiciones de suficiencia

y seguridad de despacho. Un nivel adecuado de confiabilidad se logra cuando el sistema es capaz de soportar la contingencia sencilla más severa sin incumplir las condiciones de suministro eléctrico, y cuando su infraestructura está protegida contra daños, manteniendo márgenes operativos adecuados y evita la congestión de la red eléctrica (CRE, 2021).

Continuidad: criterio utilizado para la evaluación del SEN. Se refiere a la continuidad del suministro eléctrico, minimizando las interrupciones y restableciendo el suministro en el menor tiempo posible tras un evento (CRE, 2021).

Eficiencia: criterio utilizado para la evaluación del SEN. Se refiere al desarrollo eficiente de la generación de electricidad, los servicios públicos de transmisión y distribución eléctrica, y la comercialización de electricidad; asimismo busca la eficiencia energética, que incluye el ahorro de energía eléctrica, la reducción de pérdidas en las redes, programas de demanda controlable y el uso de energías renovables (CRE, 2021).

Energía fósil: se comprende como aquellas fuentes de energía provenientes de la combustión hidrocarburos en estado sólido, líquido o gaseoso y cuya formación ocurrió a través de procesos geológicos (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Energía limpia: se identifican como aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos no superan los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias aplicables. Entre las energías limpias se consideran las siguientes: viento; radiación solar; energía oceánica; calor de yacimientos geotérmicos; bioenergéticos; metano y otros gases asociados producidos en sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros; hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible; energía hidroeléctrica; energía nucleoelectrica; energía generada por centrales de cogeneración eficiente, centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o bio-secuestro de bióxido de carbono; tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales; y otras tecnologías determinadas por la SEMARNAT (Diario Oficial de la Federación, 2014).

Energías renovables: se describen como fuentes de energía procedentes de fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales que se regeneran naturalmente y que se encuentran disponibles de manera continua o periódica, y que al ser transformadas en otros estados de energía no liberan

emisiones contaminantes (Diario Oficial de la Federación, 2015). Se consideran fuentes de energías renovables: viento; radiación solar; movimiento del agua en causas naturales o artificiales con embalses, con una capacidad menor o igual a 30 MW o una densidad de potencia superior a 10 watts/m²; energía oceánica en sus distintas formas; calor de yacimientos geotérmicos; y bioenergéticos.

Partes interesadas: se entienden como el conjunto de personas y/u organizaciones que pueden afectar, ser afectadas o percibirse como afectadas por una decisión o actividad específica (Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C., 2019).

Red eléctrica: se entiende como un sistema para la transmisión y distribución de energía eléctrica y que se encuentra conformado por líneas, subestaciones y equipos de transformación, compensación, protección, conmutación, medición, monitoreo, comunicación y operación, entre otros (Diario Oficial de la Federación, 2014).

Red eléctrica inteligente: se entiende como una red eléctrica en la que se integran tecnologías avanzadas de medición, monitoreo, comunicación y operación, entre otros, para mejorar la eficiencia, confiabilidad, calidad o seguridad del sistema (Diario Oficial de la Federación, 2014).

Seguridad: criterio utilizado para la evaluación del SEN. La seguridad busca proteger la infraestructura física del SEN contra daños ocasionados por la operación fuera de límites técnicos establecidos, así como la seguridad del personal operativo, también implica evitar sobrecargas en los elementos de transmisión y transformación, pérdidas de sincronismo entre unidades de centrales eléctricas, y garantizar la respuesta dinámica amortiguada del sistema (CRE, 2021).

Sustentabilidad: criterio utilizado para la evaluación del SEN. Se define como las acciones que garantizan las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, también se relaciona con la promoción de la generación con base en energías limpias (CRE, 2021).

Tecnología inteligente: se entienden como las tecnologías utilizadas en las redes eléctricas inteligentes para realizar procesos en tiempo real, automatizados o interactivos para optimizar la operación de las redes de transmisión y distribución, así como los aparatos y equipos de los usuarios (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Capítulo 2. Marco teórico

Las redes eléctricas inteligentes, también conocidas por su nombre en inglés *Smart Grids*, representan el siguiente paso en la evolución de los sistemas eléctricos como producto de los desafíos actuales con respecto al crecimiento de la demanda de energía, el impacto ambiental del sector eléctrico y la necesidad de mejorar la eficiencia energética. En el presente marco teórico se establecen las bases conceptuales necesarias para el desarrollo de la investigación y el cumplimiento de los objetivos establecidos. Se examina el cambio de paradigma energético que ha impulsado la evolución de los sistemas eléctricos a nivel mundial, nacional y estatal, así como la infraestructura actual en términos de generación, almacenamiento, transmisión y distribución de la energía. Asimismo, se estudia las dinámicas actuales de gestión del sector eléctrico, las redes eléctricas inteligentes y las tendencias en las investigaciones en este campo de conocimiento.

2.1. La infraestructura actual y cambio del paradigma de los sistemas eléctricos

Las primeras redes eléctricas surgieron a finales del siglo XIX como dos tipos de sistemas eléctricos: basados en corriente continua y en corriente alterna; ambos operando de forma aislada en pequeña escala distribuidos a lo largo del mundo (Edison Tech Center, 2014). Entre las décadas de 1870 y 1880 los sistemas eléctricos con mayor demanda, como aquellos donde se presentaba industria, minería y grandes zonas urbanas, utilizaban redes de corriente continua que generaban electricidad a partir de máquinas de vapor alimentadas por carbón e hidroeléctricas. Sin embargo, los grandes costos y el alto voltaje necesario para transmitir electricidad a grandes distancias en estos sistemas ocasionaron el impulso de los sistemas de corriente alterna de 3 fases para finales de 1880 e inicios de 1890 gracias a su efectividad para electrificar ciudades y regiones enteras (Edison Tech Center, 2014).

El crecimiento poblacional y de las redes eléctricas desencadena una preocupación por la comercialización de la energía eléctrica desencadenando los primeros indicios de evolución de las redes de distribución en las épocas más tempranas de las redes eléctricas con la adición de dispositivos de medición para que los operadores monitoreen y fijen los precios de sus servicios (ETHW, 2022). Asimismo, la revolución técnica, social, política y ambiental de finales del siglo XX provoca la necesidad de gestionar las nuevas dinámicas y relaciones emergentes mediante la

colaboración entre el conocimiento científico y técnico, desarrollando la idea de las redes inteligentes mediante la incorporación de las TIC's nueva tecnología de generación, almacenamiento de energía y técnicas de gestión energética dentro de las redes convencionales para transmitir energía desde las unidades de generación hasta los consumidores con mayor eficiencia, confiabilidad, calidad y seguridad (Al Khuffash, 2018).

A inicios del siglo XXI diversos países comenzaron con el estudio e implementación de redes inteligentes resultando en uno de los primeros proyectos de uso comercial desarrollado por ENEL S.P.A. en 2005 en Italia. Dicho proyecto llevaba el nombre “Telegestore” e integraba medidores de potencias electrónicos, concentradores electrónicos, funciones de comunicación PLC, gestión de la demanda de energía, gestión de la energía de la red de baja tensión, entre otras tecnologías y metodologías, ofreciendo un ahorro anual de 500 millones de euros a un coste de 1,200 millones de euros (Ma, 2010). Sin embargo, el desarrollo y evolución de las redes inteligentes no se ha dado de manera uniforme a nivel mundial, mientras los países desarrollados han realizado proyectos de gran alcance y sumamente integradores, el resto del mundo se ha limitado a avances tecnológicos puntuales de acuerdo con sus necesidades prioritarias y los limitados presupuestos.

Con el pasar de los años el número de investigaciones sobre redes inteligentes y energías renovables ha ido en aumento. Ayadi, Colak, Garip, & Bulbul (2020) revisaron el registro de investigaciones en el campo de conocimiento y descubrieron que a partir de 2010 se ha presentado un aumento de hasta 500% en el número de investigaciones sobre redes inteligentes y energías renovables en comparación a la primera década del siglo XXI. Sin embargo, para lograr la implementación efectiva de nuevos sistemas o tecnologías en las redes eléctricas existentes se necesita de políticas de apoyo, la modificación de los sistemas tarifarios y el desarrollo de marcos regulatorios eficientes que abarquen los aspectos técnicos, comerciales, económicos, fiscales y administrativos correspondientes, tal y como presenta Durán et al., (2016), en su investigación sobre el uso de la energía solar en Argentina donde demostraron que la falta de incentivos de carácter políticos y económicos limitaron el surgimiento de los sistemas fotovoltaicos distribuidos. Si bien, esta investigación se centra en la generación de energía a partir de una fuente renovable en particular, se trata de un caso recurrente en las etapas tempranas del desarrollo e innovación tecnológico. De acuerdo a Estrada (2013), se necesita el compromiso a largo plazo de los países para garantizar el desarrollo sustentable, la investigación, el desarrollo tecnológico y el aumento

de la participación de las energías renovables, especialmente en países como México donde es necesario un cambio de paradigma energético para entrar de lleno en la transición energética.

2.2. Infraestructura de los sistemas eléctricos

De manera conceptual, la infraestructura de un sistema eléctrico se compone a los tres componentes o subsistemas principales: subsistema de transmisión, subsistema de distribución y el subsistema de generación. A su vez, el sistema eléctrico puede contener otros elementos auxiliares en comparación de otras regiones del mundo o incluso en diferentes zonas de una misma infraestructura.

En México, el SEN está conformado por Centrales Eléctricas de distintas tecnologías, la Red Nacional de Transmisión (RNT) y las Redes Generales de Distribución (RGD), que hacen llegar la electricidad producida en las centrales hacia los Usuarios del Servicio Básico (USB) y Usuarios de Mercado (UM) (Canales Licona & Palacios Saldaña, 2023).

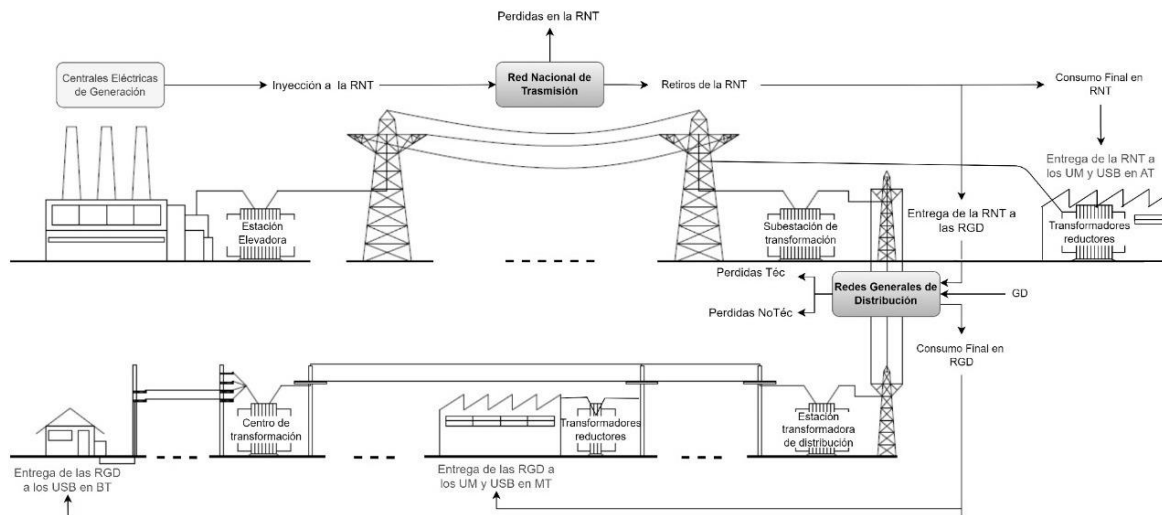


Figura 2.1. Esquema del Sistema Eléctrico Nacional.

Nota: RNT: Red Nacional de Transmisión; RDG: Redes Generales de Distribución; UM: Usuarios de Mercado; USB: Usuarios del Servicio Básico; AT: Alta Tensión; MT: Media Tensión, BT: Baja Tensión.

Fuente: (Canales Licona & Palacios Saldaña, 2023)

2.2.1. Subsistemas de generación de energía

La generación de energía eléctrica comprende una serie de procesos destinados a la producción de electricidad mediante la transformación de otras formas de energía disponibles en la naturaleza (Naciones Unidas, 2023). Las tecnologías para la generación eléctrica son numerosas, variadas y van desde fuentes de generación renovable hasta el uso de combustibles fósiles, ambos a diferentes escalas. El mayor porcentaje de la energía generada es a través de centrales productoras de gran capacidad situadas en las cercanías de fuentes de energía primaria, pero también pueden ubicarse próximas a las grandes ciudades y zonas industriales de alto consumo energético, recibiendo el nombre de generación distribuida y que, al estar conectadas a las redes de distribución, puedan inyectar el exceso de generación a la red sin superar la capacidad del sistema para absorber dicho excedente (Levy, Messina, & Contreras Lisperguer, 2021).

Históricamente el sector eléctrico se ha posicionado como uno de las mayores emisiones de GEI debido al uso de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas, ya que son responsables de más del 75 % del total de emisiones de GEI globales y cerca del 90 % de todas las emisiones en dióxido de carbono. Sin embargo, también desempeña un papel importante en la transición a cero emisiones a través de la incorporación de las energías renovables dentro de la matriz energética (Naciones Unidas, 2023). Para 2019 el 63% de la energía generada a nivel mundial fue mediante el uso de combustibles fósiles, mientras que el 27% de la energía fue generada a partir de fuentes renovables (principalmente hidroenergía con el 16%; eólica y solar 8% y 3% biomasa y geotermia) y 10% a partir de gas natural. Mientras que, en ese mismo año, en América Latina y el Caribe se genera cerca del 6% de la energía total mundial, además de ser la región con un mayor porcentaje de participación de las energías renovables con un 58.5% incluyendo la generación hidroeléctrica y otras renovables, mientras que el 39.27% corresponden a combustibles fósiles y 2.19% a energía nuclear (OLADE, 2020). En cuanto a México, la generación eléctrica de 2019 fue de 324 TWh; más del 72% producida a través de combustibles fósiles, 24% a partir de fuentes renovables (hidroenergía, eólica, biogás, solar y geotermia) y el resto con nuclear (OLADE, 2020). Sin embargo, para 2021 SENER (2022) reporta un incremento de la participación de los combustibles fósiles para la producción eléctrica alcanzando el 82.53%, mientras que la generación a partir de fuentes renovables solo participa con un 17.47% (geotérmica, eólica, fotovoltaica).

2.2.2. Subsistemas de transmisión energía

Los sistemas de transmisión son aquellos que permiten transportar la energía desde el sitio de producción hasta los usuarios y se conforma, principalmente, por las líneas de transmisión y subestaciones, donde las líneas de transmisión o de alta tensión pueden ser aéreas (más comunes) o subterráneas y las subestaciones eléctricas son las instalaciones encargadas de realizar transformaciones de la tensión, de la frecuencia, del número de fases o la conexión de dos o más circuitos (Levy, Messina, & Contreras Lisperguer, 2021). En los grandes sistemas es habitual la interconexión redundante entre sistemas, o incluso la conexión en anillo, siendo la manera en la que se forma una red de alta fiabilidad, pero al mismo tiempo de alta complejidad (Conecta, 2022).

En México, el servicio eléctrico inicia con una línea de transmisión de 60 kV entre la planta hidroeléctrica de Necaxa y la ciudad de México, lo que constituye en aquel momento la tensión más elevada en el mundo, y con el pasar de los años las tensiones de transmisión subieron en todo el mundo: en 1913 las tensiones de transmisión subieron a 150 kV, en 1923 a 220 kV, y en 1935 a 287 kV, en Estados Unidos, en 1952 entra en servicio un sistema de 400 kV en Suecia, en 1958 uno de 500 kV en la Unión Soviética y en 1965 una línea de 735 kV en Canadá, hasta llegar a la actualidad donde las tensiones más altas en servicio son del orden de 1,000 kVCA (Armengol, 2020). Actualmente, la Red Nacional de Transmisión (RNT) se compone por el conjunto de equipos, materiales y sistemas coordinados e instalados en 2,236 subestaciones eléctricas de potencia (con tensiones 69 kV) que cuentan con una capacidad de transformación instalada de 164,000 MVA y 110,000 km de líneas de transmisión soportadas en 355,000 torres de transmisión distribuidas a lo largo del territorio nacional en respuesta de la densidad poblacional, formando un sistema complejo y una debilidad eléctrica en algunos nodos eléctricos, muchos ubicados en sitios seleccionados para generación variable (eólica y solar) sin haberse percatado de la debilidad de la red en el nodo de interconexión, que únicamente podrá ser superada aplicando cuantiosas inversiones de manera inteligente y modificando la regulación actual aplicable a generadores y Transportista. Otra problemática presente es la armonización y coordinación de los dispositivos conectados a la red de transmisión: medios de comunicación por onda portadora, microondas, radio, fibra óptica; equipos de protección electromecánicos, de estado sólido, microprocesados; equipos de medición mecánicos, analógicos, digitales, fasoriales; sistemas de adquisición de datos (SCADA, SICLE, SISCOPROM, SAS), automatismos y esquemas remediales de autodefensa que,

conforme la red de transmisión se ha venido extendiendo a lo largo de los años, se han incorporado una vez que cada tecnología ha probado su aptitud y economía (Yadav, 2018).

2.2.3. Subsistemas de distribución de energía

Las redes de distribución es la etapa final de la infraestructura eléctrica que distribuye la energía eléctrica desde las subestaciones conectadas a la red de transmisión o de subtransmisión a los hogares, la industria y otros usuarios finales (Levy, Messina, & Contreras Lisperguer, 2021). Aunque el rango de las tensiones en las dos etapas de las redes de distribución puede variar según las necesidades específicas de cada red eléctrica. Las redes de distribución en media tensión urbanas son generalmente malladas y cubren la superficie de los centros de consumo (poblaciones, polos industriales etc.), mientras en las zonas rurales dichas redes suelen explotarse de forma radial y son de mayor longitud que las urbanas. Por otro lado, en baja tensión suelen ser explotadas de forma radial (Levy, Messina, & Contreras Lisperguer, 2021). En México, la distribución eléctrica inicia a la par con la transmisión eléctrica como parte de la infraestructura necesaria para ofrecer el servicio eléctrico. Este sistema comienza en los transformadores eléctricos reductores, donde finalizan las líneas de transmisión y se reduce el voltaje a niveles mayores de 1 kV y menores a 69 kW para redes eléctricas de media tensión, e igual o menor a 1 kV para redes de baja tensión (SENER, 2022).

2.3. Gestión del sector eléctrico

En México, el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), un organismo público descentralizado, es el encargado del control operativo del SEN, la operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y de garantizar imparcialidad en el acceso a la RNT y a las RGD. Además, este organismo es el responsable de la formulación de los programas de ampliación y modernización de la RNT y de las RGD, los cuales en caso de ser autorizados por la secretaria de Energía (SENER) se incorporan al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) (CENACE, 2023).

Hoy en día, la planificación de SEN es un proceso probabilístico donde el CENACE realiza el modelado electrotécnico, con base en un programa indicativo de adición de generación y los refuerzos de la red de transmisión parecen determinados exclusivamente bajo criterios del operador del sistema, sin que éstos hayan sido transparentados para el escrutinio del regulador, lo

cual con frecuencia da lugar a escenarios inadmisibles. Un diseño coherente del SEN debiera apoyarse en cuatro grandes pilares: diversificación del portafolio de proyectos de generación para la incorporación de fuentes alternas de energía; estudio, análisis y seguimiento de tecnologías emergentes, incluyendo entre otras: electromovilidad y autoconsumo, almacenamiento masivo de energía, generación por fusión nuclear y generación con hidrógeno como combustible primario; programas de eficiencia energética; y profundizar el desarrollo de estándares que aseguren el respeto al consumidor en cuanto a calidad, funcionalidad y desempeño de equipos y sistemas (Armengol, 2020). Es necesario la participación de todas las partes interesadas en el diseño sustentable del sistema eléctrico, con objetivos alcanzables y metas específicas para evitar la vulnerabilidad del SEN.

2.4.Las redes eléctricas inteligentes

Hasta el momento de la elaboración del presente trabajo de tesis no existe una definición única para describirlas; algunas definiciones disponibles son:

- La LIE de México en su artículo 3, fracción XXXIV, define a la REI como aquella que integra tecnologías avanzadas de medición, monitoreo, comunicación y operación, entre otros, con la finalidad de mejorar la eficiencia, Confiabilidad, Calidad o seguridad del Sistema Eléctrico Nacional (Diario Oficial de la Federación, 2014).
- La Plataforma Tecnológica Europea define a la REI como una red eléctrica que puede integrar de manera inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a ella <generadores, consumidores y aquellos que hacen ambas cosas> para entregar eficientemente suministros de electricidad sostenibles, económicos y seguros (Ekanayake, Jenkins, Liyanage, Wu, & Yokoyama, 2012).
- El Departamento de Energía de EE. UU. Define a la REI como aquella que utiliza tecnología de comunicaciones digitales, sistemas de información y automatización para detectar y reaccionar ante cambios locales en el uso, mejorar la eficiencia operativa del sistema, y a su vez, reducir los costos operativos mientras mantiene una alta confiabilidad del sistema (Campbell, 2018).
- Mani Vadari (2018) en su libro “Red inteligente redefinida: transformación de la empresa de servicios eléctricos” define a las redes inteligentes como una red eléctrica modernizada, una infraestructura de transmisión y distribución confiable y segura que pueda satisfacer el

crecimiento de la demanda en el futuro, mientras responde de manera inteligente al comportamiento y las acciones de todos los usuarios de energía eléctrica conectados a ella, entregando energía de manera confiable, eficiente, económica, y de manera sostenible.

Es posible identificar elementos en común entre las diversas definiciones presentadas, sin embargo, cada una de las definiciones responde a las necesidades y expectativas de sus respectivos contextos. Con el fin de cumplir con la normativa aplicable al caso de estudio, se considera como definición principal la dispuesta por la LIE, además de considerar como elementos clave en una REI en los sistemas de transmisión y distribución, infraestructura de comunicación y seguridad.

Surge una problemática similar en cuanto a los componentes de una red eléctrica ya que, además de los componentes básicos de la infraestructura eléctrica, se adiciona una amplia variedad de tecnologías y redes de comunicación para gestionar la generación, transmisión y distribución de energía. Sin embargo, se pueden considerar como elementos de una REI todos aquellos dispositivos y métodos individuales que trabajen dentro de la infraestructura eléctrica para aumentar la eficiencia, la confiabilidad, la resiliencia y la estabilidad de la red a la par de permitir la gestión holística de la red (BLACKRIDGE, 2022).

Tabla 2.1. Principales componentes de una red eléctrica.

Principales tecnologías y sistemas	Descripción
Previsión avanzada de la demanda	La previsión avanzada de la demanda, mediante técnicas de análisis de datos y aprendizaje automático, informa sobre el consumo anual y precios horarios eléctricos. Además, el pronóstico sirve para detectar intrusiones cibernéticas en medidores inteligentes de electricidad.
Infraestructura de medición avanzada (AMI)	AMI integrado de redes de comunicación, sistemas de gestión de datos y medidores inteligentes para mejorar el servicio al cliente, la eficiencia energética y gestión de costos mediante la comunicación bidireccional con los clientes y las empresas de servicios públicos, permitiendo beneficios como la detección eficaz de cobros en efectivo y robos, la detección de fallos

	e interrupciones, las mediciones de pérdidas y la fijación de precios basada en el tiempo.
Big Data	El análisis de Big Data se desempeña para mejorar la utilización de los activos, la eficiencia, la fiabilidad y la estabilidad del sistema, así como para evaluar grandes volúmenes de datos no estructurados. Además, facilita la reducción de costos, distribución de recursos y mejora el servicio al cliente.
Recursos Energéticos Distribuidos (DER)	Los recursos de energía distribuida (DER, por sus siglas en inglés) como vehículos eléctricos, paneles solares, pequeños generadores alimentados con gas natural y cargas controlables, entre otros, proporcionan energía y mejoran la confiabilidad local, al tiempo que mejoran la estabilidad de la red y la utilización de combustible en el sitio.
Monitoreo de carga no intrusivos (NILM)	El monitoreo de carga no intrusivo (NILM) identifica el consumo individual de energía de los hogares y las instalaciones industriales. Descompone el consumo total de energía en componentes y proporcionar información de diagnóstico es útil para identificar los aparatos que consumen energía o funcionan mal. Con esto, los consumidores pueden administrar los gastos de energía.
Del vehículo a la red (V2G)	La tecnología de vehículo a red (V2G) transfiere la energía no utilizada de las baterías de los vehículos eléctricos a la red para equilibrar los picos de consumo de electricidad y reducir las sobrecargas de la red en horas pico.

Fuente: (BLACKRIDGE, 2022).

2.4.1.1. Tendencias en el campo de la investigación

Las redes inteligentes se alzan como un tema complejo al incorporar diversos ámbitos tecnológicos, y extenderse por las dimensiones política, social y económica. Considerando esto, se han formado distintos **enfoques** para estudiar las redes inteligentes. Mientras diversos autores han optado por analizar una cantidad reducida de los elementos de una REI para cubrir necesidades específicas de sus casos de estudio, otro nicho de investigadores opta por estudiar de manera integradora a las redes inteligentes, sus componentes, implementación, evolución, etc.

Para el diseño de un modelo de desarrollo de REI resulta pertinente considerar ambos enfoques con el fin de considerar el mayor número de variables al crear una propuesta metodológica eficiente que permita prever posibles retos y dificultades.

2.4.1.1.1. Enfoque puntual

Las investigaciones desarrolladas bajo un enfoque puntual se encuentran sumamente ligadas al contexto en que son desarrolladas, optando por solucionar o mitigar necesidades tales como seguridad, modelos de mercado, comunicación, monitoreo, gestión, etc.

Con el objetivo de anticipar las vulnerabilidades y colapsos de energía, los investigadores Colak, Bayindir, & Sagioglu (2020) proponen la implementación de una REI y el uso eficiente de energía. Sin embargo, al considerar a la REI como un proceso evolutivo que no puede ser establecida en un solo paso, los autores optaron por destacar los efectos de las tecnologías de redes inteligentes en las redes nacionales. Los autores consideran que la conversión de la red clásica en una REI brinda beneficios para todas las partes interesadas con la creación de nuevas áreas comerciales, proporcionar mayor eficiencia, menores pérdidas, precios flexibles para los consumidores, electricidad segura y sostenible, así como una infraestructura robusta y digitalizada; siendo las partes interesadas tales como firmas financieras, fabricantes, organizaciones de I+D, consumidores, empresas de servicios eléctricos, agencias de protección ambiental, organismos reguladores y operadores de sistemas independientes.

La evolución de las redes tradicionales en redes inteligentes implica el surgimiento de nuevas necesidades. Con la entrada de nuevos agentes en el mercado energético surge la necesidad de adoptar nuevos modelos de mercado. Actualmente existen distintas opciones de modelo de mercado que responden a diferentes características y necesidades. Los autores Faerber, Balta-Ozkan & Connor (2018) identifican y describen cuatro elementos a considerar para lograr una implementación exitosa de un nuevo modelo de mercado para una REI inmersa en una economía baja en carbono:

1. Una colaboración más estrecha entre los Operadores de los Sistemas de Transporte (por sus siglas en inglés, TSO) y los Operadores de los Sistemas/Redes de Distribución (por sus siglas en inglés, DNO/DSO).

2. La instalación de medidores inteligentes para la recolección de datos sobre la contribución y utilización de la red de cada usuario.
3. Intensificación de la cooperación entre los proveedores y los DNO/DSO para traspasar la señal de precio en la factura eléctrica.
4. Un marco legislativo para facilitar la gestión e intercambio de datos, así como la comunicación entre las partes interesadas.

Considerando esto, los autores proponen un mecanismo de fijación de precios que consista en un cargo por servicio combinado con un elemento de precio máximo, un cargo fijo incrementado y un impuesto general. Sin embargo, resaltan que esta propuesta requiere de más investigaciones para simplificar la factura eléctrica para el consumidor o para establecer prácticas para educar a los clientes sobre opciones de tarifas más complejas.

Otro modelo de mercado es presentado por los autores Paudel, Sampath, Yang & Gooi (2020) quienes presentan el “Comercio de Energía entre pares”, en inglés “Peer-to-peer” (P2P), incorporando un mecanismo de compensación para un mercado descentralizado con la finalidad de considerar la privacidad de los agentes, las pérdidas de energía y tarifas de utilización de la red, siendo propiedad de terceros, que consideren un enfoque basado en la distancia eléctrica. Los autores consideran que este modelo permitiría ajustar los precios de la electricidad y la generación/demanda para maximizar el bienestar social y lograr el equilibrio entre oferta y demanda en el mercado, además de representar una ventaja en términos de convergencia y escalabilidad del mercado eléctrico en comparación de otros modelos evaluados.

Con la finalidad de analizar el comportamiento de la gestión eléctrica inteligente basado en la combinación de almacenamiento y energía alternativa mediante un algoritmo de optimización, el autor Murillo Rodríguez (2020) investiga sobre arquitectura de NanoGrids y Sistemas de Administración Energética Residencial (REMS), define la estructura de una NanoGrids, esquematiza y define la arquitectura de REMS. Posteriormente desarrolla un sistema de optimización para la NanoGrid propuesta y sintetizaron el algoritmo de dicho sistema. Por último, realizaron la medición y validación del algoritmo en diferentes casos de uso. El autor concluye que la aplicación del sistema fotovoltaico y algoritmo de optimización permite minimizar el costo energético proveniente del caso de estudio, una empresa distribuidora, y lograr un ahorro de hasta el 86%. Si bien el autor aprueba el funcionamiento del algoritmo, para futuras investigaciones

recomiendan extender la optimización incorporando la entrega de energía a la red para nuevos análisis del algoritmo.

El monitoreo de las redes inteligentes puede ser realizado por distintos sistemas y dispositivos, siendo el más representativo el monitoreo o medición inteligente, y que puede ser aprovechado en otras áreas tales como comunicación y seguridad. La autora Francesca Pilo (2021) analiza la medición inteligente como un dispositivo de seguridad para proteger la infraestructura y los ingresos y navegar en relaciones complejas enmarcadas por desigualdades socioeconómicas y soberanía urbana, vinculada al estado y control territorial no estatal (criminal). Para ello, determina el estado actual de las ciudades de Kingston (Jamaica) y Río de Janeiro (Brasil) y evalúa los resultados obtenidos de la instalación de sistemas de medición inteligente (AMI) en distintos sectores poblacionales, de 2000 a 2019-2020 en ambas ciudades, considerando factores de seguridad, política y sociales. Su investigación demuestra que, en ambas ciudades, la medición inteligente brinda la oportunidad de proteger la infraestructura y los ingresos, reducir pérdidas, gestionar comportamientos fraudulentos, y navegar entre relaciones complejas marcadas por desigualdades socioeconómicas e intentos cambiantes de ganar dominio territorial.

De manera individual, la seguridad de las redes inteligentes ha sido abordada enfocándose en la seguridad física, digital o ambas. Debido a que la seguridad física es un elemento presente en las redes convencionales, las investigaciones más recientes se basan principalmente en fortalecer la seguridad digital. Los autores Wang & Govindarasu (2020) presentaron un diseño basado en múltiples agentes para mejorar la resiliencia cibernética del Sistema de Protección de Integridad (SIP) y aumentar su conciencia situacional y autoadaptabilidad. Los autores propusieron una estrategia de rechazo de carga adaptativa para mitigar los ataques de denegación de servicio dirigidos al esquema de deslastre de carga. En base a sus experimentaciones, mostraron que el SIP propuesto puede detectar estados anormales de operación de la red y luego ajustar sus acciones correctivas en consecuencia para adaptarse a las situaciones de ataque.

La comunicación y la seguridad tienden a integrarse como objeto de estudio en diversas investigaciones debido a la alta correlación de ambos temas debido a la compleja y continua comunicación multidireccional entre los participantes de las redes inteligentes, así como por el flujo bidireccional de energía a través de su infraestructura. Por ejemplo, los investigadores Liu, Weng, Yang, Chen & Lin (2019) crearon un modelo de REI basado en “fog computing” y

presentan un esquema eficiente y de preservación de la privacidad que admite la comunicación de agregación y la consulta de funciones en función del modelo propuesto. Para ello, utilizaron nodos de niebla masivos distribuidos geográficamente y un servidor de nube centralizado para lograr una comunicación de baja latencia y almacenamiento de datos de electricidad, permitiendo que el proveedor de servicios inicie varias consultas de funciones sobre los datos de uso encriptados, lo cual es necesario para sus servicios (por ejemplo, la facturación), al tiempo que permite a los usuarios tener el control de sus propios datos.

Wang, Chen & Guo (2020) buscaron estudiar el problema de coordinación de carga de vehículos híbridos enchufables y eléctricos en una arquitectura de red distribuida o inteligente con el fin de para aliviar la escasez de energía y la degradación ambiental. Para analizar los factores clave para determinar un modelo de sistema de carga, los autores evaluaron la potencia de carga, demanda, tiempo de carga de un vehículo eléctrico y el problema de optimización convexo con múltiples restricciones. Con esta información, los autores proponen una estrategia de carga óptima de dos capas para resolver el problema de optimización. La capa superior utiliza un algoritmo de programación basado en la gestión de la demanda, y en base a esto, la capa inferior aplica un algoritmo de optimización iterativo. Una vez con el modelado matemático del vehículo eléctrico y del contrato o estrategia de carga óptima, los autores realizan la simulación de los sistemas en MATLAB. Concluyen que la estrategia de carga óptima propuesta mantiene al mínimo la fluctuación de la curva de carga de la fuente de alimentación del transformador de la red eléctrica, logra el costo mínimo de carga de cada usuario de vehículo eléctrico, al mismo tiempo que satisface las necesidades de carga del usuario. Los autores recomiendan orientar las futuras investigaciones a escenarios de gran escala con muestras aleatorias de vehículos eléctricos conectados a la red.

En cuanto a la planeación política de las redes inteligentes, los autores Jegen & Philion (2018) analizan el sector eléctrico en la provincia canadiense de Quebec mediante el modelo Kingdon, una herramienta heurística utilizada para mapear el estado actual de su sector eléctrico basado en sus múltiples corrientes: problemática, soluciones y política. Los autores destacan la importancia de incentivar la reforma del sector eléctrico para lograr el desarrollo de una REI; la importancia de evitar el desarrollo de monopolios económicos y políticos; e incentivar la participación de empresarios de políticas.

Otro estudio referente a la esfera política de las redes inteligentes fue realizado por el autor Anthony M. Levenda (2018) quien examina la relación entre la experimentación urbana y las movilidades políticas para comprender cómo los proyectos tienen un significado más amplio para la gobernanza climática y el desarrollo urbano. Para ello analiza 3 casos de estudio, las redes inteligentes de Austin, Texas; Boulder, Colorado; y Chicago, Illinois; utilizando un enfoque de movilidad política aplicado en el estudio de proyectos relacionados con el Cambio Climático. Realiza la recolección de datos de 2014 a 2016 de los casos de estudio y 33 entrevistas semiestructuradas a funcionarios públicos, ingenieros y defensores ambientales sin fines de lucro. Su estudio destaca tres áreas importantes a tratar sobre la energía urbana y la gobernanza climática:

1. La necesidad de ir más allá de las entidades institucionales de la gobernanza urbana e incluir un conjunto más amplio de prácticas y actores.
2. El enfoque de las geografías de la producción de conocimientos y la experiencia.
3. La necesidad de centrarse en la materialidad de conjuntos de políticas particulares.

Además, comparando los tres casos de estudio Levenda concluye que los proyectos que no se encargan de fortalecerse en los 3 elementos fundamentales (usuario, plataforma de desarrollo y epistemología) tienden a obtener resultados limitados tales como: no producir beneficios visibles, rechazo social, abandono de proyectos tecnológicos, etc.

Para analizar las barreras e impulsores de las políticas de redes inteligentes a lo largo del mundo, los autores Brown, Zhou & Admadi (2018) analizan los objetivos y rutas de desarrollo político de redes inteligentes de Estados Unidos, Italia, Reino Unido, Japón, Corea del Sur, China, India, Brasil, Malasia, Tailandia, Irán, Egipto y África. Además, realizan una comparativa de las políticas de privacidad de datos y ciberseguridad de Europa y Asia, así como una recopilación de esfuerzos estatales y locales de Estados Unidos. Los autores concluyen que es necesario implementar políticas de apoyo para lograr el despliegue rápido y generalizado de la tecnología de redes inteligentes: medidores inteligentes, vehículos eléctricos, energías renovables y eficiencia energética. Además, consideran que, para incentivar las inversiones, es necesario solucionar los problemas relacionados con la naturaleza transfronteriza de la infraestructura eléctrica.

Sierra Delgado, Laguna Belman & Rodríguez Villalón (2019) buscaron analizar los efectos técnicos y económicos del uso, diseño y aplicación de paneles fotovoltaicos que operan bajo un

esquema de REI mediante el cálculo de la capacidad del sistema fotovoltaico con almacenamiento de energía y conexión a la red en el caso hipotético de 5 usuarios residenciales de acuerdo con el consumo de los componentes instalados. Recolectaron las características de consumo horario, perfil de demanda, rendimiento del panel fotovoltaico, rendimiento de la batería y realizaron un análisis de tarifa eléctrica. Realizan el estudio de factibilidad técnica y económica a partir del indicador Retorno de Inversión (ROI), y proponen el uso de tarifas dinámicas a partir de las tarifas de CFE e interpolación. Además, abordan de manera introductoria la capacidad de la red de distribución a través del cálculo de la capacidad de integración del sistema eléctrico o “Hosting Capacity”. Los autores identifican que el sistema fotovoltaico combinado con el uso de tarifas dinámicas alcanza un ROI del 72.87%, mientras que utilizando tarifas dinámicas el ROI apenas alcanza el 40.27%. Además del uso de tarifas dinámicas, los autores atribuyen el aumento del ROI y de otros beneficios a la capacidad de flujo bidireccional de energías de las redes inteligentes. Además, concluyen que existe un alto potencial para llevar a cabo este tipo de proyectos en México y propusieron explorar en futuras investigaciones la capacidad de la red eléctrica para incluir un determinado número de generación alterna en dicha red (“hosting capacity”).

2.4.1.1.2. Enfoque integrador

Las investigaciones desarrolladas bajo un enfoque integrador es posible identificar tres vertientes: evaluación de retos y oportunidades de las redes inteligentes; desarrollo y planificación de redes inteligentes; y metodologías para la evaluación integral de las redes inteligentes.

Una investigación enfocada a analizar los retos y oportunidades de las redes inteligentes fue realizada por Anand & Navío-Marco (2018) quienes, centrándose en aspectos políticos y económicos, examinan la evolución de la “inteligencia en las ciudades”, las formas en que las políticas y los modelos se combinan para adaptarse a nuevos contextos y el papel potencial que pueden desempeñar para mejorar la participación ciudadana y mejorar el bienestar. Los autores identifican los principales desafíos de las ciudades inteligentes en el área de política y economía. Las actividades de investigación partieron de 3 enfoques o modelos de ciudades inteligentes: Índice Europe, Indicadores CITYkeys y los Indicadores United For Smart Sustainable Cities. Los desafíos políticos y económicos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2.2. Desafíos políticos y económicos de las redes inteligentes.

Política	Economía
• Desempeño económico • Servicios centrados en el ciudadano • Exclusión social • Desempeño ecológico • Interacción con el gobierno electrónico • Eficiencia y colaboración • Visión integral • Inclusión digital • Planificación espacial y económica • Participación ciudadana	• Incorporación de nuevos actores corporativos y la confianza del público. • Necesidad de una guía para nuevos proyectos • Necesidad de instituciones reguladoras en el mercado • Obstáculos para la innovación y crecimiento • Desempleo y falta de capacitación • Restricciones financieras y modelos de negocio desactualizados

Fuente: Anand & Navío-Marco, 2018.

La investigación de Anand & Navío-Marco culmina en una propuesta de marco de Gobernanza Inteligente, que considera los retos anteriormente mencionados y el surgimiento de nuevas responsabilidades y los resultados esperados; dicho marco se conforma por cuatro áreas de dominio: gobernanza de la red de ciudades; conectar la gobernanza nacional y provincial con la gobernanza de ciudades inteligentes; gobernanza de toda la ciudad; y gobernanza de mercado de las ciudades inteligentes.

Del mismo modo, la investigación realizada por Salkuti (2020) presenta una revisión exhaustiva y detallada de los desafíos, problemas y oportunidades para el desarrollo de redes inteligentes a nivel local, regional y global. Algunos desafíos identificados incluyen la interoperabilidad (vehículos eléctricos y la red eléctrica, electrónica en cada etapa de la red y tecnología de distintos proveedores), la comunicación de la red (seguridad, confiabilidad, rendimiento y control de datos), la respuesta a la demanda (tecnología y programas de respuesta), el almacenamiento de energía y la gestión de las redes de distribución (dispositivos de automatización, estándares y protocolos, métodos de simulación, sensores de alta resolución y bajo costo, sistemas de generación distribuida). Además, informa sobre las oportunidades locales, regionales, nacionales y globales para el desarrollo de redes inteligentes a partir de información de institutos de investigación de Estados Unidos, China, Europa e India.

Tabla 2.3. Oportunidades de las redes inteligentes.

Escala	Oportunidades
Local	• Sistemas de comunicación integrada • Métodos de monitoreo avanzado • Tecnología de detección y medición para facilitar: fijación de precios, monitoreo remoto y gestión de demanda • Componentes avanzados (almacenamiento, superconductividad, electrónica de potencia)
Regional y nacional	• Resistencia a ataques y auto reparación • Proporcionar energía de mayor calidad • Reducción de interrupciones • Motivar la participación de los consumidores • Alternativas de generación y almacenamiento de energía
Global	• Mercados energéticos • Mayor penetración de los recursos de energías renovables

Fuente: Salkuti, 2020.

Si bien se considera que la REI es el resultado natural de la evolución de la red convencional, crear un marco para su desarrollo garantiza un progreso eficiente y de amplio alcance. Sin embargo, para la planificación de dicho marco de desarrollo debe considerar las características del lugar de estudio o trabajo. Un caso de estudio se presenta en el trabajo de los autores Archana, Shankar, & Singh (2022) quienes definen los elementos que podrían ser facilitadores para el desarrollo de la REI de India. Para analizar los componentes de la REI, los autores realizaron encuestas, entrevistas y talleres con académicos, investigadores y expertos de la industria del sector eléctrico. Utilizaron un enfoque integrado de Metodología de Sistema Blando (SSM), análisis temático y mapeo cognitivo difuso para comprender mejor las complejas interacciones entre las partes interesadas. Su investigación revela que el desarrollo técnico junto con la aceptación del consumidor es un factor crucial para la implementación eficaz de la REI.

En 2017 se realiza una revisión de los antecedentes de desarrollo y el estado de la infraestructura de las redes inteligentes en varios países, pertenecientes a la OECD (Estados Unidos, Reino Unido y Japón) y no pertenecientes (China) dirigida por los investigadores Zhang, Chen, & Gao (2017), su objetivo fue crear una hoja de ruta para los legisladores nacionales y las compañías eléctricas que puedan guiar el desarrollo de redes inteligentes, considerando que cada país tiene sus propios modos de mercado de la electricidad y su situación energética básica. Los autores concluyeron que los ecosistemas de evolución, el desarrollo de nuevas tecnologías, el ajuste de políticas y de

mecanismos de mercado, y la formación de estándares son indispensables para el desarrollo de las redes inteligentes y que las redes inteligentes de América y Europa, aquellas que muestran una mayor madurez, se orientan a la aplicación de tecnología inteligente, abordando los desafíos de producidos por la integración de las energías renovables; la REI de Japón es aquella que brinda mayor experiencia en la creación de nuevos modelos comerciales; y la REI de China es un ejemplo de red centralizada y con grandes avances en sistemas de transición de voltaje ultra alto. Además, consideran que un reto universal para las redes inteligentes es la falta de estándares y mecanismos claros, lo que restringe la integración de tecnología y, por ende, dificulta las inversiones y desarrollo, por lo que recomiendan fomentar el desarrollo de estándares internacionales para redes inteligentes.

Una opción para resolver el problema de diseño de redes inteligentes sostenibles que considere simultáneamente la economía, medio ambiente y sociedad fue presentada por Tsao, Thanh & Lu (2019). Utilizando un enfoque de programación estocástica difusa robusta multiobjetivo, los autores determinan el número, ubicación y la capacidad óptima de las unidades de generación distribuida renovable, la tarificación dinámica de la electricidad y la programación de recursos energéticos de una REI sostenible; tomando como caso de estudio el sector residencial de una compañía eléctrica vietnamita. Su investigación dio como resultado un modelo de programación para determinar simultáneamente las decisiones estratégicas y tácticas de diseño de unidades de generación distribuida renovable considerando los elementos anteriormente mencionados y que permite incorporar múltiples redes principales y redes de generación distribuida en la red. Además, concluyeron que la integración de la respuesta de la demanda y estrategias de precios dinámicos logra un ahorro de costos ambientales y sociales del 3%.

Para evaluar la posibilidad de introducir de manera generalizada la REI en el mercado energético de Ucrania donde los principales equipos y equipos auxiliares presentan un alto nivel de desgaste y una distribución desigual de la carga en la red, los autores Pliuhin y Teterev (2021) parten de un análisis del estado actual del sistema energético de Ucrania y determinan la matriz energética de la región, longitud y estado de las líneas de transmisión y distribución, y capacidad técnica de la mano de obra disponible. Posteriormente, proponen y evalúan tres escenarios alternativos para la implementación de REI en Ucrania:

- Escenario de seguimiento e implementación puntual de determinadas tecnologías de REI.

- Escenario de desarrollo de competencias existentes y creación de nuevas en el campo de redes inteligentes.
- Escenario de desarrollo e implementación de un programa nacional integral de desarrollo innovador de energía eléctrica sobre la base de REI, basado en:
 - Eficiencia energética
 - Fiabilidad y seguridad
 - Tecnología avanzada: FACTS, superconductividad, nanomateriales, etc.
 - Teoría y métodos de gestión de grandes sistemas energéticos
 - Sistemas y tecnología de la información
 - Supercomputadoras, sistemas y algoritmos de cómputo paralelos.

Los investigadores concluyen que la introducción generalizada de la REI en Ucrania no representa una solución inequívoca y efectiva, en cambio recomiendan optar por alguno de los escenarios propuestos, y de los cuales mostraron sus ventajas y desventajas. El primer escenario permite una comprensión del proceso de desarrollo de las redes inteligentes y la posibilidad de aplicar los resultados puntuales a nivel nacional, permitiendo una reducción de los costos de inversión en desarrollo tecnológico. Pero representando una mayor pérdida de puestos clave en la innovación y desarrollo energético, limitando el desarrollo tecnológico de Ucrania y consolidando una brecha tecnológica y dependencia de importación de tecnología. El segundo escenario implicaría la promoción del desarrollo individual y conocimiento tecnológico, a la par de reducir las importaciones en la industria. Pero se pronostica que en 10-15 años este escenario desarrolle direcciones separadas de ciencia y tecnología que no se unirían para el desarrollo de la REI. Debido a su naturaleza, el tercer escenario representaría beneficios en distintos ámbitos:

- Beneficios tecnológicos
 - Ucrania podría desarrollar sus propias direcciones en ciencia y tecnología bajo el concepto de REI
 - Garantizar la unidad de normas y la compatibilidad de la tecnología
 - Un enfoque equilibrado, extensivo e intensivo para el desarrollo de la REI
- Beneficios políticos
 - Posicionarse como líder en seguridad energética de Ucrania
 - Posicionarse como líder en el progreso científico y tecnológico

- Garantizar el desarrollo innovador del sector energético de Ucrania
- Beneficios sociales
 - Inversión en el desarrollo de la industria y ciencia nacional
 - Creación de nuevos empleos en el ámbito de REI
 - Nuevos mercados para la venta y exportación de tecnologías y bienes
 - La liberación de recursos para el desarrollo de otros sectores económicos

Siendo la principal desventaja del tercer escenario su complejidad, los autores consideran que puede ser abordada al definir:

- La visión estratégica del futuro energético de Ucrania
- Los principales requisitos y prioridades de los sistemas energéticos domésticos basado en el concepto de REI
- Las principales direcciones de desarrollo y componentes de todos los elementos del sistema energético: generación, transmisión, distribución, comercialización, consumo y despacho.

Una evaluación exhaustiva de las redes inteligentes es fundamental para su desarrollo. La multidimensionalidad de las redes inteligentes hace que sea difícil evaluar la efectividad de su implementación; ya que deben ser considerados los aspectos técnicos, tecnológicos, económicos y otros aspectos relevantes del desarrollo de las redes inteligentes dentro de un solo sistema de evaluación (Lyulyov, y otros, 2021). Actualmente hay un número significativo de investigadores que han propuesto modelos de evaluación de redes inteligentes. Sin embargo, no existe un consenso mundial sobre una metodología de evaluación integral de las redes inteligentes.

Varios investigadores consideran que los sistemas tecnológicos pueden ser los de menor complejidad en el proceso de evaluación de redes inteligentes al poder utilizar simuladores. Los autores Yassine & Boumediene (2020) proponen una metodología de evaluación basada en el modelado y simulación de cada uno subsistemas involucrados en la REI: Abastecimiento de energía (parque fotovoltaico, parque eólico, demanda de carga de energía), REI propuesta (casas inteligentes, industria, industria pesada); incorporando una metodología de simulación bajo diferentes escenarios operativos para una evaluación integral del sistema. Para comprobar dicho modelo, evalúan el funcionamiento de un parque híbrido fotovoltaico/eólico que alimenta a una REI y demuestran que el sistema concebido puede proporcionar un suministro eléctrico seguro y

eficiente, especialmente cuando los sistemas son instalados en lugares con abundante viento y niveles de irradiación adecuados.

Con el fin de establecer un modelo de evaluación para proyectos de ciudades inteligentes que quisieran acceder a la financiación en el marco del programa Intelligent Energy Europe los autores LazaroIU & Roscia (2012) proponen un modelo para calcular los índices de la *ciudad inteligente* desarrollado a partir del criterio de 5 jueces y la aplicación de lógica difusa para definir la ponderación de los criterios de evaluación. El modelo parte de 5 criterios conformados por 9-20 indicadores cada uno y finaliza con 18 indicadores a evaluar:

1. Contaminación
2. Espíritu innovador
3. CO₂
4. Gobernanza transparente
5. Gestión sostenible de los recursos
6. Separación de residuos
7. Instalaciones educativas
8. Condiciones sanitarias
9. Transporte público sostenible, innovador y seguro
10. Zonas peatonales
11. Ciclovías
12. Zonas verdes
13. Producción de residuos sólidos urbanos
14. GWh hogar
15. Combustibles
16. Estrategias y perspectivas políticas
17. Disponibilidad de infraestructura TIC
18. Flexibilidad del mercado laboral

El modelo propuesto por LazaroIU & Roscia (2012) fue aplicado en 10 ciudades en Italia: Pavia, Bergamo, Como, Salerno, Cremona, Roma, Foggia, Rieti, Milan y Naples; los resultados arrojan una comprensión amplia de la REI y un uso sencillo, tanto para los jueces como para los ciudadanos, sin ceder en competencias y subjetividades personales.

Con la finalidad de asegurar que los desarrolladores de redes inteligentes cuenten con las herramientas para evaluar la confiabilidad a medida que incrementa las aplicaciones de las redes inteligentes, así como analizar los beneficios, riesgos e impactos medioambientales de las redes inteligentes, los autores Vlasov, Adamova, & Selivanov (2021) proporcionan una metodología para la evaluación de propuestas para el desarrollo de redes inteligentes centrado en los aspectos organizacionales y de comunicación del desarrollo de las tecnologías, destacando el potencial de la generación de electricidad descentralizada para generar electricidad a partir de fuentes menos intensivas en energía y rentables para proporcionar un marco para monetizar los beneficios de redes inteligentes. La metodología propuesta por los investigadores consiste en:

- Analizar los componentes del proyecto:
 - Sensores
 - Integración de las energías renovables
 - Eficiencia energética
 - Almacenamiento de energía
 - Comunicaciones de banda ancha
 - Acceso a la información y comunicación
 - Medidores inteligentes
 - Termostatos inteligentes
 - Sistemas inteligentes de administración de energía
 - Sistemas de seguridad
- Analizar la interacción de las partes interesadas:
 - Participación de la Comunidad
 - Participación industrial y del sector privado
 - Modelos de negocio
 - Participación del gobierno
 - Participación de organizaciones sin ánimo de lucro
- Analizar otros componentes importantes:
 - Transferencia de habilidades y experiencia.

Gracias a estudios precedentes, el área de conocimiento de las redes eléctricas inteligentes continuado expandiese con el diseño e implementación de nuevos componentes y la formación de

nuevas metodologías para planeación, desarrollo, mantenimiento y evolución de los sistemas eléctricos a lo largo de todo el mundo por lo que este capítulo sirve como una panorámica que destaca el progreso significativo y establece la base para la comprensión y exploración de futuras investigaciones en el campo de las redes eléctricas inteligentes.

Capítulo 3. Metodología de la investigación

En el presente capítulo, se proporciona una visión detallada del marco metodológico utilizado para alcanzar con los objetivos planteados en el presente estudio orientado a la evaluación estratégica de la implementación de proyectos de REI en el Sistema Eléctrico de Baja California (SEBC).

Con el fin de lograr una investigación organizada se utiliza el proceso metodológico cuantitativo descrito por Hernández et al., (2014) cuyos pasos se presentan en la siguiente figura.



Figura 3.1. Proceso de investigación cuantitativa.

Fuente: Hernández et al., 2014.

3.1.Método

Con el propósito de responder las interrogantes y alcanzar objetivos delimitados en el estudio, se lleva a cabo el diseño de una investigación no experimental de tipo descriptivo y comparativo, con un enfoque mixto, con el fin de una comprensión integral del estado actual del SEBC y la percepción de las partes interesadas con respecto al desarrollo de una REI en Baja California, así como sus necesidades y expectativas. La evaluación de proyectos de REI en Baja California se realiza a través de cuatro aspectos: social, técnico, económico y ambiental.

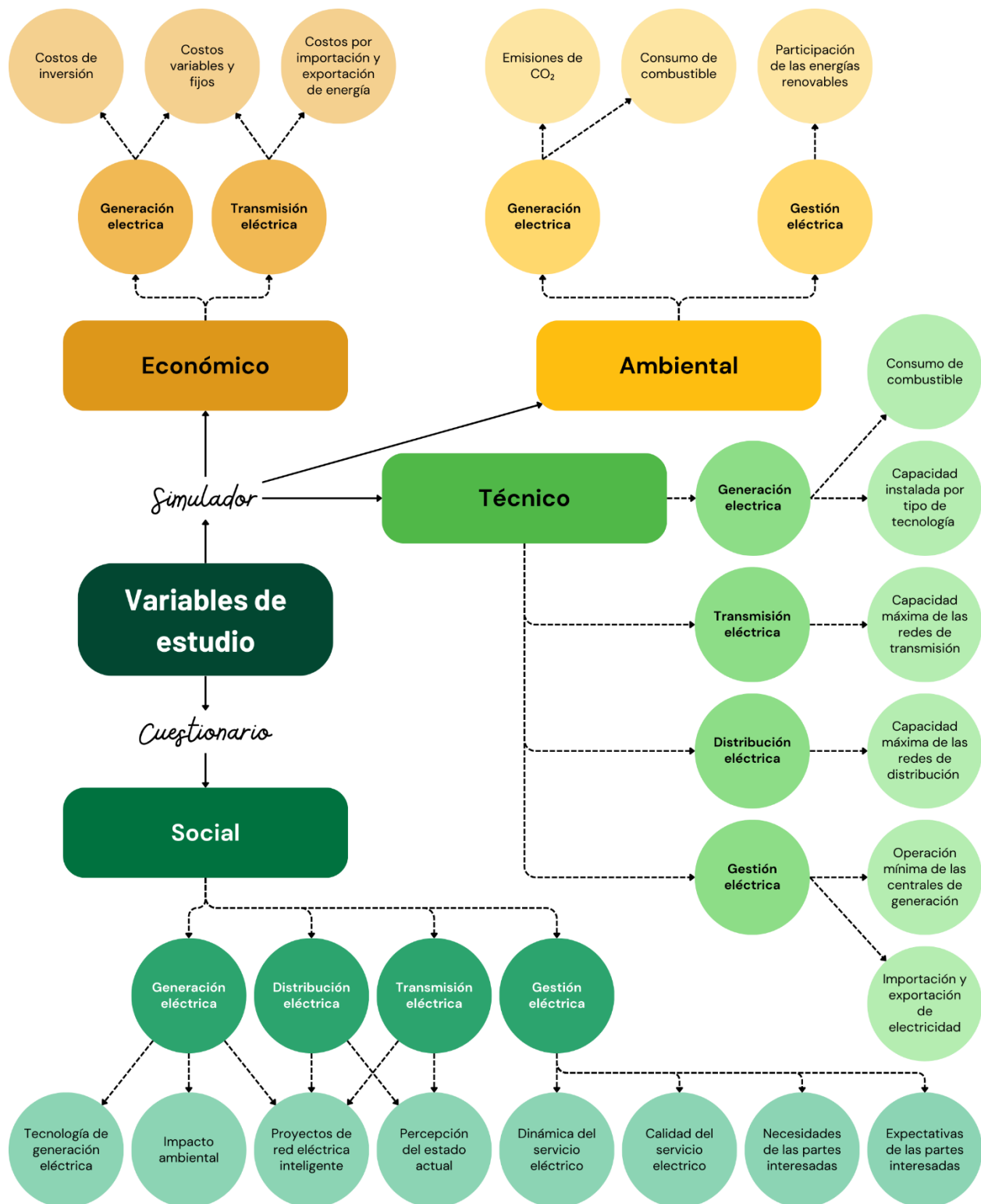


Figura 3.2. Aspectos evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Para el aspecto social, se diseña un instrumento de recolección de datos programado en Google Forms. Los resultados de este cuestionario contribuyen a la comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas, además de ser utilizados como parte de los indicadores de los proyectos potenciales de REI para Baja California en la etapa de validación del estudio. El enlace al cuestionario en formato Google Forms se encuentra disponible para la participación de los interesados en el siguiente enlace: <https://forms.gle/sgtgZdSTciMEdUBTA>

Los aspectos técnicos, económicos y ambientales se evalúan utilizando el programa de libre acceso EnergyPLAN, un modelo avanzado de evaluación de sistemas energéticos desarrollado por el Grupo de Investigación en Planificación Energética Sostenible de la Universidad de Aalborg, Dinamarca. Este programa se utiliza para simular y analizar diferentes estrategias de planificación energética a nivel regional y nacional, con el objetivo de optimizar el uso de recursos energéticos y reducir las emisiones de CO₂ (Department of Development and Planning, Aalborg University, 2023).

La presente investigación con enfoque mixto se alinea con la búsqueda de resultados robustos y contextualmente relevantes en las dimensiones clave para el desarrollo efectivo de proyectos relacionados a redes eléctricas inteligentes y pretende ser un documento de consulta o referencia para los tomadores de decisión de organizaciones públicas o privadas que participan en la implementación de la REI en Baja California.

3.2. Sujeto de estudio

El presente estudio se enfoca en el SEBC pertenecientes a la división Baja California y que se caracteriza por una extensa red de infraestructura tales como las centrales de generación, las redes generales de distribución, la red nacional de transmisión y diversos dispositivos de control y monitoreo (véase Figura 1.2. Gerencia de Control Regional (GCR) Baja California).

El sujeto de estudio del presente estudio se divide en dos unidades de análisis, abarcando tanto los elementos humanos como físicos del SEBC:

- Elementos humanos
 - Responsables de la planificación y gestión del SEBC.
 - Usuarios eléctricos y otras partes interesadas.

- Elementos físicos:
 - Red eléctrica de transmisión;
 - Red eléctrica de distribución;
 - Centrales de generación de energía;
 - Gestión del sector eléctrico, incluyendo equipos e instalaciones del CENACE;

Las unidades de análisis asociadas al elemento humano se evalúan mediante un instrumento de recolección de datos diseñado específicamente para este propósito (cuestionario). En contraste, las unidades de análisis vinculadas a los elementos físicos comprenden la infraestructura que constituye el SEBC y son determinantes para definir las necesidades técnicas de esta región se evalúan mediante el simulador EnergyPLAN.

Para la aplicación del cuestionario se identifica la población de estudio a la que está dirigida y que se divide en tres subgrupos dada la gestión integral del SEN por parte de diversas instituciones para la planificación y desarrollo de Baja California. En la tabla 8, se presenta el primer subgrupo conformado por las organizaciones e instituciones responsables de la planificación y gestión del SEBC: se identifican 9 instituciones y dependencias que comparten la responsabilidad de gestionar los sectores de generación y distribución de energía en sus respectivos niveles, junto con un organismo descentralizado dedicado exclusivamente al sector de distribución de energía.

Tabla 3.1. Población de estudio, subgrupo: Responsables de la planificación y gestión del sector eléctrico.

Sector	Instituciones y dependencias
Generación y distribución del SEN	• Secretaría de Energía (SENER) • Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) • Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) • Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) • Comisión Reguladora de Energía (CRE) • Comisión Federal de Electricidad (CFE)
Planificación a nivel estatal	• Gobierno de Baja California • Comisión Estatal de Energía de Baja California

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se enlista el segundo subgrupo con las principales **centrales de generación de energía eléctrica** ubicadas en Baja California, representado el segundo subgrupo de la población de estudio.

Tabla 3.2. Población de estudio, subgrupo: Centrales de generación de energía eléctrica.

Fuente de energía	Nombre	Tecnología	Dueño	Capacidad (MW)	Ubicación	Marco normativo
Renovable	Cerro Prieto Solar	Solar fotovoltaico	CFE	5	Mexicali	Generación
	Rumorosa Solar	Solar fotovoltaico	IEnova	41	Mexicali	Generación
	Parque Eólico Rumorosa	Eólico	Gobierno del estado	10	Tecate	Autoabastecimiento
	Energía Sierra Juárez	Eólico	IEnova	157	Tecate	Exportación
	Cerro Prieto	Geotérmico	CFE	340	Mexicali	Generación
Fósil	Baja California III	Ciclo combinado (gas natural)	Iberdrola	324	Ensenada	Generación
	EAX – AA	Ciclo combinado (gas natural)	SAAVI	80	Mexicali	Autoabastecimiento
	EAX - Gen	Ciclo combinado (gas natural)	SAAVI	165	Mexicali	Autoabastecimiento
	La Rosita	Ciclo combinado (gas natural)	SAAVI	320	Mexicali	Exportación
	La Rosita	Ciclo combinado (gas natural)	SAAVI	489	Mexicali	Generación
	Termoeléctrica de Mexicali	Ciclo combinado (gas natural)	IEnova	625	Mexicali	Exportación
	Presidente Juárez	Ciclo combinado (gas natural)	CFE	1,063	Rosarito	Generación
	Turbo-gas Tijuana	Turbogas	CFE	345	Tijuana	Generación
	Turbo-gas Ciprés	Turbogas	CFE	28	Ensenada	“Peaker”
	Turbo-gas Mexicali	Turbogas	CFE	62	Mexicali	“Peaker”
	Energía Costa Azul (ECA)	Combustión interna	IEnova	38.5	Ensenada	Autoabastecimiento

Fuente: Institute of the Americas, 2020.

El tercer subgrupo de la población de estudio incluye a los **impulsores del desarrollo tecnológico** de Baja California. Entre ellos, destacan los miembros del Consejo Coordinador Empresarial (CEE) de Baja California, específicamente el Comité Técnico Estatal y las representaciones empresariales locales. La tabla 10 presenta algunos integrantes del CCE de Baja California. Asimismo, se ofrece una invitación abierta a individuos pertenecientes a instituciones de educación superior y de investigación.

Tabla 3.3. Población de estudio, subgrupo: impulsores del desarrollo tecnológico.

Organizaciones	Integrantes
CCE Baja California Comité Técnico Estatal	• Consejo de Desarrollo Económico de Tijuana • Consejo de Desarrollo Económico de Mexicali • Consejo de Desarrollo Económico de Playas de Rosarito • Consejo de Desarrollo Económico de Tecate • Consejo de Desarrollo Económico de Ensenada
CCE Baja California Representaciones empresariales	• Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) • Cámara Nacional de Comercio (CANACO) • Cámara Nacional del Autotransporte de Carga (CANACAR) • Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) • Consejo Agropecuario de Baja California (CABC) • Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda (CANADEVI) • Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX) • Asociación de Maquiladoras de Mexicali (Index).

Fuente: CCE Mexicali, 2023.

3.2.1. Selección de la muestra

Para el presente estudio se opta por seleccionar una muestra no probabilística basada en los sectores enlistados en la sección 3.2 *Sujeto de estudio*. El **criterio de inclusión** para el reclutamiento de individuos abarca a representantes de instituciones y dependencias responsables de la planificación y control del SEN y/o SEBC, instituciones y dependencias responsables de la planificación de proyectos estatales y municipales, centrales de generación de energía eléctrica a gran escala y/o generación distribuida, asociaciones empresariales de los sectores de alto impacto en el desarrollo tecnológico de la región; así como individuos con experiencia en el campo de conocimiento. Asimismo, la selección de la muestra se basa en el Modelo Mexicano de Innovación: la PENTAhélice donde se coordinan de manera armónica los cinco sectores del ecosistema de innovación para asegurar la viabilidad e incidencia de los esfuerzos de innovación de proyectos (Orozco Hernández, 2024). Por otro lado, el **criterio de exclusión** se basa en la decisión de los individuos de no participar o estar imposibilitados para ello o la falta de conocimiento o experiencia en el tema de estudio.

3.3. Materiales

Los materiales utilizados en este estudio se orientan hacia la obtención de datos y la evaluación holística de escenarios considerando aspectos sociales, técnicos, económicos y ambientales que

inciden en el despliegue efectivo de proyectos y la resiliencia del SEBC. Este enfoque se efectúa mediante dos elementos clave: el diseño de un instrumento para la recolección de datos (cuestionario), dirigido a representantes de instituciones y actores relevantes en el sector eléctrico de Baja California; y la aplicación del simulador EnergyPLAN como herramienta especializada para el análisis de distintos escenarios de proyectos de REI.

3.3.1. Instrumento para la recolección de datos

Para la recolección de datos sobre las necesidades y expectativas de las partes interesadas, así y tendencias tecnológicas de las partes interesadas en el desarrollo de una REI en el SEBC, se implementa un cuestionario autoadministrado en un formato digital en la plataforma Google Forms y distribuido por correo electrónico.

Dado que la población de estudio se conforma por diversos subgrupos con características particulares, el cuestionario se diseña mediante un sistema de apartados dinámicos:

1. Encabezado: en esta sección introductoria se menciona el objetivo de la encuesta y se presentan las preguntas demográficas del sujeto encuestado, así como las preguntas de ubicación de subgrupo para dirigir al participante a la subsección correspondiente del apartado 2.
2. Cuerpo: se conforma por el conjunto de preguntar a responder por el participante, y según el perfil del mismo se redirige a la subsección correspondiente:

2.1. Preguntas dirigidas a representantes de centrales de generación de energía, pudiendo ser:

- 2.1.1. Representantes de centrales de generación de energía solar
- 2.1.2. Representantes de centrales de generación de energía eólica
- 2.1.3. Representantes de centrales de generación de energía geotérmica
- 2.1.4. Representantes de centrales de generación de energía a partir de gas natural
- 2.1.5. Representantes de centrales de generación de energía a partir de diésel

En este caso (2.1.) se presenta una ligera diferencia en la redacción de las preguntas para adaptarse al tipo de central a la que pertenece el participante, pero sin representar un cambio significativo en el objetivo del reactivo.

2.2. Preguntas dirigidas a representante de instituciones responsables de la planificación, control y desarrollo del sector eléctrico, pudiendo ser:

- 2.2.1. Representantes de instituciones y dependencias responsables de la planificación y control del SEBC
- 2.2.2. Representantes de instituciones y dependencias responsables de proyectos estatales y municipales
- 2.2.3. Representantes asociaciones empresariales de los sectores de alto impacto en el desarrollo tecnológico de la región.
- 2.2.4. Representante de los centros de educación superior, investigación o instituciones afines

En este caso (2.2.) no existe distinción entre las preguntas según el tipo de institución al que pertenecen.

- 3. Agradecimientos finales y una pregunta abierta para comentarios generales.

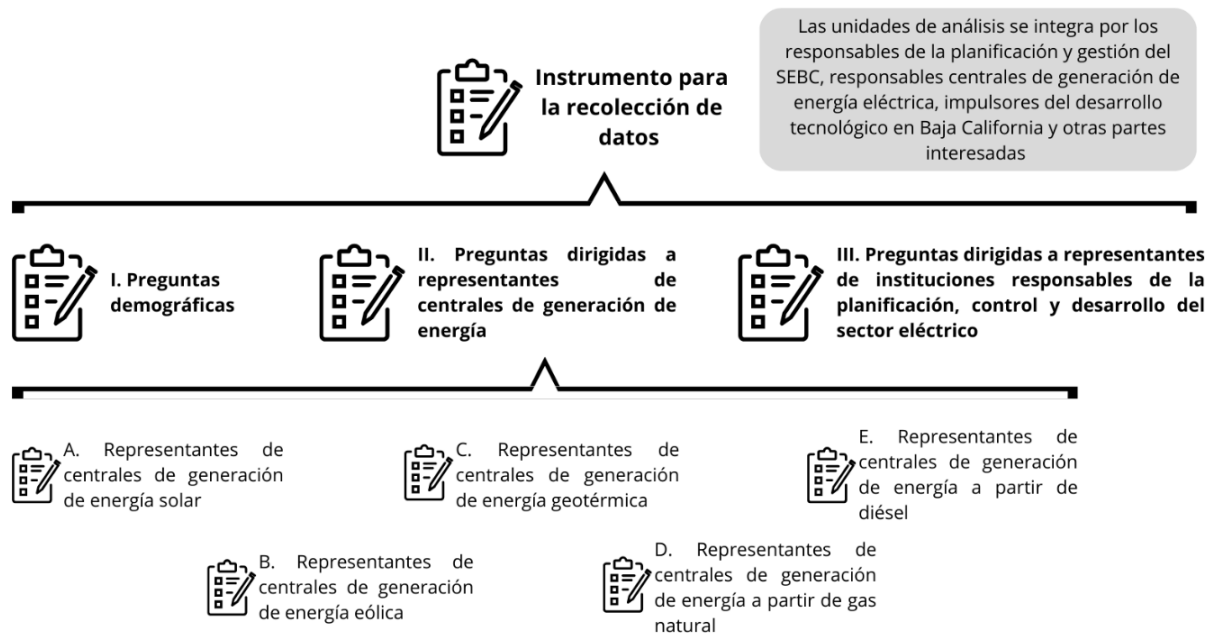


Figura 3.3. Estructura del instrumento para la recolección de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Los múltiples subapartados del cuestionario no pretenden ser manejadas como cuestionarios independientes, sino que buscan adaptar un mismo instrumento en función del perfil del participante con el fin de recopilar datos de manera más precisa y contextualizada.

El cuerpo del cuestionario se conforma por preguntas cerradas, siguiendo una escala Likert. En la siguiente tabla se describe el contenido y cantidad de preguntas del cuerpo o cuestionario que cada representante de una central de generación eléctrica debería responder (subsección 2.1.) .

Tabla 3.4. Descripción del cuerpo del cuestionario - representantes de centrales de generación eléctrica.

Nombre de la sección	Descripción de la sección	Cantidad de reactivos según la central a la que pertenece				
		Energía solar	Energía eólica	Energía geotérmica	Gas natural	Diesel
Generación de energía eléctrica	Toma el registro de datos generales de la central a la que se presenta, tales como la ubicación, el rango en el que se encuentra la generación de energía, el esquema de generación al que pertenece, entre otros; además, se consulta la perspectiva del participante sobre los incentivos públicos y privados existentes, el impacto de la central que representa y sobre la evolución de la capacidad de generación eléctrica en Baja California para el tipo de central al que pertenece.	11	11	11	11	11
Gestión de energía eléctrica	Se consulta al participante sobre su perspectiva con respecto a los procedimientos, programas y financiamientos actuales para el tipo de central al que pertenece, asimismo se pregunta su opinión sobre el acceso a sus datos de consumo, sobre la dinámica del subsidio eléctrico y sobre el posible desarrollo de una REI en Baja California, además se consulta sobre su grado de aceptación a participar en determinadas dinámicas relacionadas con las REI.	14	14	14	14	14
Transmisión de energía eléctrica	Se consulta al participante sobre su perspectiva con respecto al estado actual y funcionamiento de las redes de transmisión, sobre cuál considera que es la problemática principal de la misma en Baja California, así como su opinión de los beneficios de las REI para las líneas de transmisión y sobre el orden de prioridad que deberían de seguir diversos proyectos de esta naturaleza para mejorar la confiabilidad de las redes, además se consulta sobre su grado de aceptación a participar en determinadas dinámicas relacionadas con las REI.	8	8	8	8	8
Distribución de energía eléctrica	Se consulta al participante sobre su perspectiva con respecto al estado actual y funcionamiento de las redes de distribución, sobre cuál considera que es la problemática principal a la que se enfrentan en Baja California, así como su opinión de los beneficios de las REI para las líneas de distribución y sobre el orden de prioridad que deberían de seguir diversos proyectos de esta naturaleza para mejorar la confiabilidad de las redes, además se consulta sobre su grado de aceptación a participar en determinadas dinámicas relacionadas con las REI.	8	8	8	8	8

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los representantes de instituciones responsables de la planificación, control y desarrollo del sector eléctrico, el cuerpo del formulario los redirige a la sección 2.2. para mostrar el contenido y cantidad de preguntas mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 3.5. Descripción del cuerpo del cuestionario - representantes de instituciones de encargadas de la planificación, control y desarrollo del sector eléctrico.

Nombre de la sección	Descripción	Cantidad de preguntas
Generación de energía eléctrica	Se consulta al participante sobre su perspectiva con respecto a las diversas tecnologías de generación eléctrica utilizadas en Baja California, así como su impacto ambiental y en la salud de la población, se continúa consultando su perspectiva sobre la cobertura del servicio eléctrico y se consulta su opinión sobre cómo considera que debe ser el futuro de las energías renovables y los esquemas de generación en la región.	13
Gestión de energía eléctrica	Se consulta al participante sobre su perspectiva con respecto a los procedimientos, programas y financiamientos actuales para la generación distribuida, asimismo se pregunta su opinión sobre el acceso a sus datos de consumo, sobre la dinámica del subsidio eléctrico y sobre el posible desarrollo de una REI en Baja California, además se consulta sobre su grado de aceptación a participar en determinadas dinámicas relacionadas con las REI.	14
Transmisión de energía eléctrica	Se consulta al participante sobre su perspectiva con respecto al estado actual y funcionamiento de las redes de transmisión, sobre cuál considera que es la problemática principal de la misma en Baja California, así como su opinión de los beneficios de las REI para las líneas de transmisión y sobre el orden de prioridad que deberían de seguir diversos proyectos de esta naturaleza para mejorar la confiabilidad de las redes, además se consulta sobre su grado de aceptación a participar en determinadas dinámicas relacionadas con las REI.	8
Distribución de energía eléctrica	Se consulta al participante sobre su perspectiva con respecto al estado actual y funcionamiento de las redes de distribución, sobre cuál considera que es la problemática principal a la que se enfrentan en Baja California, así como su opinión de los beneficios de las REI para las líneas de distribución y sobre el orden de prioridad que deberían de seguir diversos proyectos de esta naturaleza para mejorar la confiabilidad de las redes, además se consulta sobre su grado de aceptación a participar en determinadas dinámicas relacionadas con las REI.	8

Fuente: Elaboración propia.

El instrumento utilizado se encuentra en el Apéndice 1.

3.3.2. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Para el análisis de los resultados del cuestionario se utiliza el software SPSS, una herramienta ampliamente utilizada para el análisis estadístico en investigación académica, social y comercial que permite realizar análisis descriptivos, inferenciales y predictivos de grandes volúmenes de datos, además de crear gráficos y permitir la aplicación de pruebas estadísticas como análisis de varianza (ANOVA), regresiones y análisis de fiabilidad (IBM, 2024).

3.3.3. Simulador: TRNSYS

Como segunda herramienta auxiliar, se utiliza el software TRNSYS para la simulación de los perfiles de generación eléctrica horaria de las unidades solares fotovoltaicas y eólicas en las condiciones meteorológicas de Baja California. TRNSYS es un programa de simulación desarrollado en la década de 1970 por el Dr. Sanford Klein en el Laboratorio de Energía Solar de la Universidad de Wisconsin-Madison, y siguiendo una estructura modular, el software simula el comportamiento de sistemas transitorios comúnmente de energía térmica y eléctrica, así como otros sistemas dinámicos (Solar Energy Laboratory, Univ. of Wisconsin-Madison).

3.3.4. Simulador: EnergyPLAN

Por último, se emplea el simulador especializado EnergyPLAN, desarrollado en lenguaje de programación Delphi Pascal y basado en programación analítica. La elección de EnergyPLAN se basa en su capacidad para abordar las limitaciones intrínsecas de los estudios de las redes eléctricas inteligentes a gran escala. El simulador desarrollado por el Departamento de Desarrollo y Planificación de la Universidad de Aalborg, Dinamarca, evalúa el impacto de diversas tecnologías y políticas energéticas en el sistema energético global, incluyendo la integración de fuentes de energía renovable, el almacenamiento de energía, y las opciones de comercio de electricidad. Además, el programa puede calcular la influencia de las emisiones de CO₂ y la participación de las fuentes de energía renovable en el suministro eléctrico (Department of Development and Planning, Aalborg University, 2023). EnergyPLAN ha sido desarrollado y mejorado continuamente desde 1999, y actualmente se encuentra en su versión 16.3.

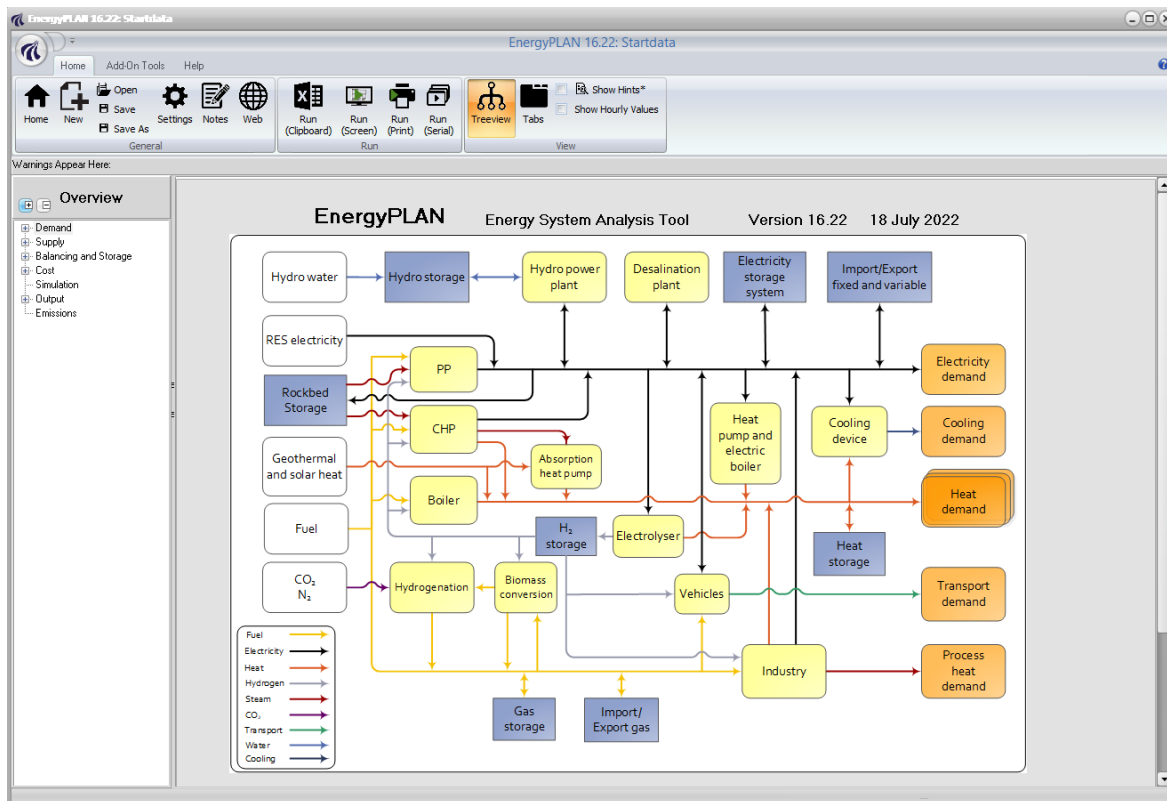


Figura 3.4. Pantalla de inicio de EnergyPLAN.

Fuente: Elaboración propia.

El simulador adopta un enfoque holístico centrado en el análisis de la interacción intersectorial con el fin de proporcionar una base para la reflexión de las consecuencias de diversas decisiones en el sector eléctrico. Su propósito no es prever el sistema energético futuro, sino que permite la evaluación de escenarios de cambio tecnológico para la transición a un sistema de energía 100% renovable. Además, facilita la cuantificación y comparación del impacto socioeconómico de diversas alternativas, incluyendo los costos totales de los sistemas energéticos y las externalidades del dióxido de carbono (Henrik Lund, 2021).

Según la revisión y validación de EnergyPLAN realizada por Østergaard et al. (2022), la herramienta ha sido utilizada en 315 artículos para aplicaciones reales, en 339 artículos para cierto grado de caracterización de estudios, mientras que en 153 artículos se refieren resultados sin entrar en detalles sobre la herramienta. Asimismo, estos estudios abarcan diversas escalas, siendo las principales: local, nacional y multinacional.

El uso de EnergyPLAN en la literatura se distinguen en cuatro categorías: estudios de la integración inicial de la cogeneración y las energías renovables en sistemas basados en combustibles fósiles con poca integración sectorial, la integración a gran escala de fuentes de energía renovable, la implementación de sistemas energéticos inteligentes y el análisis multiherramienta de sistemas energéticos que utilizan a EnergyPLAN como motor computacional en algoritmos de optimización (Østergaard, Lund, Thellufsen, Sorknæs, & Mathiesen, 2022).

Los resultados generados por EnergyPLAN incluyen balances energéticos, producciones anuales resultantes, consumo de combustible, importación/exportación de electricidad y costos totales, que abarcan ingresos derivados del intercambio de electricidad. Con una resolución temporal de 1 hora, los resultados pueden presentarse a esta escala. Además, los agregados anuales incluyen emisiones de dióxido de carbono, flujos de dinero hacia/desde un mercado externo de electricidad y consumo de combustible (Henrik Lund, 2021).

Para la generación horaria de energía eléctrica, EnergyPLAN prioriza las unidades de generación siguiendo la siguiente secuencia:

1. Energías renovables variables.
2. Cargas críticas para el balance (centrales que deben funcionar continuamente).
3. Unidades de almacenamiento de energía (cargadas con el exceso de energía renovable).
4. Energía hidráulica controlable.
5. Centrales de generación eléctrica a partir de combustibles fósiles.
6. Importación de electricidad (en caso de estar disponible).

Posterior a este orden de despacho, EnergyPLAN puede considerar la exportación de los excesos de generación en caso de no poder almacenarse o aprovecharse localmente (Lund & Thellufsen, 2024). Cabe destacar que el orden de despacho puede variar ligeramente en función al tipo de simulación que se seleccione en el simulador (Técnica o Económica), la programación analítica del sistema prioriza en primer lugar aquellas unidades de generación cuyo energético se encuentre localmente y posteriormente a las de menores costos de generación.

3.4.Procedimiento

Para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación, se aborda un análisis integral del sistema eléctrico a través de cuatro dimensiones: generación, transmisión, distribución y gestión de la energía eléctrica. De acuerdo a los planteamientos fundamentales del estudio, la identificación del sujeto de estudio, el instrumento para la recolección de datos y el método a seguir, se define la secuencia de actividades dividida en las siguientes fases:

- I. Diagnóstico del SEBC.
- II. Formulación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente
- III. Simulación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente.

Las actividades específicas realizadas se presentan en la siguiente figura.

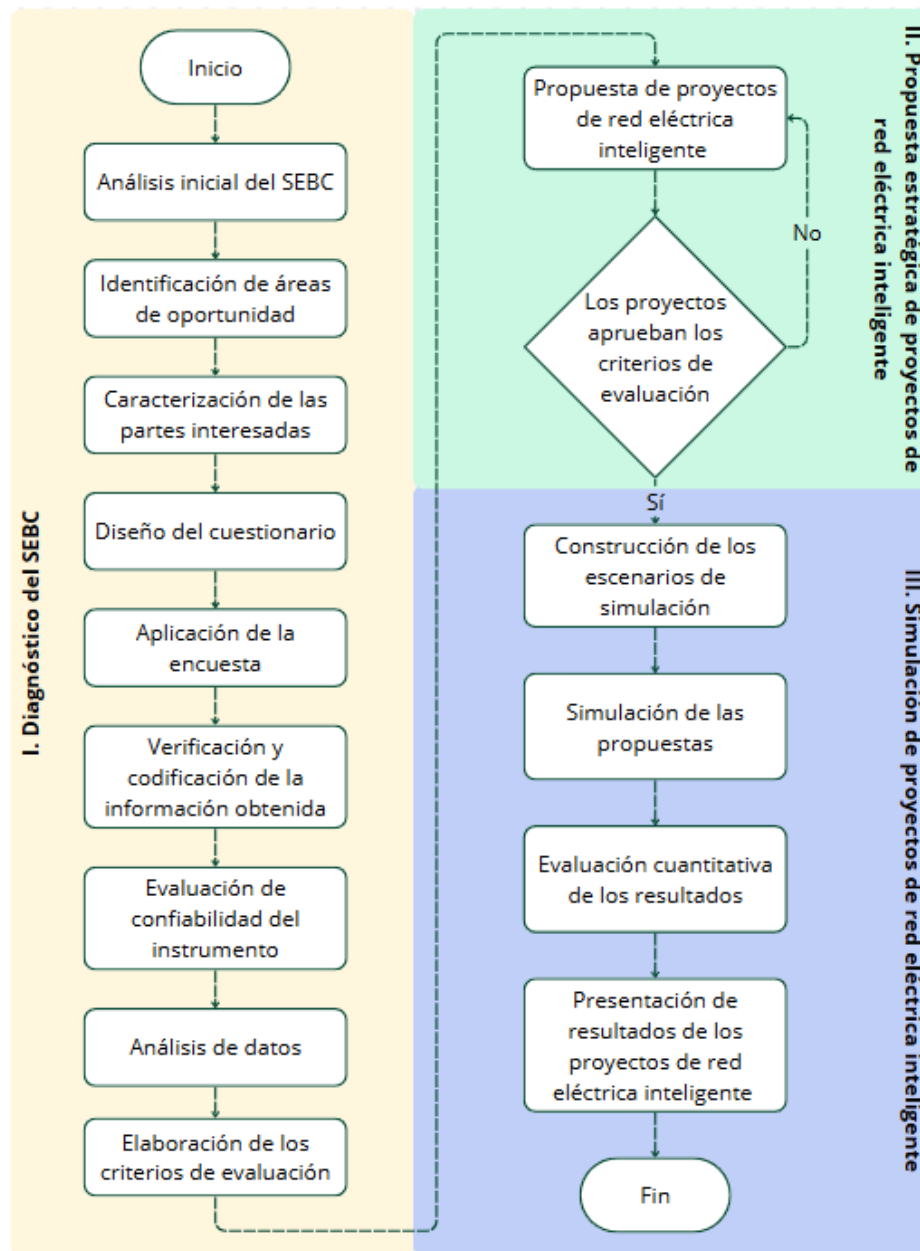


Figura 3.5. Secuencia de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. Diagnóstico del Sistema Eléctrico de Baja California

En la primera fase se realiza el diagnóstico del estado actual del SEBC utilizando el Reporte de Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional 2021 y 2022, el PRODESEN 2022-2036 y otros reportes oficiales. El objetivo fue identificar las principales áreas potenciales para ser atendidas

mediante proyectos de REI. Simultáneamente, se realiza el diseño y aplicación de un instrumento de recolección de datos (cuestionario) basado en la metodología propuesta por Hernández Sampieri et al. (2014) y por Soriano Rodríguez (2014) para asegurar que la información recopilada fuera directamente relevante para los objetivos del proyecto y contara con el respaldo de la teoría sustantiva y el juicio de expertos.

3.4.1.1. *Diseño y aplicación del cuestionario*

El procedimiento utilizado para el diseño del cuestionario se presenta en la siguiente figura.

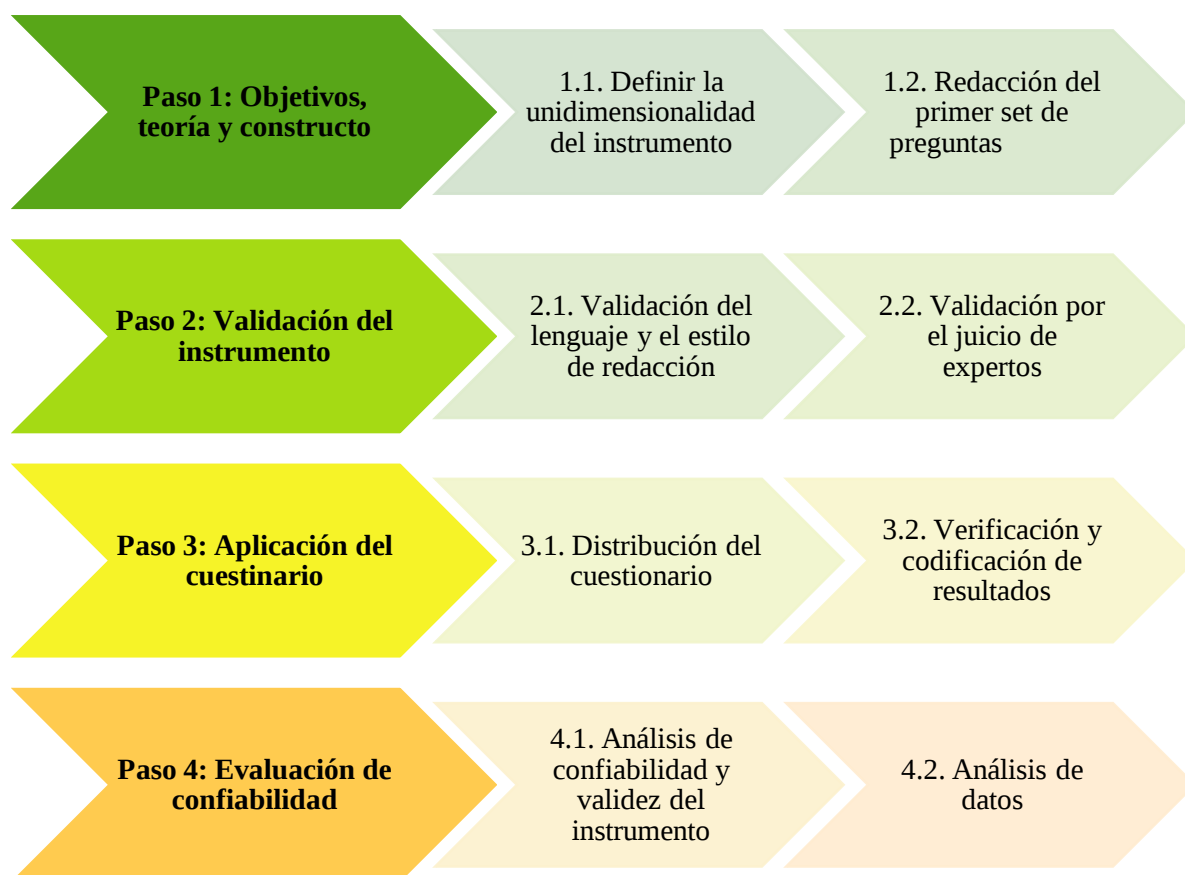


Figura 3.6. Procedimiento para el diseño y aplicación del cuestionario.

Fuente: Sampieri et al. 2014, y Soriano Rodríguez, 2014.

- **Paso 1: Objetivos, teoría y constructo**

En el primer paso de la fase inicial se define la unidimensionalidad del instrumento basándose en los objetivos de la investigación, la teoría general y sustantiva, estableciendo así una matriz de

congruencia para garantizar que los datos recopilados estuvieran vinculados al propósito del proyecto. Este paso incluye la elaboración de un primer conjunto de ítems distribuidos por dimensión utilizando una escala Likert. El resultado de la matriz de congruencia se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3.6. Matriz de congruencia del cuestionario.

Variables conceptuales	Variables operativas
Generación eléctrica	• Tecnología de generación de energía eléctrica ○ Fuentes de energía no renovable ▪ Energía geotérmica ▪ Energía solar ▪ Energía eólica ○ Fuentes de energía renovable ▪ Gas natural ▪ Diésel • Impacto ambiental • Proyectos de red eléctrica inteligente
Transmisión eléctrica	• Percepción del estado actual: redes de alta tensión • Proyectos de red eléctrica inteligente
Distribución eléctrica	• Percepción del estado actual: redes de media y baja tensión • Proyectos de red eléctrica inteligente
Gestión de la energía	• Dinámica del servicio eléctrico • Calidad del servicio • Necesidades de las partes interesadas • Expectativas de las partes interesadas

Fuente: Elaboración propia.

• Paso 2: Validación del instrumento

Se realizan dos tipos de validaciones: validación del lenguaje y el estilo de redacción del cuestionario, asegurando la comprensión por parte de la población objetivo; y validación del constructo teórico y pertinencia de los ítems mediante el juicio de expertos. Para este último, se utiliza el *formato de validación de contenido por juicio de expertos para instrumentos cuantitativos* desarrollado por Reyes López & Hernández Moncada (2021), basado en cinco criterios de evaluación: suficiencia, claridad, coherencia, importancia y pertinencia. Los resultados de la evaluación se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3.7. Resultados de la validez de contenido del instrumento.

Versión simplificada	Nombre de la dimensión	Reactivos				
		Muy malos	Malos	Modificables	Muy buenos	Excelentes
II. Representantes de centrales de generación de energía	Generación eléctrica	5		3, 4, 11, 12	1	2, 6, 7, 8, 9, 10, 13
	Transmisión eléctrica					1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Distribución eléctrica			2		1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Gestión de la energía eléctrica			3	10	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13
III. Representantes de instituciones responsables de la planificación, control y desarrollo del sector eléctrico	Generación eléctrica			7	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14
	Transmisión eléctrica					1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Distribución eléctrica			2		1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Gestión de la energía eléctrica			3	10	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13
Resultados:		Eliminar reactivos		Modificar reactivos		Dejar reactivos

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados del análisis las principales modificaciones necesarias para la primera versión del cuestionario fueron, por versión simplificada del instrumento:

- Representantes de centrales de generación de energía
 - Eliminación de la pregunta número 5 de la sección de generación eléctrica.
 - Modificación de las preguntas 1, 3, 4, 11 y 12 de la sección de generación eléctrica.
 - Modificación de la pregunta 2 de la sección de distribución eléctrica.
 - Modificación de las preguntas 3 y 10 de la sección de gestión de la energía eléctrica.
- Representantes de instituciones responsables de la planificación, control y desarrollo del sector eléctrico
 - Eliminación de la pregunta número 5 de la sección de generación eléctrica.
 - Modificación de las preguntas 7 y 8 de la sección de generación eléctrica.
 - Modificación de la pregunta 2 de la sección de distribución eléctrica.
 - Modificación de las preguntas 3 y 10 de la sección de gestión de la energía eléctrica.
- **Paso 3: Aplicación del cuestionario**

Posterior a la modificación del instrumento en base a los resultados del paso 2, se establece contacto vía correo electrónico con las organizaciones descritas en la sección 3.2. *Sujeto de estudio*

para ofrecer la invitación a participar en el estudio y entregar el enlace de Google Forms del cuestionario: <https://forms.gle/sgtgZdSTciMEdUBTA>

La información solicitada en el instrumento se obtuvo durante el periodo de diciembre 2023 a febrero 2024. De 50 cuestionarios enviados, se obtuvo una tasa de respuesta del 12%. A la llegada de las respuestas, se revisa la integridad de la información solicitada. Posteriormente, se almacenan y codifican numéricamente en hojas de cálculo de Excel. Los datos codificados fueron agrupados por subgrupos de la población y por categorías de estudio para el posterior análisis cuantitativo.

- **Paso 4: Evaluación de confiabilidad del instrumento**

La evaluación de la confiabilidad del instrumento consiste en la estimación del Alpha de Cronbach, un índice sobre la confiabilidad de consistencia interna del instrumento y cuyo valor mínimo de consistencia aceptable es de 0.80 (Cronbach, 1951). Finalmente se obtuvo el **Alpha de Cronbach general de 0.827** observando un grado de confiabilidad aceptable en la totalidad del instrumento.

Para el análisis de datos se utiliza el software SPSS con el fin de caracterizar las opiniones de las partes interesadas sobre las redes eléctricas inteligentes, así como determinar la estadística descriptiva (distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y porcentajes) en función a las variables de estudio.

3.4.1.2. Elaboración de la matriz de evaluación para proyectos de red eléctrica inteligentes candidatos

Basándose en los resultados del cuestionario, así como los indicadores de desempeño del Reporte de Confiabilidad del SEN (CRE, 2021) e indicadores asociados a la rentabilidad de proyectos (CEPEP, 2017), se define una matriz de evaluación para los proyectos de red eléctrica inteligente que pretende ser utilizada como apoyo en la selección de proyectos de REI. Además, la matriz permitirá pre-evaluar la pertinencia de los escenarios del modelo estratégico de REI descritos en la segunda fase del estudio.

3.4.2. Formulación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente

En la **segunda fase** se realiza la propuesta de proyectos de REI sustentado en los resultados del cuestionario, el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes (SENER, 2017) y el resumen ejecutivo

de las disposiciones administrativas de carácter general en materia de electromovilidad publicado por la CRE (Valenzuela Ahumada, 2024).

- I. Escenarios de aprovechamiento de la infraestructura eléctrica actual.** Se considera el cambio en la gestión de los recursos existentes como medida de bajo o nulo costo para el inicio de medidas que incrementen la “inteligencia” del SEBC.
- II. Escenarios de integración de vehículos eléctricos.** En base a lo dispuesto en el PRODESEN 2022-2036 se considera la integración del 32.2% de vehículos eléctricos ligeros, de carga y autobuses con respecto al total de unidades vendidas para 2036; desagregados de la siguiente manera: 62.7% eléctricos, 20% híbridos enchufables, 9.2% híbridos, 7.3% eléctricos de carga ligeros, 0.8% autobuses eléctricos, 0.04% autobuses eléctricos foráneos y 0.01% camiones de carga pesados (SENER, 2022). Si bien, estos datos son proyecciones a nivel nacional para el año 2036, para fines del análisis en EnergyPLAN se utilizará la proporción equivalente calculada a partir porcentaje de evolución para 2022, de aproximadamente de 10.2% de vehículos eléctricos integrados, así como la proporción de vehículos eléctricos que son vendidos en Baja California en 2022, 1,192 unidades vendidas, con respecto al total nacional, 51,065 unidades vendidas (INEGI, 2024). La flota resultante a integrar en el modelo base del SEBC es de 11,650 vehículos eléctricos.
- III. Escenarios de integración de nueva infraestructura eléctrica.** Se consideran aquellos proyectos que consideren el incremento de la capacidad de generación de energía renovable, el aprovechamiento de nuevas fuentes de energías renovables y/o la incorporación de sistemas de almacenamiento de energía. Entre estos escenarios de simulación se toma como referencia el Plan de expansión del SEBC (CFE, 2023), el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes (SENER, 2017) y el PRODESEN 2022-2036 (SENER, 2022).

En la siguiente tabla, se presenta la descripción de cada proyecto propuesto para los escenarios anteriormente mencionados y, que en una etapa posterior del estudio, serán sometidos a evaluación mediante el simulador EnergyPLAN.

Tabla 3.8. Proyectos de REI, escenarios de simulación.

Escenario	Proyecto	Descripción
I. Escenarios de aprovechamiento de la infraestructura eléctrica actual	A. Análisis técnico	Aprovechando las funciones básicas de EnergyPLAN, se simula la infraestructura actual bajo un modelo de priorización del aprovechamiento del 100% de la capacidad de generación de energía renovable para la producción de electricidad (Lund & Thellufsen, 2024).
	B. Análisis del mercado eléctrico	Aprovechando las funciones básicas de EnergyPLAN, se simula la infraestructura actual bajo un modelo de priorización de los sistemas de producción de eléctrica en que garantizan los menores costos eléctricos en el mercado para el usuario final, mientras que los sistemas de producción variable se priorizan siempre y cuando el precio de la electricidad sea superior a los costos variables de explotación (Lund & Thellufsen, 2024).
II. Escenarios de integración de vehículos eléctricos	A. Recarga convencional de vehículos eléctricos (<i>Dump charge</i>)	La flota de vehículos eléctricos incorporados se desempeña bajo un esquema <i>Dump charge</i> donde cargan a su máxima capacidad tan pronto como sean enchufados y hasta que las baterías estén completamente llenas (Meibom & Kiviluoma, 2011).
	B. Recarga inteligente de vehículos eléctricos (<i>Smart Charge-V2G</i>)	La flota de vehículos eléctricos incorporados se desempeña bajo un esquema <i>Smart Charge</i> donde la carga/descarga es planificada previamente con el fin de minimizar el costo de recarga en función de un esquema tarifario basado en el tiempo de uso (Meibom & Kiviluoma, 2011), así como el esquema V2G que añade el control de la REI sobre la carga del vehículo a fin de inyectar electricidad de nuevo a la red (IRENA, 2019).
III. Escenarios de integración de nueva infraestructura eléctrica	A. Adición de centrales de generación 2024-2025	Integración de 1,649.3 MW: ○ Central de ciclo combinado San Luis Río Colorado 647.9 MW. ○ Central de ciclo combinado González Ortega 641.4 MW. ○ Central fotovoltaica Puerto Peñasco Secuencia II 300 MW. ○ Bancos de baterías 60 MW.
	B. Adición de centrales de generación 2026	Integración de 360 MW: ○ Central fotovoltaica Puerto Peñasco Secuencia III 300 MW. ○ Bancos de baterías 60 MW.

	C. Adición de centrales de generación 2028	Integración de 340 MW: ○ Central fotovoltaica Puerto Peñasco Secuencia IV 280 MW. ○ Bancos de baterías 60 MW.
	D. Adición de centrales de generación 2030	Integración de 39 MW: ○ Central fotovoltaica 30 MW. ○ Bancos de baterías 9 MW.

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE (2023).

3.4.2.1. *Preevaluación de los escenarios del modelo estratégico de red eléctrica inteligente*

Una vez definidos los escenarios del modelo de REI, se procede a la evaluación preliminar mediante la matriz de evaluación para los proyectos de red eléctrica inteligente anteriormente, para ello, se toma en consideración la información proveniente del cuestionario aplicado a actores clave del sector eléctrico, académico y sector empresarial para obtener percepciones sobre la factibilidad y viabilidad de los proyectos; el análisis de reportes y otros documentos oficiales como el PRODESEN 2022-2036 y el Reporte de Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional para fundamentar los datos de referencia; así como las consideraciones técnicas de las simulaciones en EnergyPLAN.

Cada proyecto se califica mediante una matriz ponderada, donde se asignaron pesos específicos a cada criterio de evaluación según su relevancia para el SEBC y la suma de estas ponderaciones determinó la calificación final de cada proyecto.

$$P_{final} = \sum_{i=1}^n (P_i \times W_i)$$

Donde:

- P_{final} es la calificación final del proyecto.

- P_i es la puntuación obtenida en cada criterio.
- W_i es el peso relativo a cada criterio.

Es importante mencionar que la evaluación preliminar de los proyectos de REI toma un enfoque cualitativo ya que estuvo sujeta a la disponibilidad de datos, a la suposición de un comportamiento estable del mercado eléctrico y a restricciones tecnológicas propias del simulador EnergyPLAN.

3.4.3. Simulación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente.

En la **tercera fase** se realiza la validación cuantitativa de la propuesta de proyectos de REI para Baja California mediante la simulación del estado actual del SEBC y la posterior implementación de los proyectos propuestos en el programa de simulación EnergyPLAN.

3.4.3.1. Perfiles de simulación

Para el uso del simulador EnergyPLAN y la validación de los escenarios, primero se comienza con el desarrollo de un escenario base a partir de datos reales del SEBC. Los principales datos utilizados para esta tarea se enlistan a continuación:

- Perfil de demanda eléctrica del SEBC, obtenido a partir de la estimación de la demanda real por balance del CENACE (2023).
- Capacidad efectiva instalada del SEBC por tipo de tecnología, tomando como referencia lo expresado por CFE (2023) en el reporte “Suministro de Energía Eléctrica Baja California (BCA)”.
- Contenido de CO₂ en las emisiones contaminantes por tecnología de generación, obtenido del PRODESEN 2018-2032 (SENER, 2018)
- Perfiles de generación horaria de las centrales eléctricas. En este caso, únicamente se utiliza la estimación de la generación horaria de centrales eólicas y fotovoltaicas desarrolladas mediante el programa de simulación TRNSYS debido a la disponibilidad de datos reales.
- Costos de inversión, esperanza de vida, costos de operación y mantenimiento de la Base de datos de Costos y Tecnología de EnergyPLAN (Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University, 2018).

- Curva de distribución horaria de precios del mercado eléctrico entre California y Baja California, obtenida a través de la API de CAISO-OASIS (GridStatus, 2024) y adaptados al formato requerido utilizando Python.

3.4.3.1.1. Perfil del escenario I. Aprovechamiento de la infraestructura eléctrica actual

A continuación se describe el desarrollo y resultados del perfil de simulación utilizado en los proyectos del Escenario I. Dada la naturaleza del mismo, también se desempeña como un escenario base para el resto de escenarios. Los subapartados siguientes responden a la estructura de EnergyPLAN para el ingreso de datos.

A. Demanda

Para la determinación de la demanda eléctrica total y el perfil horario de demanda se utiliza la estimación de demanda real por balance del CENACE (2023), considerando que el simulador EnergyPLAN utiliza un plazo de análisis de 8,784 horas, se obtuvieron los datos horarios del 01/01/2022 a 24/01/2023. La metodología utilizada para la estimación de la demanda real se rige por la siguiente fórmula:

$$Demanda\ real = Generación + Importación - Exportación$$

Para el periodo analizado se obtienen los siguientes resultados absolutos:

- Generación total: 15,232.47 GWh
- Importación total: 1,5752.64 GWh
- Exportación total: 727.22 GWh
- Demanda total: 16,257.89 GWh

El ingreso de la demanda eléctrica en EnergyPLAN se realiza en dos apartados: *Electricity demand* y *Fixed Import/Export*; ambos deben ser definidos a partir de un valor anual así como una curva de distribución horaria. En *Electricity demand* se ingresa el valor anual (en TWh/año) y curva de distribución horaria de la generación del SEBC, mientras que en *Fixed Import/Export* la exportación del SEBC (tanto el en valor anual como la curva de distribución horaria). Por otro

lado, se ingresa la capacidad de las líneas de transmisión para importación, así como la curva de distribución horaria en el apartado *Supply*, descrito más adelante.

B. Suministro

Para la capacidad instalada de generación del SEBC se toma como referencia principal la capacidad efectiva instalada por tipo de tecnología en 2022 reportada por CFE (CFE, 2023) y que se encuentra disponible en la Tabla 1.1. Capacidad efectiva instalada SEBC en 2023 (por tecnología), así como el Mapa de centrales eléctricas del SEN (CONAHCYT, 2022) utilizado como referencia de apoyo para identificar el energético primario de cada tecnología.

El ingreso de los datos anteriores en el simulador se lleva en las siguientes variables:

- **PP1:** Considera aquellas centrales de generación cuyo energético principal es el gas natural. En este caso: ciclo combinado, termoeléctrica y turbogás de gas natural. Para esta variable fue necesario la sumatoria de las capacidades instaladas de cada tecnología, así como el promedio ponderado de la eficiencia y las emisiones de CO₂ en función de la generación anual por cada tipo de central.
- **PP2:** Considera aquellas centrales de generación cuyo energético principal es el diésel. En este caso: combustión interna y turbogás de diésel. Para esta variable fue necesario la sumatoria de las capacidades instaladas de cada tecnología, así como el promedio ponderado de la eficiencia y las emisiones de CO₂ en función de la generación anual por cada tipo de central.
- **Geothermal:** Considera la totalidad de capacidad instalada, eficiencia y emisiones de CO₂ de la central geotérmica Cerro Prieto.
- **RES1:** Considera la totalidad de capacidad instalada y eficiencia de las centrales de generación eólica.
- **RES2:** Considera la totalidad de capacidad instalada y eficiencia de las centrales de generación fotovoltaica.

Además, en la siguiente tabla se presentan los ingresados en los diversos subapartados de la pestaña *Supply* (o suministro) de EnergyPLAN. Cabe destacar que únicamente se considera la demanda y generación de energía eléctrica (se omiten otros tipos de energéticos).

Tabla 3.9. Suministro de energía del SEBC. Escenario I.

Unidad	Capacidad (MW)	Eficiencia	Factor de corrección	¿Curva de distribución horaria?	CO ₂ contenido en combustible (kg/GJ)
PP1	3184.32 ¹	0.44 ²	N/A	No	56.7
PP2	161.68 ³	0.31 ⁴	N/A	No	74
Geothermal	460	0.8	0.5	Sí	N/A
RES1: Wind	40	N/A	0.9	Sí	N/A
RES2: Photo Voltaic	51	N/A	0.6	Sí	N/A

Fuente: Elaboración propia con datos de: (CFE, 2023), (CONAHCYT, 2022), (SENER, 2018), (Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University, 2018).

Asimismo, se especifica el valor de la capacidad de las líneas transmisión máxima para importación en 408 MW correspondientes a los Enlaces de Interconexión de Baja California (Path 45) (CENACE, 2019), así como la curva de distribución horaria de importación (CENACE, 2023). La importación se ingresa en este apartado para que sea simulada como una variable en función de las necesidades energéticas de los escenarios y no como una constante.

C. Balance y almacenamiento

En esta sección únicamente se especifica el porcentaje de participación mínima de estabilización de la red en 40% el cual se refiere al porcentaje mínimo de generación eléctrica que debe prevenir de fuentes controlables para garantizar la estabilidad de la red. Además, se especifica el porcentaje de estabilización de las líneas de transmisión en 15% (Lund & Thellufsen, 2024). La selección se basa en un promedio de los porcentajes utilizados en múltiples publicaciones académicas y técnicas donde se utiliza EnergyPLAN.

D. Costos

¹ Calculado a partir de la sumatoria de la capacidad instalada de las centrales de generación cuyo principal energético es el gas natural: ciclo combinado, termoeléctrica y turbogás (gas natural).

² Calculado a partir del promedio ponderado de los valores correspondientes de las centrales de generación cuyo principal energético es el gas natural: ciclo combinado, termoeléctrica y turbogás (gas natural).

³ Calculado a partir de la sumatoria de la capacidad instalada de las centrales de generación cuyo principal energético es el diésel: combustión interna y turbogás (diésel).

⁴ Calculado a partir del promedio ponderado de los valores correspondientes de las centrales de generación cuyo principal energético es el diésel: combustión interna y turbogás (diésel).

Para la sección de costos se utiliza como referencia la Base de datos de Costos y Tecnología de EnergyPLAN (Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University, 2018). Los datos ingresados en EnergyPLAN se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3.10. Costos por tecnología de generación eléctrica

Tecnología	Inversión (\$ USD/MWh)	O&M (% de inv.)	Periodo de vida (años)
Grandes centrales eléctricas (PP1 y PP2)	\$6.02	3.33%	25
Geotérmica	\$ 33.90	1.6%	30
Solar fotovoltaica	\$5.66	1.31%	35
Eólica	\$6.75	3.2%	27
Interconexión (importación)	\$1.30	1.0%	40

Fuente: Elaboración propia con datos de (Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University, 2018).

Además, se toman en consideración de la Base de datos de Costos y Tecnología de EnergyPLAN (Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University, 2018) los conceptos de:

- Costo de combustible
 - Diesel: \$12.64 USD/GJ
 - Gas natural: \$9.05 USD/GJ
- Costo de manejo de combustible
 - Diesel
 - Centrales eléctricas centralizadas: \$0.32 USD/GJ
 - Centrales de generación descentralizadas e industria: \$1.95 USD/GJ
 - Gas natural
 - Centrales eléctricas centralizadas: \$0.23 USD/GJ
 - Centrales de generación descentralizadas e industria: \$1.03 USD/GJ
- Costos variables de operación y mantenimiento
 - Grandes centrales eléctricas: \$3.16 USD/GJ
 - Geotérmica: \$16.35 USD/GJ

Por último, se ingresa la curva de distribución horaria de precios del mercado eléctrico. Los datos se obtuvieron través de la API de GridStatus (GridStatus, 2024) y se procesaron para adaptarlos al formato requerido por el software EnergyPLAN utilizando Python.

3.4.3.1.2. Perfil del escenario II. Integración de vehículos eléctricos

A partir del escenario base (Perfil de simulación I) se agregan los siguientes datos de entrada a EnergyPLAN para la considerar la simulación de una flotilla de vehículos eléctricos en Baja California. Si bien las proyecciones del PRODESEN 2022-2036 se despliegan en una variedad de vehículos, se considerará únicamente vehículos eléctricos ligeros. El resto de entradas mantienen los valores del escenario base.

A. Demanda

En la subpestaña *Transport* se incorpora una flotilla de 11,650 vehículos eléctricos. Dependiendo del proyecto a simular la flotilla se ingresa en el recuadro Electricity (Dump Charge) o Electricity (Smart Charge). Asimismo, se ingresa la curva de distribución horaria de demanda correspondiente al tipo de esquema de recarga seleccionado (se toma como referencia los perfiles proporcionados por EnergyPLAN).

Dado que actualmente EnergyPLAN no tiene la capacidad para hacer distinción entre los parámetros generales de diferentes vehículos eléctricos, como capacidades de las baterías y potencia de carga, sino que se considera un solo valor para toda la demanda anual se asume un promedio de capacidad de batería de 60 kWh por vehículo eléctrico, un estándar común en la industria para vehículos de rango medio, así como una potencia de carga de 7 kW por vehículo usando cargadores de nivel 2, comúnmente usados en hogares y estaciones públicas.

Para el cálculo de la demanda anual (dato ingresado en EnergyPLAN) , se utiliza la capacidad de la batería, la suposición de un ciclo completo de carga diaria por vehículo y un factor de ajuste de 0.83:

$$Demanda\ anual = 11,650\ veh\acute{c}ulos \times 60 \frac{kWh}{veh\acute{c}ulos \cdot d\acute{a}a} \times 365 \frac{d\acute{a}a}{a\acute{a}o} \times 0.83$$

$$Demanda\ anual = 211,762,050 \frac{kWh}{a\acute{a}o}$$

En TWh/año: Demanda anual= 0.211 TWh/año.

La capacidad de conexión a la red cargar todos los vehículos al mismo tiempo se calcula:

$$Capacidad\ de\ conexi\acute{o}n_{m\acute{a}x} = 11,650\ veh\acute{c}ulos \times 7kW = 81,550kW = 81.55MW$$

Para la simulación *Smart Charge*, la capacidad total de almacenamiento se calcula:

$$\text{Capacidad de almacen}_{\text{máx}} = 11,650 \text{ vehículos} \times 60 \text{ kWh} = 699,000 \text{ kWh} = 0.699 \text{ GWh}$$

Se considera una participación del 50% de los vehículos para la conexión V2G, resultando en una capacidad de conexión de las baterías con la red (V2G):

$$\text{Capacidad de conexión}_{\text{V2G}} = 11,650 \text{ vehículos} \times 7 \text{ kW} \times 0.5 = 40,775 \text{ kW} = 40.77 \text{ MW}$$

Además de los datos puntuales anteriormente mencionados, se agrega una curva de distribución horaria proporcionadas por EnergyPLAN para cada uno de los escenarios de vehículos eléctricos: *Dump Charge* y *Smart Charge*.

B. Costos

En la subpestaña *Road Vehicles* se toma en consideración de la Base de datos de Costos y Tecnología de EnergyPLAN (Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University, 2018) los conceptos de:

- Unidades de vehículos eléctricos: 11.65 unidades (1,000 vehículos por unidad).
- Inversión: 19.67 MUSD por unidad.
- Periodo de vida: 16 años.
- O&M: 6.99% de la inversión.

3.4.3.1.3. Perfil del escenario III. Integración de nueva infraestructura eléctrica

A partir del escenario base (Perfil de simulación I) se agregan o modifican los siguientes datos de entrada a EnergyPLAN para la considerar la simulación de la integración de nueva infraestructura eléctrica en Baja California. El resto de entradas mantienen los valores del escenario base.

A. Suministro

En los proyectos del escenario III se considera la integración de diversas centrales de generación eléctrica. En la siguiente tabla se presenta las capacidades instaladas de cada unidad de generación en EnergyPLAN.

Tabla 3.11. Suministro de energía del SEBC. Escenario III.

Escenarios	Capacidad (MW)				
	PP1	PP2	Geothermal	RES1: Wind	RES2: Photo Voltaic
Escenario I (escenario base)	3184.32 ⁵	161.68 ⁶	460	40	51
A. Adición de centrales de generación 2024-2025	4473.62	161.68	460	40	351
B. Adición de centrales de generación 2026	4473.62	161.68	460	40	651
C. Adición de centrales de generación 2028	4473.62	161.68	460	40	931
D. Adición de centrales de generación 2030	4473.62	161.68	460	40	961

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE (2023).

B. Balance y almacenamiento

En los proyectos del escenario III se considera la integración de bancos de baterías. En la siguiente tabla se presenta las capacidades instaladas de cada unidad de almacenamiento en EnergyPLAN. Siguiendo las recomendaciones de tutoriales de EnergyPLAN y con fines de simplicidad, se considera una capacidad de carga y descarga del 100%; eficiencia de carga del 80% y de descarga del 90%; 100% recargas con energías renovables; y 4 horas de almacenamiento de la capacidad máxima.

	Capacidad del banco de baterías (MW)	Capacidad de almacenamiento (GWh)
Escenario I (escenario base)	0	0
A. Adición de centrales de generación 2024-2025	60	0.24
B. Adición de centrales de generación 2026	120	0.48
C. Adición de centrales de generación 2028	180	0.72
D. Adición de centrales de generación 2030	189	0.756

⁵ Calculado a partir de la sumatoria de la capacidad instalada de las centrales de generación cuyo principal energético es el gas natural: ciclo combinado, termoeléctrica y turbogás (gas natural).

⁶ Calculado a partir de la sumatoria de la capacidad instalada de las centrales de generación cuyo principal energético es el diésel: combustión interna y turbogás (diésel).

C. Costos

En la subpestaña *Heat and Electricity* se toma en consideración de la Base de datos de Costos y Tecnología de EnergyPLAN (Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University, 2018) los conceptos de:

- Inversión: 0.5 MUSD por unidad.
- Periodo de vida: 10 años.
- O&M: 2.5% de la inversión.

3.4.4. Evaluación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente

En la siguiente tabla se relacionan los criterios del SEN y las herramientas utilizadas en la presente tesis para su evaluación.

Tabla 3.12. Evaluación de los criterios del SEN en la tesis.

Criterios	Herramienta de evaluación
Eficiencia	Se aborda mediante el análisis de los costos de generación y las simulaciones de los escenarios en EnergyPLAN , particularmente en los impactos de la integración de vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía. Mediante el cuestionario se evalúa indirectamente al analizar la percepción de los participantes sobre la integración de energías renovables y la modernización de la infraestructura eléctrica, además se incluyen preguntas relacionadas con la gestión de la energía y su impacto en el consumo y los costos energéticos.
Calidad	Se evalúa mediante el cuestionario a través de preguntas sobre la percepción de los usuarios respecto a la calidad del suministro eléctrico, como la estabilidad y la frecuencia de las interrupciones. Además, incluye reactivos asociados a la percepción del estado de las líneas de transmisión y distribución.
Confiabilidad	Se evalúa mediante las simulaciones de escenarios en EnergyPLAN , analizando cómo los distintos modelos de carga (<i>Dump Charge</i> y <i>Smart Charge-V2G</i>) y el almacenamiento de energía impactan la confiabilidad del suministro. Mediante el cuestionario se evalúa la percepción de los participantes sobre la capacidad del sistema para atender la demanda eléctrica de manera consistente, especialmente en escenarios con alta integración de energías renovables. También se analizan respuestas relacionadas con la disposición a participar en proyectos de generación distribuida, reflejando confianza en el sistema.

Continuidad	A través de EnergyPLAN se evalúa parcialmente, si bien no se presentan métricas o análisis específicos relacionados con interrupciones o continuidad, sin embargo, las simulaciones realizadas se realizan bajo requisito de cumplimiento del suministro eléctrico. En el cuestionario este criterio se aborda a través de preguntas sobre la frecuencia de interrupciones en el suministro eléctrico y la percepción de la cobertura del servicio. Además, se incluyen reactivos sobre la priorización de proyectos para mejorar las redes de transmisión y distribución.
Seguridad	A través de EnergyPLAN se evalúa parcialmente la seguridad en términos de la incorporación de tecnologías avanzadas para mejorar la operación del sistema eléctrico, pero no se desarrolla con resultados específicos del programa. En el cuestionario se incluye mediante reactivos relacionados con la percepción de los participantes sobre la capacidad del sistema eléctrico para operar de forma segura y confiable, considerando factores como el mantenimiento de las líneas y la incorporación de nuevas tecnologías.
Sustentabilidad	En EnergyPLAN, se evalúa explícitamente a través del análisis de emisiones de CO₂ y el potencial de integración de fuentes renovables en el SEBC, así como en el cálculo de los factores de emisión de diferentes escenarios simulados. En el cuestionario se evalúa mediante preguntas sobre el impacto ambiental del sistema eléctrico, la integración de energías renovables, y las metas de reducción de emisiones, así como la percepción sobre el potencial de las redes eléctricas inteligentes para contribuir a la sustentabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4. Resultados

En este capítulo se muestran los resultados del estudio en los siguientes apartados: en el primero, se presentan aquellos de la formulación del modelo estratégico de proyectos de REI incluyendo la estadística descriptiva del cuestionario, la matriz de evaluación de proyectos y la lista de proyectos candidatos para Baja California; en el segundo, se muestran los resultados de la validación del modelo estratégico planteado mediante la simulación de escenarios en el programa especializado EnergyPLAN, así como el análisis descriptivo y comparativo de la generación, transmisión, distribución, gestión y emisiones de gases de efecto invernadero de la energía eléctrica en Baja California; por último, en el tercer apartado se integran los resultados anteriormente mencionados para ofrecer la evaluación del modelo estratégico de la REI a través de cada uno de los criterios del SEN.

4.1. Resultados de la estadística descriptiva del cuestionario

Este apartado presenta la estadística descriptiva de las respuestas del cuestionario de acuerdo a las secciones que lo integran: “1. Información demográfica”, “2. Generación de energía eléctrica”, “3. Gestión de la energía”, “4. Transmisión de la energía eléctrica”, “5. Distribución de la energía eléctrica”. En cada apartado se incluyen los resultados de los reactivos indicando la frecuencia y porcentajes correspondientes en tablas (nota: solo se incluyen los reactivos y opciones que recibieron respuestas. Para conocer el cuestionario completo consulte el Apéndice 1).

4.1.1. Información demográfica

Basado en la muestra no probabilística determinada, se recolectan las respuestas de 6 participantes de instituciones y dependencias responsables de la planificación y control del SEBC, responsables de proyectos estatales y municipales, miembros de asociaciones empresariales de los sectores de alto impacto en el desarrollo tecnológico de la región y de centros de educación superior, investigación o instituciones afines.

La población participante se caracteriza por lo siguiente:

- Edad:

- 16.7% se encuentra en un rango de 30 años o menos;
- 16.7% se encuentra en un rango de 31 años a 40 años;
- 16.7% se encuentra en un rango de 41 años a 50 años;
- 50% se encuentra en un rango de 51 años o más.
- Género: 100% son del género masculino.
- Ubicación:
 - 50% se localiza en Mexicali;
 - 33.3% se localiza en Tijuana;
 - 16.7% se localiza en Playas de Rosarito.
- Subgrupo de la población de estudio:
 - 33.3% se identifica como Representante de organizaciones e instituciones responsables de la planificación y gestión del sistema eléctrico;
 - 33.3% como Representante de los centros de educación superior, investigación o instituciones afines;
 - 16.7% como Representantes de organizaciones e instituciones responsables planificación y desarrollo de Baja California;
 - 16.7% como Representantes de las cámaras empresariales de Baja California.
- Rol o puesto de trabajo: los participantes se caracterizan por ocupar roles o puestos de trabajos de alto nivel jerárquico tales como subdirectores de área, presidentes, directores, así como investigadores.

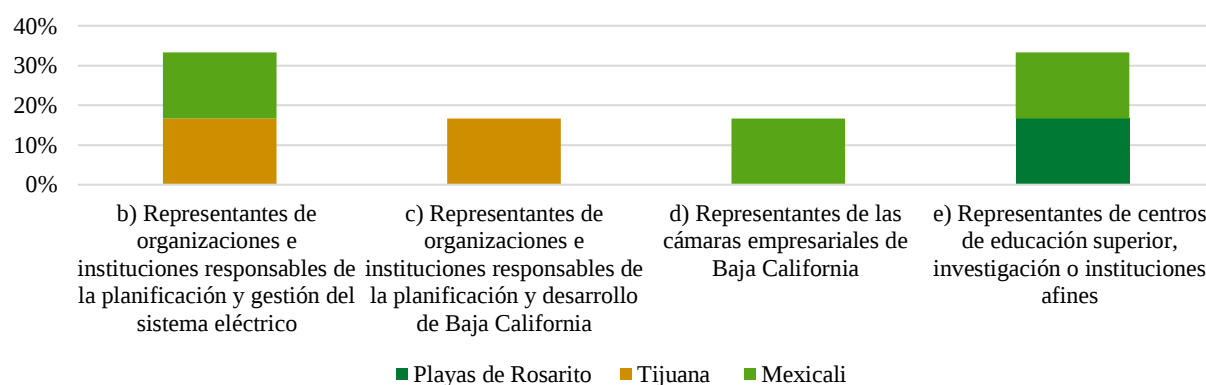


Figura 4.1. Perfil de los participantes y ubicación.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Generación de energía eléctrica

Se analiza el grupo de reactivos 1 al 13 del apartado III del cuestionario relativos a la categoría de generación de energía eléctrica, en donde se cuestionan temas acerca del estado actual del esquema de generación eléctrica, del servicio eléctrico, de la infraestructura existente e impacto ambiental del SEBC, así como cuestiones relacionadas con la generación distribuida y a posibles metas para el sector eléctrico.

Como se observa en la siguiente tabla, de los reactivos 1 a 4 se obtiene información sobre la percepción de las partes interesadas sobre la generación eléctrica neta del SEBC por tipo de energía aprovechada: energía solar, energía eólica, energía geotérmica, gas natural y diésel. De manera general, los participantes identifican como regular la participación de la energía solar y energía eólica en Baja California, mientras que la participación de la energía geotérmica, del gas natural y diésel fue percibida como buena. De manera específica por perfil identificado, se observan los siguientes resultados por perfil encuestado:

- **Participantes de organizaciones responsables de la planificación y gestión del sistema eléctrico:** mientras la percepción de la generación eléctrica a partir de energía geotérmica, gas natural y diésel se califica como “buena”, la percepción sobre el aprovechamiento de la energía solar y eólica se divide equitativamente entre “regular” y buena”.
- **Participantes de organizaciones responsables de la planificación y desarrollo de Baja California:** únicamente se califica como “regular” la participación en la generación eléctrica a partir de energía solar, mientras que la participación del resto de fuentes de energía (eólica, geotérmica, gas natural y diésel) se califica como “buena”.
- **Participantes de las cámaras empresariales de Baja California:** de manera consistente, la participación de todas las fuentes de energía evaluadas se califica como “regular”.
- **Participantes de centros de educación superior, investigación o instituciones afines:** en este caso, la calificación de la participación de la energía geotérmica se divide equitativamente entre “buena” y “muy buena”, recibiendo en cierto grado la calificación más alta entre todos los perfiles; la participación del gas natural y diésel se califica como “buena”; la energía eólica se califica como “regular”, mientras que la calificación de la participación de la energía solar se divide equitativamente entre “regular” y buena”.

Tabla 4.1. Percepción de la generación neta del SEBC por fuente de energía por perfil participante (reactivos 1 a 4).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
1. Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía solar participaron con el 0.8% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿cómo calificaría la participación de la energía solar ?	Regular	50.0%	100.0%	100.0%	50.0%	66.7%
	Bueno	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2. Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía eólica participaron con el 0.7% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿cómo calificaría la participación de la energía eólica ?	Regular	50.0%	0.0%	100.0%	100.0%	66.7%
	Bueno	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
3. Considerando que en 2021 la central de generación de energía geotérmica participó con el 15.9% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿cómo calificaría la participación de la energía geotérmica ?	Regular	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	16.7%
	Bueno	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%	66.7%
	Muy bueno	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
4. Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía a partir de gas natural y diésel participaron con el 82.6% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿cómo calificaría la participación del gas natural y diésel ?	Regular	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	16.7%
	Bueno	100.0%	100.0%	0.0%	100.0%	83.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

En el reactivo 5 se les pregunta a los participantes sobre la cobertura del servicio eléctrico en el estado, los participantes la califican en un 16.7% como “muy buena”, 33.3% como “buena”, 33.3% como “regular” y 16.7% selecciona la opción “no sé”. En cuanto al análisis por perfiles, destaca la disparidad entre la percepción de los participantes de Centros de educación superior, investigación o instituciones afines, mientras que el resto de los perfiles muestran una mayor uniformidad en sus respuestas, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.2. Percepción de la cobertura del servicio eléctrico por perfil participante (reactivo 5).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
5. ¿Cómo calificaría la cobertura de energía eléctrica en Baja California?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Regular	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Bueno	0.0%	100.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Muy bueno	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

El reactivo 6 evalúa la percepción sobre la ubicación de las centrales de generación de energía eléctrica donde el 16.7% de los participantes la califica como “muy buena”, 66.7% como “buena” y 16.7% indica no saber cómo calificarlas. Del mismo modo que en el reactivo anterior, la mayor disparidad de respuestas corresponde a los Centros de educación superior, investigación o instituciones afines.

Tabla 4.3. Percepción de la ubicación de centrales de generación por perfil participante (reactivo 6).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
6. ¿Cómo calificaría la ubicación de las centrales de generación de energía eléctrica en Baja California?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Bueno	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	66.7%
	Muy bueno	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

Se emplean los reactivos 7 y 8 para analizar el impacto del SEBC percibido. En cuanto a la percepción del impacto ambiental del SEBC, la mayor parte de los participantes (66.7%) lo califican como “regular”, mientras el porcentaje restante indica no saber cómo calificarlo. Por otro lado, el impacto en la salud percibido se distribuye entre 16.7% como “bueno”, 50% como regular y 33.3% indica no saber cómo calificarlo. En ambos casos la mayor parte de los participantes califican como regular el impacto del SEBC, sin embargo, en la sección de comentarios se hizo la observación de que falta agregar la opción “malo” a la lista de opciones.

Tabla 4.4. Percepción del impacto del SEBC por perfil participante (reactivos 7 y 8).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
7. ¿Cómo calificaría el impacto ambiental del Sistema Eléctrico de Baja California?	No sé	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Regular	50.0%	100.0%	100.0%	50.0%	66.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
8. ¿Cómo calificaría el impacto en la salud de la población del Sistema Eléctrico de Baja California?	No sé	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Regular	50.0%	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%
	Bueno	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

En los reactivos 9 a 11 se evalúan los siguientes puntos: acceso a los datos de capacidad instalada y ubicación de las centrales de generación eléctrica, capacidad instalada de generación eléctrica distribuida y oferta tecnológica para la generación eléctrica distribuida. En primer lugar, 50% de los participantes califican como “bueno” el acceso a los datos principales de las centrales de generación existentes en Baja California. En cuanto a la capacidad de generación eléctrica distribuida en el estado, los participantes muestran una baja uniformidad en sus respuestas: 16.7% la califica como “muy buena”, 33.3% como “buena”, 33.3% como “regular” y 16.7% no supo responder. Mientras que la oferta tecnológica disponible se califica como “regular” por un 50% de los participantes, 16.7% como “muy buena”, 16.7% como “buena” y 16.7% no supo responder.

Tabla 4.5. Percepción del acceso a información y generación distribuida por perfil participante (reactivos 9 a 11).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
9. ¿Cómo calificaría el acceso a los datos de capacidad instalada y ubicación de las centrales de generación de energía eléctrica en Baja California?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Regular	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Bueno	50.0%	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%
	Muy bueno	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
10. ¿Cómo calificaría la capacidad instalada de generación de energía distribuida en Baja California?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Regular	50.0%	0.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Bueno	0.0%	100.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Muy bueno	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
11. ¿Cómo calificaría la oferta tecnológica actual para la generación de energía distribuida al sector público, social y privado en Baja California?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Regular	50.0%	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%
	Bueno	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Muy bueno	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

Por último, en esta categoría se les pregunta a los participantes sobre metas de Baja California en materia de energías renovables a 2028. En el reactivo 12 consulta sobre cuál consideran que debe ser la meta para capacidad instalada de energías renovables, de manera unánime los participantes consideran necesario aumentar el porcentaje actual (18%), pero varía la proporción a la que debe hacerlo:

- **Participantes de organizaciones responsables de la planificación y gestión del sistema eléctrico:** los participantes de este rubro se distribuyen equitativamente entre incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 25% y a 30%. Si bien, demuestran interés en incrementar el aprovechamiento de estos recursos, se mantienen en las menores proporciones de incremento <en comparación al resto de rubros>.
- **Participantes de organizaciones responsables de la planificación y desarrollo de Baja California:** los participantes consideran que la capacidad instalada renovable debería

aumentar solo al 25% siendo el mismo caso que el rubro anterior, se mantiene la iniciativa de crecimiento pero a pequeña escala <en comparación al resto de rubros>.

- **Participantes de las cámaras empresariales de Baja California:** los participantes consideran que la capacidad instalada renovable debería aumentar al 35%, demostrando interés en incrementar el aprovechamiento de este recurso a una escala intermedia <en comparación al resto de rubros>.
- **Participantes de centros de educación superior, investigación o instituciones afines:** los participantes de este rubro demuestran interés en las metas de incremento de la capacidad instalada renovable más ambiciosas, repartiéndose equitativamente entre las metas de 35% y 40%.

Si bien, los participantes de las cámaras empresariales y de centros de educación e investigación demuestran interés en las metas más ambiciosas, el alcance de este tipo de iniciativas se rige principalmente en los intereses de las organizaciones de planificación, tanto del sistema eléctrico como a nivel estatal. Por otro lado, en el reactivo 13 los participantes expresan un mayor interés en promover y financiar la generación distribuida conectada a la red de Baja California con un 83.3% y a las centrales de generación de energía solar a gran escala por un 16.7%.

Tabla 4.6. Percepción de las metas de energías renovables para Baja California por perfil participante (reactivos 12 y 13).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
12. Actualmente, las energías renovables representan el 18% de la capacidad instalada del Sistema Eléctrico de Baja California. ¿Cuál considera que debe ser la meta para capacidad instalada de energías renovables para 2028?	Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 25%	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 30%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 35%	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 40%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
13. ¿Qué tipo de centrales de generación de energía considera que debe ser promovidos y financiados en el Sistema Eléctrico de Baja California?	Centrales de generación de energía solar	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Generación distribuida conectada a la red	100.0%	100.0%	100.0%	50.0%	83.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

4.1.3. Gestión de la energía

Se analiza el grupo de reactivos 1 al 13 del apartado III del cuestionario relativos a la categoría de gestión de energía eléctrica, en donde se cuestionan temas acerca del estado actual de los procedimientos y financiamientos, acceso a datos históricos de consumo eléctrico, subsidio eléctrico, metas para el SEBC, conocimiento de las redes eléctricas inteligentes y la disposición de los participantes a participar en este tipo de proyectos.

En los reactivos 1 y 2 se les pregunta a los participantes sobre dos cuestiones: el procedimiento actual para la interconexión de unidades de generación distribuida y los programas/financiamientos existentes para la instalación de las mismas. De manera general, 50% de los participantes consideran “bueno” el procedimiento actual de interconexión, mientras que un

33.3% lo considera “regular” y 16.7% indica no saber cómo calificarla. Por otro lado, los programas y financiamientos son calificados como “muy buenos” por un 16.7% de los participantes, “buenos” por el 33.3%, “regular” por el 16.7% y 16.7% indica no saber cómo calificarla. De manera específica, destaca el hecho de que los participantes de Cámaras empresariales califican ambos elementos como “regulares”, además de que este rubro hizo la observación en la sección de comentarios sobre la falta de la opción “malo” a la lista de opciones por lo que puede suponer una menor calificación por parte de estos participantes.

Tabla 4.7. Percepción del procedimiento y programas de financiamiento para la generación distribuida por perfil participante (reactivos 1 y 2).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	
1. ¿Cuál es su opinión sobre el procedimiento actual para la interconexión unidades de generación distribuida de energía?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Regular	50.0%	0.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Bueno	50.0%	100.0%	0.0%	50.0%	50.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2. ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de unidades de generación distribuida de energía en Baja California?	No sé	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Regular	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	16.7%
	Bueno	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Muy bueno	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

En el reactivo 3 los participantes expresan una variedad de percepción sobre el acceso a sus datos históricos y en tiempo real de consumo eléctrico por parte del proveedor del servicio eléctrico. Mientras que 16.7% de los participantes consideran una calificación de “muy buena”, el mayor porcentaje de los participantes se distribuye entre las opciones de “bueno” y “regular”.

Tabla 4.8. Percepción del acceso a datos eléctricos perfil participante (reactivo 3).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	
3. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos históricos y en tiempo real de consumo eléctrico por parte del proveedor del servicio eléctrico?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Regular	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Bueno	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Muy bueno	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

En el reactivo 4, 33.3% de los participantes pertenecientes a organizaciones de planificación y desarrollo de Baja California y cámaras empresariales locales, califican la aplicación del subsidio eléctrico en el estado como “excelente” denotando el alto impacto que este tiene en los grupos de interés locales; 16.7% de los participantes lo califican como “bueno”, 16.7% como “regular” y 33.3% de los participantes indica no saber cómo calificarlo. Esta disparidad entre resultados se puede relacionar con que algunas organizaciones a cargo del sistema eléctrico y centros de investigación no cuentan con sus sedes principales en el estado (tal y como se hizo la observación en la sección de comentarios) por lo que no se consideraban capacitados para dar su opinión.

Tabla 4.9. Percepción de la aplicación del subsidio eléctrico en Baja California por perfil participante (reactivo 4).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	
4. ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?	No sé	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Regular	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Bueno	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Excelente	0.0%	100.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

En el reactivo 5 se emplea una matriz para que los participantes expresaran su perspectiva sobre el grado de prioridad que deberían tener diversos aspectos del SEBC. Los resultados por perfil de los participantes se enlistan a continuación:

- **Participantes de organizaciones responsables de la planificación y gestión del sistema eléctrico:** de manera unánime, este rubro considera que “Garantizar el suministro del servicio eléctrico” debe tener una “muy alta prioridad”; seleccionan “Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica” con una prioridad entre “alta” y “muy alta”; “Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población” entre una prioridad “alta” y “media”; “Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica” entre una prioridad “media” y “baja”; y consideran el “Brindar beneficios económicos y sociales al estado” y “Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas” con prioridad “media”. Con esto se observa que los participantes de este rubro ponen por encima el correcto funcionamiento del sistema eléctrico por encima de posibles beneficios económicos.
- **Participantes de organizaciones responsables de la planificación y desarrollo de Baja California:** de manera unánime, este rubro considera que “Garantizar el suministro del servicio eléctrico” y “Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica” deben tener una “muy alta prioridad”; “Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población” y “Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica” con una prioridad “alta”; consideran el “Brindar beneficios económicos y sociales al estado” con prioridad “media” y con “baja” prioridad el “Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas”. Al igual que el rubro anterior, se prioriza el correcto funcionamiento del sistema eléctrico por encima de posibles beneficios económicos, sin embargo, se estima con mayor prioridad el avance tecnológico <en comparación al rubro anterior >.
- **Participantes de las cámaras empresariales de Baja California:** de manera unánime, este rubro considera que todos los elementos evaluados deben tener una “muy alta” prioridad para el SEBC, demostrando interés en el equilibrio del correcto funcionamiento del sistema eléctrico, la innovación tecnológica y los beneficios económicos.
- **Participantes de centros de educación superior, investigación o instituciones afines:** de manera unánime, este rubro considera que “Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población” y “Garantizar el suministro del servicio eléctrico” deben tener una “muy alta prioridad”; “Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica” con una prioridad entre “alta” y “muy alta”, “Asegurar la viabilidad y promover la innovación

tecnológica” con una prioridad entre “Muy alta” y “media”; consideran el “Brindar beneficios económicos y sociales al estado” y “Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas” con prioridad “media”. Al igual que los primeros rubros, se prioriza el correcto funcionamiento del sistema eléctrico por encima de posibles beneficios económicos, sin embargo, se estima con mayor prioridad la preservación del medio ambiente y de la salud de la población, así como el avance tecnológico <en comparación a rubros anteriores >.

Tabla 4.10. Percepción de metas para el SEBC por perfil participante (reactivo 5).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	
5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población]	Media	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Alta	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Muy alta	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	50.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica]	Alta	50.0%	100.0%	0.0%	50.0%	50.0%
	Muy alta	50.0%	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Garantizar el suministro del servicio eléctrico]	Muy alta	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas]	Baja	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Media	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%	66.7%
	Muy alta	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Brindar beneficios económicos y sociales al estado]	Media	100.0%	100.0%	0.0%	100.0%	83.3%
	Muy alta	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Asegurar la	Baja	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Media	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Muy alta	0.0%	100.0%	100.0%	50.0%	50.0%

viabilidad y promover la innovación tecnológica]	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
--	-------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: SPSS.

En los reactivos 6 a 9 se les pregunta a los participantes sobre qué tan de acuerdo se encontraban con frases relacionadas con la implementación de una REI en Baja California. De manera general, 66.7% de los participantes consideran que este tipo de proyectos puede ayudar a mejorar la confiabilidad, seguridad de despacho, continuidad y calidad del servicio eléctrico del estado, mientras que el 33.3% se encuentra totalmente de acuerdo. Aquellos participantes que demuestran una mayor confianza ante los beneficios de una REI fueron los participantes de las cámaras empresariales de Baja California y Centros de educación superior, investigación o instituciones afines.

Tabla 4.11. Percepción de los beneficios de las redes eléctricas inteligentes por perfil participante (reactivos 6 a 9).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
6. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?	De acuerdo	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%	66.7%
	Totalmente de acuerdo	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
7. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?	De acuerdo	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%	66.7%
	Totalmente de acuerdo	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?	De acuerdo	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%	66.7%
	Totalmente de acuerdo	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
9. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red	De acuerdo	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%	66.7%

eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?	Totalmente de acuerdo	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

Siguiendo con la evaluación de las redes eléctricas inteligentes, durante los reactivos 10 a 13 se consulta la disposición para participar en diversos proyectos de REI y generación distribuida. Los resultados del reactivo 10 demuestran una disposición variada a instalar equipos de generación eléctrica distribuida en negocios y/o hogares de los participantes: 33.3% de los participantes están totalmente de acuerdo con esta tarea, abarcando los rubros de las cámaras empresariales y centros de educación e investigación; 33.3% de los participantes consideran estar de acuerdo, abarcando organización de planificación del sistema eléctrico y centros de educación e investigación, a 16.7% de los participantes les parece indiferente realizar esta tarea (organización de planificación del sistema eléctrico), mientras que 16.7% están totalmente en desacuerdo en realizar esta tarea, siendo organizaciones de planificación y desarrollo de Baja California. De manera unánime, todos los participantes expresan en el reactivo 11 que si tuvieran que instalar un equipo de generación eléctrica distribuida optarían por un sistema de energía solar. En los reactivos 12 y 13 se compara la disposición de los participantes a realizar la instalación de equipos de generación distribuida pagando la totalidad del equipo y con el apoyo de un financiamiento público o privado, respectivamente: 33.3% de los participantes están en desacuerdo en realizar esta tarea pagando la totalidad de los costos del equipo, mientras que el resto de los participantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo, mientras que, con el apoyo de un financiamiento, todos los participantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo en realizar esta tarea.

Tabla 4.12. Disposición a participar en proyectos de generación distribuida por perfil participante (reactivos 10 a 13).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
10. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en	En desacuerdo	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Indiferente	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	De acuerdo	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%

mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?	Totalmente de acuerdo	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
11. ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?	Generación distribuida de energía solar	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
12. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar pagando la totalidad del equipo ”?	En desacuerdo	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	De acuerdo	50.0%	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%
	Totalmente de acuerdo	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
13. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado ”?	De acuerdo	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%	66.7%
	Totalmente de acuerdo	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

4.1.4. Transmisión de la energía eléctrica

Se analiza el grupo de reactivos 1 al 8 del apartado III del cuestionario relativos a la categoría de transmisión de energía eléctrica, en donde se cuestionan temas acerca del estado actual de la Red Nacional de Transmisión, redes eléctricas inteligentes y metas para el SEBC.

En los reactivos 1 a 5 se evalúa la percepción de los participantes sobre el estado actual del sistema de transmisión de energía eléctrica de Baja California. En el reactivo 1, 66.7% los participantes expresan que, de manera general, el estado actual de las redes de transmisión es “bueno”, mientras que 33.3% lo considera “regular”. Según los resultados reactivos 2, sobre la principal problemática a la que se enfrentan las redes eléctricas de transmisión, el 66.7% considera que se trata de la saturación, sobrecarga e interrupción de las operaciones, 16.7% considera que son las condiciones meteorológicas adversas y 16.7% la falta de mantenimiento preventivo. Sobre la disponibilidad de las líneas transmisión, equipos de transformación y equipos de compensación de potencia reactivas en alta tensión en el reactivo 3, 16.7% la califican como “muy buena”, 50% como “buena” y 33.3% como “regular”. La duración promedio de las interrupciones del servicio eléctrico ocurridas en las redes eléctricas de transmisión fue calificada en el reactivo 4 como “buena” por el 66.7% de los participantes, “regular” por el 16.7% y, en la misma proporción, los participantes indican no saber cómo calificarlas. Por otro lado, en el reactivo 5 la capacidad de las líneas de transmisión para

soportar congestiones y saturaciones eléctricas es calificada como “buena” por el 16.7% de los participantes , “regular” por el 66.7% y 16.7% de los participantes indica no saber cómo calificarla.

Tabla 4.13. Percepción del estado actual de las líneas de transmisión por perfil participante (reactivos 1 a 5).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
1. ¿Cómo calificaría el estado actual de las redes eléctricas de transmisión Baja California?	Regular	50.0%	0.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Bueno	50.0%	100.0%	0.0%	100.0%	66.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2. ¿Cuál considera que es la principal problemática a la que se enfrenta actualmente las redes eléctricas de transmisión en Baja California?	Saturación, sobrecarga e interrupción de las líneas de transmisión	50.0%	100.0%	100.0%	50.0%	66.7%
	Condiciones meteorológicas adversas	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Falta de mantenimiento preventivo	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
3. ¿Cómo calificaría la disponibilidad de las líneas de transmisión, equipos de transformación y equipos de compensación de potencia reactivas en alta tensión en Baja California?	Regular	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Bueno	50.0%	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%
	Muy bueno	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
4. ¿Cómo calificaría la duración promedio de las interrupciones del servicio eléctrico ocurridas en las redes eléctricas de transmisión de Baja California?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Regular	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Bueno	50.0%	100.0%	100.0%	50.0%	66.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
5. ¿Cómo calificaría el estado actual de la estructura física de las redes eléctricas de transmisión para soportar congestiones y saturaciones eléctricas en Baja California?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Regular	50.0%	100.0%	100.0%	50.0%	66.7%
	Bueno	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

En el reactivo 6 los participantes califican los beneficios que puede proporcionar una REI a las redes de transmisión donde el 33.3% los definen como “excelentes”, 50% como “muy buenos” y

16.7% como “buenos”. Mientras que en el reactivo 7, 66.7% de los participantes consideran que el elemento más importante a desarrollar en los próximos cinco años para implementar una REI en la Red de Transmisión de Baja California es la infraestructura tecnológica y 33.3% la gestión y análisis de datos.

Tabla 4.14. Percepción del potencial de las redes eléctricas inteligentes en Baja California por perfil participante (reactivos 6 y 7).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
6. ¿Cómo calificaría los beneficios que puede proporcionar una red eléctrica inteligente a las redes de transmisión?	Bueno	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Muy bueno	50.0%	100.0%	0.0%	50.0%	50.0%
	Excelente	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
7. ¿Qué elementos considera más importantes desarrollar en los próximos cinco años para implementar una red eléctrica inteligente en la Red de Transmisión de Baja California?	Infraestructura tecnológica	50.0%	0.0%	100.0%	100.0%	66.7%
	Gestión y análisis de datos	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

Siguiendo con la evaluación de las redes eléctricas inteligentes, en el reactivo 8 se emplea una matriz para evaluar el grado de prioridad que deberían tener una lista de proyectos para la red de transmisión de Baja California de acuerdo a la percepción de los participantes. Los resultados por perfil de los participantes se enlistan a continuación:

- Participantes de organizaciones responsables de la planificación y gestión del sistema eléctrico:** De manera unánime, estos participantes consideran que es de “muy alta” prioridad llevar a cabo proyectos de “reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados”. Además, ubican en una prioridad entre “muy alta” y “alta” la “localización automática de fallas en las líneas de transmisión”. Los proyectos de “utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea” son calificados entre “muy alta” y “media” prioridad. Por otra parte, los participantes otorgan una prioridad entre “alta” y “media” a la “implementación de protocolos, equipos

y aplicaciones para la integración de los centros de control”. Además, consideran que la “integración del almacenamiento de energía” es una prioridad “media”. Finalmente, la “construcción de dos centros de control redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión” se califica entre una prioridad “media” y “baja”.

- **Participantes de organizaciones responsables de la planificación y desarrollo de Baja California:** De manera unánime, se considera de “muy alta” prioridad el proyecto de “Reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados”. Además, una combinación de prioridades “muy alta” y “media” se atribuye a la “Implementación de protocolos, equipos y aplicaciones para la integración de los Centros de Control”. En cuanto a los proyectos con una prioridad “alta”, se destaca la “Localización automática de fallas en las líneas de transmisión”, la “Utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea” y la “Construcción de dos centros de control redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión”. Por otro lado, los proyectos calificados entre las prioridades “media” y “baja” se relacionan con la “Integración del almacenamiento de energía”. Estas consideraciones muestran cómo las organizaciones priorizan distintas áreas de desarrollo en función de la importancia y el impacto esperado en la región de Baja California.
- **Participantes de las cámaras empresariales de Baja California:** Estos participantes consideran que los siguientes proyectos son de “muy alta” prioridad: “reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados”, “localización automática de fallas en las líneas de transmisión”, “implementación de protocolos, equipos y aplicaciones para la integración de los centros de control”, y la “utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea”. Por otra parte, una combinación de prioridad “muy alta” y “alta” es asignada a otros proyectos importantes. Del mismo modo, una prioridad entre “muy alta” y “media” es atribuida a diferentes iniciativas en el ámbito eléctrico. En cuanto a los proyectos calificados como de “alta” prioridad, se destacan la “integración del almacenamiento de energía” y la “construcción de dos centros de control redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión”.
- **Participantes de centros de educación superior, investigación o instituciones afines:** Los participantes de estos centros consideran una prioridad de “muy alta” y “alta” el

proyecto de “reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados”. Por otra parte, se otorga una prioridad “alta” a la “integración del almacenamiento de energía” y a la “utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea”. Además, se califica entre “alta” y “media” la “localización automática de fallas en las líneas de transmisión”. Finalmente, los proyectos de “implementación de protocolos, equipos y aplicaciones para la integración de los Centros de Control” y la “construcción de dos centros de control redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión” se consideran de prioridad “media”.

Todos los rubros coinciden en otorgar una prioridad “muy alta” al “reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados” y a la “localización automática de fallas en las líneas de transmisión”. Esto sugiere que la confiabilidad y el mantenimiento del sistema eléctrico son aspectos fundamentales para todos los sectores involucrados. Además, los participantes demuestran un interés en mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la red a través de la implementación de tecnologías avanzadas. Si se sinterizaran los resultandos anteriormente mencionados para establecer el orden de implementación de los proyectos en función de la prioridad percibida se obtienen la siguiente secuencia:

1. Reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados.
2. Localización automática de fallas en las líneas de transmisión.
3. Utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea.
4. Implementación de protocolos, equipos y aplicaciones para la integración de los Centros de Control.
5. Integración del almacenamiento de energía.
6. Construcción de dos centros de control redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión.

Este orden de implementación se centra en abordar primero los proyectos que garantizan la seguridad, confiabilidad y modernización tecnológica del sistema eléctrico. Luego, se prioriza la estabilidad y eficiencia del sistema mediante el almacenamiento de energía, y finalmente, se abordan aspectos de resiliencia para asegurar la continuidad operativa.

Tabla 4.15. Percepción prioridad de proyectos para la red de transmisión por perfil participante (reactivo 8).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	
8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados]	Alta	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Muy alta	100.0%	100.0%	100.0%	50.0%	83.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Integración del almacenamiento de energía]	Baja	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Media	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Alta	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	50.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Localización automática de fallas en las líneas de transmisión]	Media	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Alta	50.0%	100.0%	0.0%	50.0%	50.0%
	Muy alta	50.0%	0.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Implementación de protocolos, equipos y aplicaciones para la integración de los Centros de Control]	Media	50.0%	100.0%	0.0%	100.0%	66.7%
	Alta	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Muy alta	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea]	Media	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Alta	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	50.0%
	Muy alta	50.0%	0.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Construcción de dos centros de control]	Baja	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Media	50.0%	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%
	Alta	0.0%	100.0%	100.0%	0.0%	33.3%

redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión]	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
---	-------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: SPSS.

4.1.5. Distribución de la energía eléctrica

Se analiza el grupo de reactivos 1 al 8 del apartado III del cuestionario relativos a la categoría de distribución de energía eléctrica, en donde se cuestionan temas acerca del estado actual de la Redes Generales de Distribución, redes eléctricas inteligentes y metas para el SEBC.

En los reactivos 1 a 5 se evalúa la percepción de los participantes sobre el estado actual del sistema de distribución de energía eléctrica de Baja California. En el reactivo 1, 16.7% de los participantes expresan que, de manera general, el estado actual de las redes de transmisión es “excelente”, 33.3 % considera que es “bueno”, mientras que 50% lo considera “regular”. Según los resultados reactivos 2 sobre la duración promedio de las interrupciones del servicio eléctrico en las redes eléctricas de distribución, 16.7% considera que es “excelente”, 50% la considera “muy buena” y 33.3% como “regular”. Sobre la eficiencia en la operación y mantenimiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California, en el reactivo 3, 16.7% la califica como “excelente”, 33.3% como “muy buena” y 50% como “buena”. En el reactivo 4, la eficiencia en la operación, mantenimiento y resiliencia ante casos fortuitos o de fuerza mayor de las Redes Generales de Distribución en Baja California es calificada como “excelente” por el 16.7% de los participantes , “muy buena” por el 33.3 % y “buena” por el 50% de los participantes. Por otro lado, en el reactivo 5, el funcionamiento de las Redes Generales de Distribución se califica como “excelente” por el 16.7% de los participantes , “muy bueno” por el 33.3%, “bueno” por el 33.3% y 16.7% de los participantes lo consideran “regular”

Tabla 4.16. Percepción del estado actual de las líneas de distribución por perfil participante (reactivos 1 a 5).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
1. ¿Cómo calificaría el estado actual de las Redes Generales de Distribución	Bueno	50.0%	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%
	Muy bueno	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

de energía eléctrica en Baja California?	Excelente	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2. ¿Cómo calificaría la duración de interrupciones del servicio eléctrico en las redes eléctricas de distribución en Baja California?	Bueno	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Muy bueno	50.0%	100.0%	100.0%	0.0%	50.0%
	Excelente	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
3. ¿Cómo calificaría la eficiencia en la operación y mantenimiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California?	Bueno	50.0%	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%
	Muy bueno	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Excelente	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
4. ¿Cómo calificaría la eficiencia en la operación, mantenimiento y resiliencia ante casos fortuitos o de fuerza mayor de las Redes Generales de Distribución en Baja California?	Bueno	50.0%	100.0%	0.0%	50.0%	50.0%
	Muy bueno	50.0%	0.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Excelente	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
5. ¿Cómo calificaría el funcionamiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California?	Regular	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Bueno	50.0%	0.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Muy bueno	50.0%	100.0%	0.0%	0.0%	33.3%
	Excelente	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

En el reactivo 6 se emplea una matriz para que los participantes expresen su perspectiva sobre el grado de prioridad que deberían tener una lista de proyectos para la red de distribución de Baja California de acuerdo a la percepción de los participantes. Los resultados por perfil de los participantes se enlistan a continuación:

- Participantes de organizaciones responsables de la planificación y gestión del sistema eléctrico:** Los participantes consideran de “muy alta” prioridad los proyectos de “reemplazo y reparación de equipos dañados que ya fueron identificados”. Adicionalmente, los proyectos de “operación remota y automatización en redes eléctricas de distribución” se califican entre una prioridad “muy alta” y “alta”, lo que subraya la importancia de modernizar y optimizar las operaciones en estas redes. En cuanto a una combinación de prioridad “alta” y “media”, los participantes destacan el “escalamiento de medidores electrónicos de autogestión” y la “gestión del balance de energía de las redes generales de distribución para el Mercado Eléctrico Mayorista (instalación de puntos de medición en los circuitos de media tensión)”. Esto refleja un enfoque en la mejora de la

eficiencia y la precisión en la medición y gestión de la energía. En una combinación de prioridades “media” y “baja”, se considera relevante la implementación de un “Sistema de Administración de Distribución Avanzada”, que optimizaría la administración de las redes de distribución. Este grupo de participantes prioriza proyectos relacionados con la seguridad y confiabilidad de la red de distribución, además de dar importancia a la modernización y la gestión eficiente de la energía.

- **Participantes de organizaciones responsables de la planificación y desarrollo de Baja California:** Los participantes consideran una prioridad de “muy alta” la “reemplazo y reparación de equipos dañados que ya fueron identificados”. En cuanto a una combinación de prioridades “muy alta” y “alta”, y de “muy alta” y “media”, se destaca la importancia de abordar varios proyectos cruciales. Los proyectos de “alta” prioridad incluyen el “Sistema de Administración de Distribución Avanzada”, reflejando un enfoque en la modernización y optimización de la administración de las redes de distribución. Para los proyectos de “media” prioridad, los participantes consideran cruciales la “operación remota y automatización en redes eléctricas de distribución” y el “escalamiento de medidores electrónicos de autogestión”. Estos proyectos subrayan la importancia de incorporar tecnología avanzada para mejorar la eficiencia y el control en las redes de distribución. Finalmente, el proyecto calificado como de “baja” prioridad es la “gestión del balance de energía de las redes generales de distribución para el Mercado Eléctrico Mayorista (instalación de puntos de medición en los circuitos de media tensión)”. Los participantes destacan la necesidad de modernización y optimización de la administración de la red, enfatizando la importancia de la automatización y una gestión precisa de la energía.
- **Participantes de las cámaras empresariales de Baja California:** los participantes consideran que los proyectos de “muy alta” prioridad incluyen el “reemplazo y reparación de equipos dañados que ya fueron identificados”. En lo que respecta a los proyectos de “alta” prioridad, destacan la “operación remota y automatización en redes eléctricas de distribución” y el “escalamiento de medidores electrónicos de autogestión”. Estos proyectos enfatizan el uso de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y el control de las redes de distribución. En cuanto a los proyectos de “media” prioridad, los participantes enfatizan en la “gestión del balance de energía de las redes generales de distribución para el Mercado Eléctrico Mayorista (instalación de puntos de medición en los

circuitos de media tensión)” y el “sistema de administración de distribución avanzada”. Los participantes optan por la seguridad y continuidad del servicio, con un enfoque en la modernización y eficiencia de las redes de distribución, así como en la gestión del balance de energía.

- **Centros de educación superior, investigación o instituciones afines:** Los participantes de estos centros consideran que el “reemplazo y reparación de equipos dañados que ya fueron identificados” es un proyecto de “muy alta” prioridad, lo que refleja su enfoque en la seguridad y confiabilidad de las redes generales de distribución. El “sistema de administración de distribución avanzada” se califica entre “muy alta” y “media” prioridad, lo que destaca la importancia de modernizar y optimizar la administración de las redes de distribución. Además, el “gestión del balance de energía de las redes generales de distribución para el mercado eléctrico mayorista (instalación de puntos de medición en los circuitos de media tensión)” se considera de “muy alta” y “baja” prioridad. Esto sugiere un interés en gestionar el balance de energía de manera eficiente y precisa. La “operación remota y automatización en redes eléctricas de distribución” es un proyecto de “alta” prioridad para los centros, esta tecnología mejoraría la eficiencia y el control remoto de las redes de distribución. El “escalamiento de medidores electrónicos de autogestión” se califica entre “alta” y “media” prioridad, indicando la importancia de modernizar la medición de energía para mejorar la gestión de los recursos. Estos participantes subrayan la importancia de modernizar la administración de la red de distribución y mejorar la eficiencia operativa, así como la precisión en la medición de energía.

De manera general, los proyectos de las redes de distribución reflejan un enfoque claro en modernizar y optimizar la infraestructura eléctrica para mejorar la seguridad, la confiabilidad y la eficiencia operativa. La priorización del reemplazo y reparación de equipos dañados indica una atención significativa a mantener la continuidad del servicio y la calidad en el suministro eléctrico. Además, hay un fuerte interés en la automatización, el monitoreo remoto y el escalamiento de tecnologías avanzadas como los medidores electrónicos de autogestión, lo que contribuye a una gestión más precisa y eficiente de la energía en las redes de distribución. La integración de sistemas avanzados de administración y la implementación de puntos de medición en circuitos de media tensión también reflejan una tendencia hacia la digitalización y modernización del sector.

Tabla 4.17. Percepción prioridad de proyectos para la red de distribución por perfil participante (reactivo 6).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	Total
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Reemplazo y reparación de equipos dañados que ya fueron identificados]	Muy alta	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Operación remota y automatización en redes eléctricas de distribución]	Media	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Alta	50.0%	0.0%	100.0%	100.0%	66.7%
	Muy alta	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Escalamiento de medidores electrónicos de autogestión]	Media	50.0%	100.0%	0.0%	50.0%	50.0%
	Alta	50.0%	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Gestión del balance de energía de las Redes generales de distribución para el Mercado Eléctrico Mayorista (instalación de puntos de medición en los circuitos de media tensión)]	Baja	0.0%	100.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Media	50.0%	0.0%	100.0%	0.0%	33.3%
	Alta	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	33.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Sistema de Administración de Distribución Avanzada]	Baja	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Media	50.0%	0.0%	100.0%	50.0%	50.0%
	Alta	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	Muy alta	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

Durante los reactivos 7 y 8 se consulta la disposición para participar en diversos proyectos de REI. Los resultados del reactivo 7 indican que el 50% de los participantes están interesados en participar en un programa de demanda flexible de energía, que permita ajustar su consumo eléctrico según

las necesidades del sistema eléctrico, 33.3% considera que tal vez podría participar y 16.7% indica no saber si participarían. En cuanto al reactivo 8, 66.7% de los participantes están de acuerdo en participar en un programa de precios horarios dinámicos de electricidad acuerdo a la oferta, demanda y otros factores que afecten el Mercado Eléctrico Mayorista, a 16.7% le parece indiferente participar y 16.7% de los participantes están en desacuerdo a participar en programas de esta naturaleza.

Tabla 4.18. Disposición a participar en proyectos de REI por perfil participante (reactivos 7 y 8).

Reactivo	Respuestas	Participantes de organizaciones e instituciones responsables de:				Total
		b) Planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Planificación y desarrollo de Baja California	d) Cámaras empresariales de Baja California	e) Centros de educación superior, investigación o instituciones afines	
		% de N	% de N	% de N	% de N	% de N
7. ¿Estaría dispuesto/a a participar en un programa de demanda flexible de energía , que permita ajustar su consumo eléctrico según las necesidades del sistema eléctrico?	No sé	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Tal vez	0.0%	0.0%	100.0%	50.0%	33.3%
	Sí, estaría interesado/a	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	50.0%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto/a a participar en un programa de precios horarios dinámicos de electricidad acuerdo a la oferta, demanda y otros factores que afecten el Mercado Eléctrico Mayorista”?	En desacuerdo	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	16.7%
	Indiferente	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%
	De acuerdo	50.0%	100.0%	100.0%	50.0%	66.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: SPSS.

4.2.Propuesta de matriz de evaluación para proyectos de red eléctrica inteligente

La siguiente propuesta presenta una matriz de evaluación diseñada para proyectos de REI. Esta matriz combina diversas fuentes de información, incluyendo los resultados del cuestionario desarrollado en este estudio, los requisitos y estándares identificados en la revisión bibliográfica (Hargreaves, Hargreaves, & Chilvers, 2022) (Hongyu Lin, 2023), etc.), así como los criterios establecidos en los Reportes de Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional (CRE, 2022). Su propósito es ofrecer un marco integral de evaluación que abarque los aspectos sociales, técnicos, económicos y ambientales contemplados en esta tesis, alineados con los criterios del SEN: eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del suministro eléctrico.

Además, esta matriz tiene como objetivo facilitar la toma de decisiones informadas para la modernización y mejora del sistema eléctrico regional. La propuesta incluye 9 elementos ponderados para considerar en proyectos de REI, con 8 elementos distribuidos equitativamente entre los ámbitos social, técnico, económico y ambiental, además de un elemento relacionado con la alineación estratégica, esto con el fin de promover un desarrollo transversal de los proyectos.

Cada elemento será evaluado utilizando una escala de 0 a 3, o una escala alternativa, siempre que se respeten los siguientes parámetros de evaluación:

- 3 – Excelente: cumple excepcionalmente el elemento evaluado;
- 2 – Bueno: cumple satisfactoriamente el elemento evaluado, pero con oportunidades de mejora específicas o puntuales;
- 1 – Regular: cumple parcialmente el elemento evaluado, aunque con deficiencias que requieren correcciones sustanciales en la planeación del proyecto;
- 0 – Deficiente: no cumple con el elemento evaluado o no es aplicable al proyecto.

Tabla 4.19. Matriz de evaluación de proyectos de REI.

Aspecto	Elemento a evaluar	Descripción	Peso relativo (%)
Social	1. Beneficio comunitario	Contribución del proyecto al desarrollo social y económico de la región, incluyendo empleo y acceso a electricidad.	11
	2. Aceptación social	Nivel de respaldo por parte de la comunidad local, basado en consultas preliminares o encuestas.	11
Técnico	3. Madurez tecnológica	Grado de desarrollo de las tecnologías requeridas, con base en el nivel de madurez tecnológica.	11
	4. Uso de recursos energéticos renovables	Integración de fuentes renovables en el diseño y operación del proyecto.	11
Ambiental	5. Reducción proyectada de emisiones de GEI	Potencial del proyecto para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y promover prácticas sostenibles.	11
	6. Minimización de impactos negativos	Capacidad del proyecto para mitigar impactos ambientales adversos, como el uso de recursos naturales o la afectación de hábitats.	11
Económico	7. Costo- beneficio	Relación entre los costos estimados del proyecto y los beneficios esperados, incluyendo ahorros energéticos y costos operativos.	11
	8. Accesibilidad a financiamiento	Disponibilidad de fondos públicos o privados y sostenibilidad financiera del proyecto.	11
Alineación estratégica	9. Contribución a objetivos nacionales/regionales	Alineación con políticas y objetivos del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y otros compromisos estratégicos, como la transición energética.	12

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1. Resultados de la evaluación preliminar de los proyectos de red eléctrica inteligente

En la siguiente tabla, se presentan los resultados de la evaluación cualitativa preliminar de las propuestas de proyectos de REI descritos en el apartado 3.4.2 *Formulación del modelo estratégico de red eléctrica inteligente*.

Tabla 4.20. Evaluación preliminar de proyectos de REI.

Escenarios / Proyectos		Elemento de la matriz de evaluación (resultado ponderado)									Cal. final
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
I.A.	Análisis técnico	7.3	7.3	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	12.0	92.7
I.B.	Análisis del mercado eléctrico	7.3	7.3	11.0	7.3	7.3	11.0	11.0	11.0	8.0	81.3
II.A.	Recarga convencional de vehículos eléctricos (<i>Dump charge</i>)	7.3	7.3	11.0	7.3	7.3	7.3	7.3	11.0	8.0	74.0
II.B.	Recarga inteligente de vehículos eléctricos (<i>Smart Charge-V2G</i>)	11.0	7.3	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	12.0	96.3
III.A.	Adición de centrales de generación 2024-2025	11.0	7.3	11.0	11.0	11.0	7.3	11.0	11.0	12.0	92.7
III.B.	Adición de centrales de generación 2026	11.0	7.3	11.0	11.0	11.0	7.3	11.0	11.0	12.0	92.7
III.C.	Adición de centrales de generación 2028	11.0	7.3	11.0	11.0	11.0	7.3	11.0	11.0	12.0	92.7
III.D.	Adición de centrales de generación 2030	7.3	7.3	11.0	7.3	7.3	7.3	7.3	11.0	8.0	74.0

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación preliminar de los proyectos refleja diferencias en su potencial de impacto, alcance y alineación con los objetivos estratégicos de transición energética. Entre los escenarios de “aprovechamiento de infraestructura eléctrica actual”, el “análisis técnico” una puntuación de 92.7 debido a su enfoque en maximizar la utilización de recursos renovables ya disponibles, lo que propone una contribución significativa a la reducción de emisiones de GEI y optimiza el costo-beneficio sin necesidad de nuevas infraestructuras. En contraste, en el “análisis del mercado eléctrico”, con un puntaje de 81.3, prioriza la reducción de costos para los usuarios finales, pero supone una limitación en el aprovechamiento total de la generación renovable al depender del comportamiento del mercado eléctrico y favorecer las fuentes de energías más económicas.

En los escenarios de “integración de vehículos eléctricos”, el modelo de “recarga inteligente (Smart Charge-V2G)” se destaca con un puntaje del 96.3. Este proyecto propone la optimización

de la integración de renovables y la tecnología V2G, que permite la inyección de energía almacenada en las baterías de los vehículos hacia la red. Por otro lado, el esquema de “**recarga** convencional (Dump charge)” obtuvo una puntuación de 74.0, ya que, aunque viable, podría presentar limitaciones significativas al no optimizar el uso de la red ni minimizar los costos energéticos en horarios pico.

Los proyectos de “adición de centrales de generación” muestran una priorización escalonada en función de la capacidad instalada y el impacto proyectado. Los proyectos de 2024-2025, 2026 y 2028 obtuvieron una calificación de 92.7 ya que contribuyen de manera significativa al fortalecimiento del sistema eléctrico regional, promoviendo el uso de fuentes renovables y reduciendo las emisiones de GEI. Por otro lado, el proyecto a 2030 obtuvo una calificación de 74.0, aunque su impacto es relevante, la menor adición capacidad de generación y almacenamiento en comparación con proyectos anteriores supone una reducción marginal de sus beneficios.

En general, los proyectos más destacados por su impacto positivo son el “análisis técnico” que implica optimizar el uso de la tecnología actual en favor de las energías renovables, el “Smart charge-V2G” y las “adiciones de centrales de generación” con mayor adición de tecnologías renovables y de almacenamiento de energía, los cuales presentan una mayor alineación con los objetivos de sostenibilidad, eficiencia y reducción de emisiones. Los demás proyectos, aunque viables y relevantes, suponen un impacto más limitado o condiciones que restringen su prioridad dentro de un contexto estratégico nacional.

4.3.Evaluación cuantitativa de los resultados de EnergyPLAN

En el siguiente apartado se describe el ingreso de datos y resultados obtenidos en cada uno de los escenarios simulados en EnergyPLAN.

4.3.1.1. Análisis del escenario base (Escenario I. A)

El *escenario I. A.* simula el aprovechamiento de la infraestructura actual mediante un análisis técnico. Dada la naturaleza del mismo, también se desempeña como un escenario base para el resto de escenarios por lo que en la presente sección se analizan las desviaciones existentes con respecto a los datos reales del SEBC.

En la siguiente figura se presenta la comparativa entre la demanda real del SEBC y la demanda total calculada por el simulador. Estimando un valor de 15.96 TWh al año, se estima un porcentaje de error promedio de 0.05% con respecto al análisis horario de la demanda real.

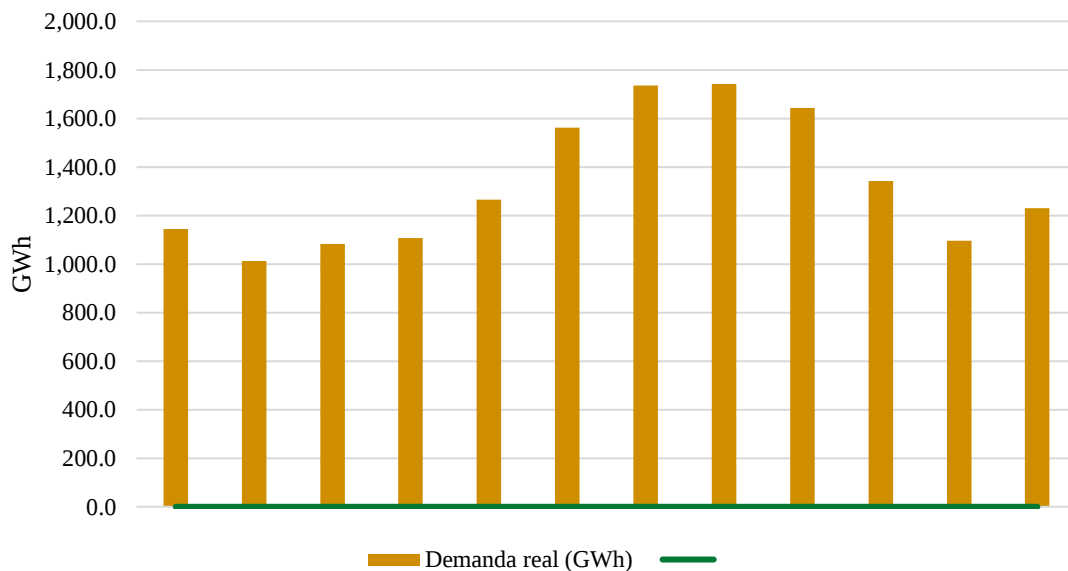


Figura 4.2. Comparativa de la demanda eléctrica, escenario I. A.

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

En el rubro de generación, EnergyPLAN cuenta con un orden de despacho predeterminado por lo que los resultados del sistema se encuentran en función del mismo (véase el *apartado 3.3.4.*). Para el *escenario 1. A.* la generación anual de energía simulada fue de 15,884.87 GWh, más 75.07 GWh importados para satisfacer las necesidades energéticas del sistema. Analizando únicamente la

generación, se estima un porcentaje de error del 4.5% con respecto a la generación anual real (vea *Tabla 1.1*) Sin embargo, de manera puntual los porcentajes de error por tecnología varían entre el 2.35% al 100%, como se presentan en la siguiente tabla. Dado que PP1 presenta una generación mayor a la real (12,713 GWh), y siguiendo el orden de despacho de EnergyPLAN, se considera innecesario que PP2 entre en operación. Asimismo, se registra la importación de 75.07 GWh. La generación mensual por tipo de tecnología se presenta en la *Figura 4.3. Generación mensual por tipo de tecnología, escenario I. A.*

Tabla 4.21. Generación neta simulada, escenario I. A.

Tecnología	Generación neta simulada (GWh)	% Error
Eólico	53.22	2.35%
Solar fotovoltaico	121.04	3.93%
Geotérmica	2,020.32	8.25%
PP1	13,690.28	7.77%
PP2	0.00	100.00%
Total	15,884.87	4.5%

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

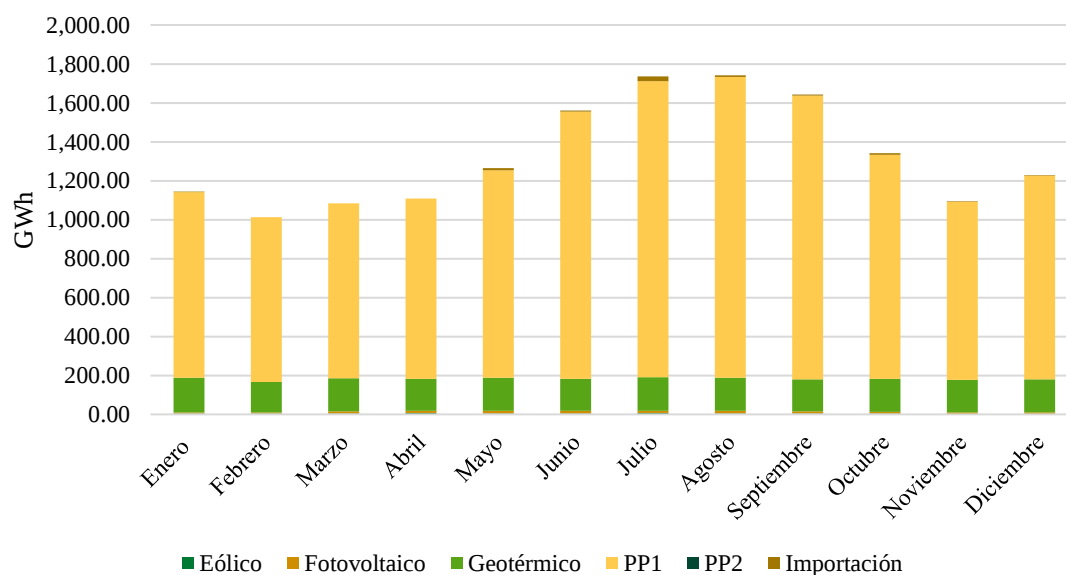


Figura 4.3. Generación mensual por tipo de tecnología, escenario I. A.

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

De manera anual, se presenta un mayor porcentaje de participación de PP1 con 85.78%, 1.44% mayor con respecto a la generación por tipo de tecnología en 2023 (véase Tabla 1.1. Capacidad efectiva instalada SEBC en 2023 (por tecnología)). Mientras que la participación de las energías renovables suma un 13.75%, y el 0.47% corresponde a la importación de energía.

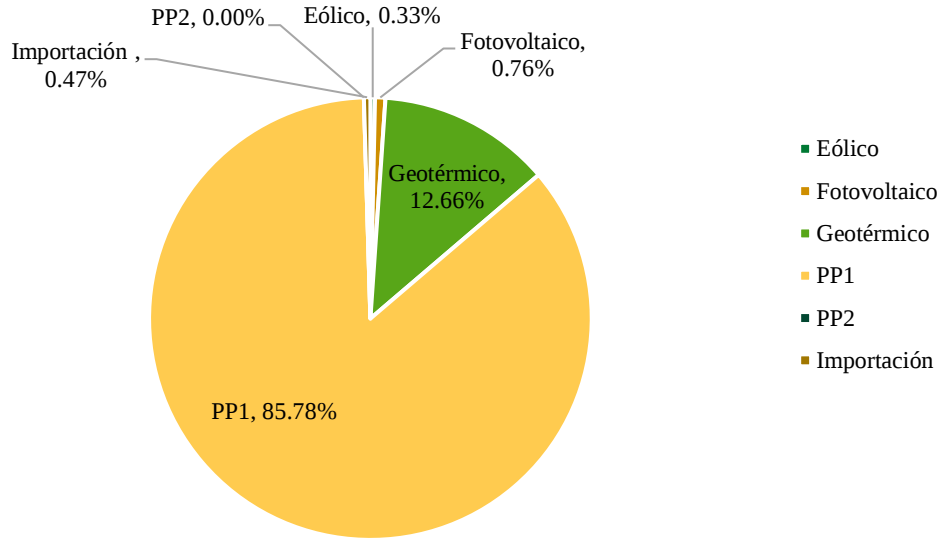


Figura 4.4. Porcentaje de participación por tipo de tecnología, escenario I. A.

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se calcula una emisión anual de 6.351 Mt de CO₂ (E_{CO}) por generación eléctrica. Considerado la generación bruta del SEBC ($GB_{total} = 15,884,867$ MWh), y excluyendo la generación de CO₂ equivalente por emisiones de metano y óxido nitroso, se calcula un factor de emisiones del SEBC en:

$$E_{CO} = \frac{E_{CO}}{GB_{total}} = \frac{6.351 \times 10^6 t_{CO_2}}{15,884,867 MWh} = 0.3998 t_{CO_2}/MWh$$

La demanda anual de energéticos primarios para la producción eléctrica del *escenario I. A.* se distribuye de la siguiente forma:

- 31.11 TWh de gas natural
- 2.53 TWh de recursos geotérmico
- 0.17 TWh de recursos renovables (fotovoltaico y eólico)

De manera puntual, se presenta la demanda mensual de gas natural. Dado que Baja California no cuenta con este recurso energético, la demanda mensual corresponde al 100% de la importación necesaria para la producción eléctrica en PP1.

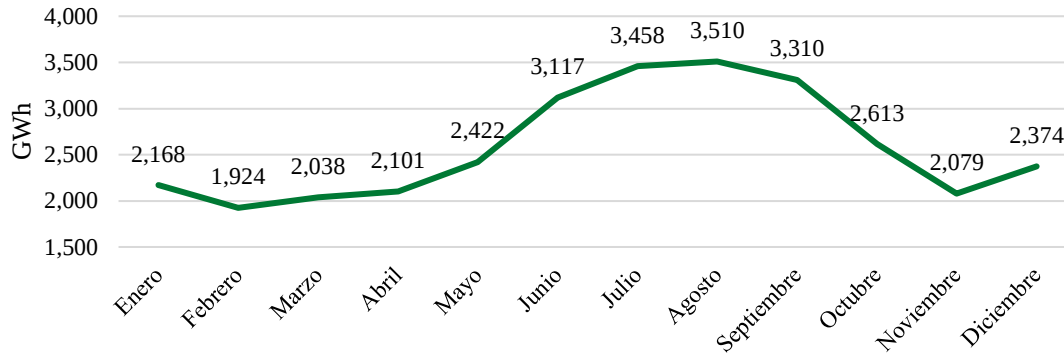


Figura 4.5. Demanda de gas natural, escenario 1. A.

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

4.3.1.2. Resultados de los escenarios de simulación

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las simulaciones de los escenarios propuestos en EnergyPLAN. En la siguiente tabla se resumen los resultados de generación por tecnología, importación, exportación y almacenamiento de energía, así como las emisiones de CO₂ anuales y el cálculo del factor de emisiones por MWh. El análisis de cada variable permite evaluar el impacto de las distintas estrategias de integración de infraestructura y gestión de carga de vehículos eléctricos, facilitando la identificación de aquellos escenarios que optimizan el aprovechamiento de los recursos renovables y reducen las emisiones de GEI.

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

Tabla 4.22. Resumen de resultados de escenarios simulados en EnergyPLAN.

Escenario	Entradas									Salidas				Balance neto (GWh)	Emisiones de CO ₂ (Mt/año)	Factor de emisiones de CO ₂ (tMWh ⁻¹)	
	Generación (GWh)					Importación (GWh)	Descarga de almacenamiento (GWh)		Total, entradas (GWh)	Demanda (GWh)	Exportación (GWh)	Carga de almacenamiento (GWh)					Total, salidas (GWh)
	Eólica	Solar fotovoltaica	Geotérmica	PP1	PP2		Vehículos eléctricos (V2G)	Banco de baterías				Vehículos eléctricos	Banco de baterías				
Real	52.00	126.00	2,202.00	12,713.00	117.00	1,752.64	N/A	N/A	16,962.64	15,232.47	727.22	N/A	N/A	15,959.69	1,002.95	N/A	N/A
Escenario I. A.	53.22	121.04	2,020.32	13,690.28	0.00	75.07	N/A	N/A	15,959.94	15,230.02	729.97	N/A	N/A	15,959.99	-0.05	6.351	0.3998
Escenario I. B.	53.22	121.04	2,020.32	11,072.55	0.00	3,138.34	N/A	N/A	16,405.48	15,230.02	1,175.50	N/A	N/A	16,405.53	-0.05	5.137	0.3872
Escenario II. A	53.22	121.04	2,020.32	13,901.26	0.00	75.07	N/A	N/A	16,170.91	15,230.02	729.97	210.65 ⁷	N/A	16,170.64	0.27	6.449	0.4007
Escenario II. B.	53.22	121.04	2,020.32	14,016.30	0.00	62.02	0.07	0.00	16,272.97	15,230.02	831.70	210.74	N/A	16,272.47	0.50	6.442	0.3974
Escenario III. A	50.64	745.16	2,020.32	13,564.68	0.00	50.02	N/A	18.71	16,449.54	15,230.02	1,193.49	N/A	25.99	16,449.50	0.04	6.232	0.3804
Escenario III. B.	44.92	1,074.37	2,020.32	13,314.98	0.00	37.87	N/A	104.92	16,597.36	15,230.02	1,221.48	N/A	145.77	16,597.27	0.10	6.116	0.3717
Escenario III. C.	41.05	1,228.21	2,020.32	13,234.42	0.00	33.84	N/A	223.28	16,781.12	15,230.02	1,240.86	N/A	310.07	16,780.95	0.17	6.068	0.3672
Escenario III. D.	40.67	1,239.37	2,020.32	13,230.78	0.00	33.28	N/A	242.08	16,806.50	15,230.02	1,240.15	N/A	336.30	16,806.47	0.03	6.077	0.3676

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

⁷ Representa la demanda de energía requerida por la flotilla de vehículos eléctricos. Sin embargo, dado al esquema *Dump Charge*, no representa un almacenamiento de energía.

4.3.1.2.1. Generación eléctrica

En cada escenario la generación total incluye las fuentes eólicas, solar fotovoltaica, geotérmica, centrales de generación a partir de gas natural (PP1) y a partir de diésel (PP2). En todos los escenarios se utiliza como estrategia de regulación de la producción eléctrica excesiva crítica la reducción de la generación de las centrales de generación de energía eléctrica variable (energías renovables).

En los escenarios de aprovechamiento de la infraestructura eléctrica actual (I. A y I. B) y de integración de vehículos eléctricos (II. A y II. B) la generación eléctrica a partir de fuentes renovables se mantuvo constante en alrededor de 52 GWh, 121 GWh y 2,020 GWh para la generación eólica, solar fotovoltaica y geotérmica respectivamente. Las variabilidades en las demandas eléctricos fueron cubiertas principalmente a partir de la central PP1 (centrales de gas natural). Cabe destacar que en todos los escenarios no entra en operación PP2 (centrales de diésel) debido a que, siguiendo el orden de despacho, se considera innecesaria para cubrir la demanda ingresada reflejando un rol de respaldo para cubrir posibles periodos de alta demanda o baja generación renovable en escenarios futuros.

En los escenarios de integración de nueva infraestructura eléctrica (III. A a III. D), se observa un incremento considerable en la generación de energía solar fotovoltaica, alcanzando un máximo de 1,228 GWh en el escenario III. C y 1,239 GWh en el escenario III. D. Esto directamente relacionado con el incremento de capacidad fotovoltaica previsto en el Plan de Expansión del SEBC. Sin embargo, la generación eólica presenta una ligera disminución debido a la estrategia de regulación de la producción eléctrica excesiva crítica que prioriza las centrales de generación estables. Asimismo, se presenta una disminución en la participación de PP1, así como en la energía importada, debido a la participación mayor de las energías renovables.

4.3.1.2.2. Importación y exportación de Energía

En análisis de la importación y exportación de energía permite analizar la interdependencia del SEBC con respecto a la red eléctrica de California. Las principales diferencias en este ámbito se vieron relacionadas con la técnica de simulación: técnica y de análisis del mercado eléctrico.

El escenario I. B fue el único donde se utiliza la simulación basada en el análisis del mercado eléctrico donde se prioriza la importación de electricidad debido a que representa una menor

inversión en comparación a la generación a partir de PP1. Sin embargo, este hecho significa importar a la capacidad máxima de las líneas de transmisión durante el 87.57% del tiempo simulado, alcanzando los 3,138 GWh anuales, es decir, 79% más de lo realmente importado en 2022. Por otro lado, el resto de escenarios utilizan la simulación técnica donde se suelen obtener resultados más precisos para sistemas con una gran participación de energías renovable. En estos escenarios se presenta una importación menor a la real, de 75 GWh en el escenario I. A y disminuyendo hasta 33 GWh en el escenario III. D. La diferencia con respecto a la realidad se relaciona con el orden de despacho de EnergyPLAN que implica una mayor generación de PP1. Los escenarios de integración de nueva infraestructura eléctrica (III. A a III. D) reducen significativamente la importación mostrando un incremento en la independencia energética de SEBC, sin embargo, cabe destacar que no se considera el incremento de la demanda eléctrica para los periodos previstos en el Plan de Expansión del SEBC.

En cuanto a la exportación de energía, los escenarios con alta participación de energías renovables (III. A a III. D) demuestran incrementos en la exportación, alcanzando un máximo de 1,240 GWh en el escenario III. D. Esta capacidad de exportación refleja el potencial de Baja California para transformarse en un exportador neto en determinados periodos, especialmente en temporadas de alta generación solar, si se incrementa la matriz energética priorizando los recursos naturalmente disponibles en la región.

4.3.1.2.3. Almacenamiento de energía

Los bancos de baterías introducidos en los escenarios de integración de nueva infraestructura eléctrica logran descargar hasta 242 GWh en el escenario III. D, optimizando el aprovechamiento de la generación solar excedente y disminuyendo significativamente la importación de energía, además de producir una ligera reducción de la energía generada por PP1. Mientras la reducción de la energía importada parte de 33.4% en el escenario III. A hasta alcanzar el 55.7% en el escenario III. D, la reducción de la energía generada por PP1 solo alcanza valores de entre 0.9% a 3.4% respectivamente (con respecto al escenario base).

En el caso de los vehículos eléctricos, dado que el escenario II. A considera un esquema *Dump Charge*, no se presentan los beneficios de contar con el almacenamiento de energía y solo implica

el incremento de la generación de PP1. Por otro lado, el esquema *Smart Charge-V2G* en el escenario II. B permite una descarga controlada de hasta 0.07 GWh anual por toda la flotilla, una contribución moderada pero significativa en el marco de la tecnología V2G. Aunque su impacto es limitado en comparación con los bancos de baterías, este esquema demuestra el potencial de los vehículos eléctricos como un recurso adicional para la estabilidad del sistema. A medida que se incrementa la cantidad de vehículos eléctricos en el sistema, se anticipa que la tecnología V2G tendrá un rol creciente en la gestión de la demanda y la oferta de energía. Además, si bien en el escenario II. B implica un aumento de la generación de PP1, contribuye con la disminución de 13.05 GWh de importación de electricidad en horas críticas (con respecto al escenario base) que pudieron ser atendidas mediante la descarga V2G.

4.3.1.2.4. Emisiones de CO₂

La estimación de las emisiones de CO₂ cumple un papel importante para la aproximación de un factor de emisiones propio para el SEBC. Sin embargo, el análisis realizado se limita a emisiones de CO₂, mientras que el factor de utilizado para el monitoreo del SEN se basa en las emisiones de CO₂ equivalente por dióxido de carbono, metano y óxido nitroso (CFE, 2016), representando un área de oportunidad para futuros estudios.

En el escenario base, las emisiones anuales alcanzan los 6.351 Mt de CO₂, mientras que los escenarios con una alta proporción de energía renovable, como III. D, las emisiones se reducen a 6.077 Mt. Esta disminución es un reflejo directo de la menor participación de las plantas PP1 en el despacho de energía y la creciente participación de la generación solar. A la par, el factor de emisión de CO₂ también sigue una trayectoria descendente, desde 0.400 t/MWh en el escenario base a 0.368 t/MWh en el escenario III. D. Si bien, el resultado de todos los escenarios es menor al factor de emisión del SEN, de 0.438 tCO₂e / MWh en 2023 (Registro Nacional de Emisiones, 2024), permite evaluar el impacto ambiental de cada configuración o escenario, evidenciando los beneficios de una transición hacia fuentes de energía renovables y sistemas de almacenamiento de energía alineados con los compromisos nacionales e internacionales en materia de sostenibilidad.

4.3.1.2.5. Gas natural

En el presente análisis, los resultados de demanda de gas natural obtenidos mediante EnergyPLAN están expresados originalmente en unidades de energía (MWh). Para facilitar la interpretación y alinearlos con los parámetros habituales de análisis de consumo de gas natural, se convirtieron estos resultados a unidades de volumen (millones de pies cúbicos) utilizando las equivalencias energéticas específicas para este combustible (SENER, 2015). Cabe recordar que, dado que Baja California no cuenta con este recurso energético, los siguientes resultados representarían el 100% de la importación necesaria para la producción eléctrica.

El consumo anual de gas natural, medido en millones de pies cúbicos por día, muestra una disminución notable en los escenarios simulados en comparación con el consumo real del sistema. Considerando que la demanda de gas natural en 2019 fue de aproximadamente 340 millones de pies cúbicos por día, de los cuales 93% se destinan a la industria de la producción eléctrica (Institute of the Americas, 2020), se estima que el volumen utilizado para este fin fue de 316.2 millones de pies cúbicos por día. Los escenarios simulados presentan resultados menores a pesar de contar con una mayor generación de PP1 que lo estimado para el caso real: tomando como referencia el escenario base se estima una diferencia o porcentaje de error del 12%. La disparidad entre el escenario base y las estimaciones reales se puede derivar de las limitaciones producidas por los ajustes necesarios para ingresar todas las centrales de generación eléctrica a partir de gas natural en una sola entrada (PP1).

Considerando únicamente el análisis comparativo entre los escenarios simulados destaca que el escenario I. B presenta un enfoque más agresivo para minimizar el uso de este recurso mediante la importación de energía cuando los costos son bajos, reduciendo el consumo a 226.19 millones de pies cúbicos diarios, es decir, 19% menos que el escenario base. En los escenarios de integración de nueva infraestructura eléctrica (III. A a III. D), el consumo de gas natural presenta una reducción progresiva. En el escenario III. A, el consumo diario es de 274.47 millones de pies cúbicos, mientras que en el escenario III. D, con la mayor capacidad de generación renovable y almacenamiento, se alcanza el valor más bajo de consumo con 267.63 millones de pies cúbicos diarios. Este patrón de reducción gradual comienza en 1% hasta alcanzar el 4% de disminución, ilustrando el impacto positivo de la incorporación de tecnologías renovables y almacenamiento de

energía en la demanda de gas natural. Por otro lado, en los escenarios de incorporación de vehículos eléctricos, II. A y II. B, se presenta un incremento del 2% y 1% respectivamente.

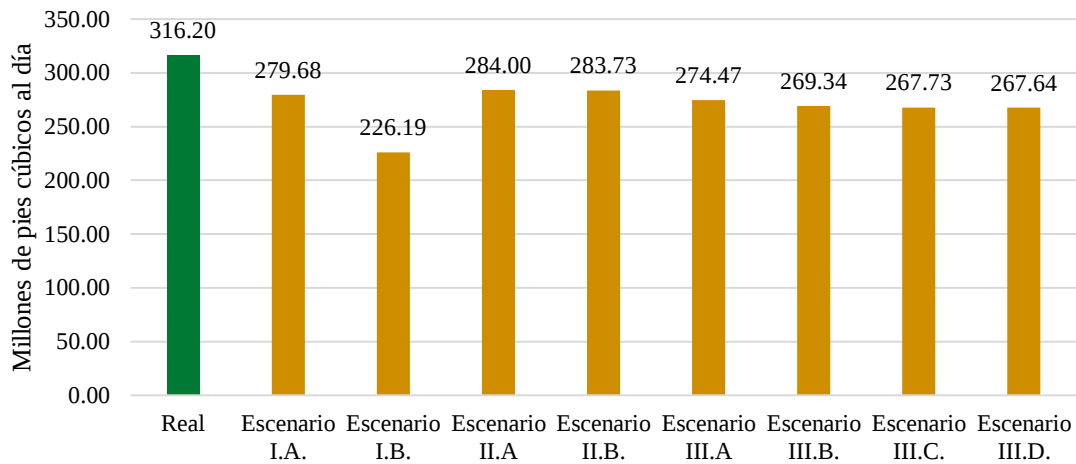


Figura 4.6. Demanda de gas natural por escenario simulado.

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

De manera más puntual, el análisis mensual de la demanda de gas natural permite analizar las fluctuaciones en función de las estaciones del año y la demanda eléctrica. Cada escenario muestra un incremento de la demanda durante los meses de verano, especialmente en julio y agosto, donde el uso de gas natural se maximiza para cubrir la demanda energética que no puede ser satisfecha completamente por fuentes renovables.

En agosto, la demanda mensual alcanza sus valores máximos en varios escenarios, por ejemplo, en el escenario I. A se registra un consumo de 11,548.9 millones de pies cúbicos. Este incremento en los meses de verano es consistente con la alta demanda eléctrica propia de este periodo.

Durante los meses de menor demanda eléctrica, como febrero y noviembre, la demanda de gas natural se reduce en todos los escenarios, por ejemplo, en febrero el consumo es de 6,330 millones de pies cúbicos en el escenario I. A. Además, en los escenarios de integración de infraestructura (III. A a III. D), el sistema logra un aprovechamiento máximo de las fuentes renovables durante estos meses, lo cual contribuye a reducir aún más el consumo de gas natural. La capacidad de almacenamiento en bancos de baterías también influye en estos resultados, al proporcionar un soporte adicional en escenarios como III. D, permitiendo una mayor estabilidad del sistema sin un aumento significativo en el uso de gas natural.

Tabla 4.23. Demanda de gas natural mensual por escenario simulado.

Millones de pies cúbicos	Escenario I. A	Escenario I. B	Escenario II. A	Escenario II. B	Escenario III. A	Escenario III. B	Escenario III. C	Escenario III. D
Enero	7,134	5,484	7,273	7,383	7,336	7,313	7,241	7,240
Febrero	6,331	4,347	6,451	6,468	6,450	6,398	6,378	6,377
Marzo	6,707	4,449	6,840	6,930	6,994	6,942	6,940	6,939
Abril	6,913	5,015	7,042	7,079	7,031	7,003	7,012	7,014
Mayo	7,968	5,927	8,103	8,082	7,813	7,827	7,883	7,892
Junio	10,255	8,531	10,384	10,312	9,693	9,396	9,300	9,294
Julio	11,378	9,761	11,512	11,430	10,749	10,333	10,212	10,209
Agosto	11,549	9,651	11,683	11,601	10,937	10,481	10,344	10,330
Septiembre	10,892	9,144	11,021	10,944	10,351	9,980	9,830	9,826
Octubre	8,599	7,592	8,733	8,695	8,358	8,257	8,257	8,258
Noviembre	6,841	5,865	6,971	6,980	6,963	6,906	6,871	6,869
Diciembre	7,811	7,036	7,944	7,935	7,787	7,759	7,724	7,718

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

4.3.1.2.6. Costos del mercado eléctrico

En la siguiente figura se presentan los resultados del análisis de los costos del mercado eléctrico para cada escenario simulado utilizando como referencia la base de datos de costos de EnergyPLAN (Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University, 2018).

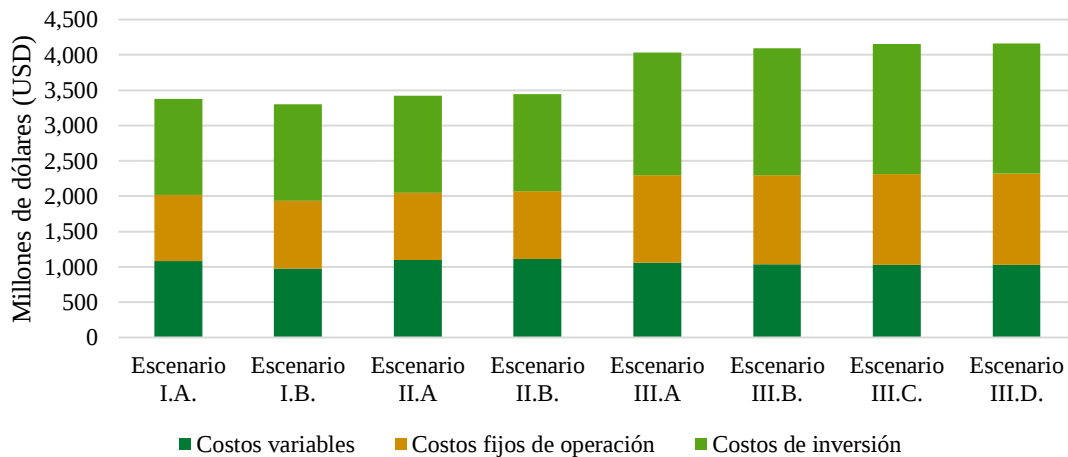


Figura 4.7. Comparación de costes anuales según la base de datos de costes EnergyPLAN.

Fuente: Elaboración propia, con datos de EnergyPLAN.

- **Costos variables**

Los costos variables incluyen los gastos derivados de la importación y exportación de energía, así como los costos de manejo de gas natural. En el escenario base y escenario I. B, los costos variables presentan una ligera diferencia, con un valor de \$1,079 millones de dólares para el escenario base y \$979 millones de dólares en el escenario I. B. Esta diferencia refleja las implicaciones de utilizar las diferentes técnicas de simulación (análisis técnico y análisis del mercado eléctrico) inclusive en perfiles con las mismas características técnicas. Para los escenarios de *Dump Charge* y carga inteligente V2G (II. A y II. B respectivamente), los costos variables aumentan levemente a \$1,096 y \$1,115 millones de dólares, respectivamente. Este incremento se debe a los conceptos asociados con la gestión de una mayor demanda de energía para la carga de vehículos eléctricos que fue cubierta con el incremento de generación de PP1, los costos de importación y manejo de gas natural. Por último, en los escenarios con integración de nueva infraestructura eléctrica (III. A a III. D), los costos variables muestran una tendencia a estabilizarse, con un valor promedio de \$1,041 millones de dólares. Esta reducción gradual en costos variables se relaciona con una menor dependencia de importaciones y un mayor aprovechamiento de la generación renovable, reduciendo la necesidad de energéticos externos (importación eléctrica y de gas natural).

- **Costos fijos**

Los costos fijos de operación abarcan los gastos asociados con el mantenimiento y la operación de las tecnologías de generación instaladas. En el escenario base y escenario I. B, los costos fijos se mantienen relativamente bajos, en \$938 y \$954 millones de dólares, respectivamente. A medida que se introdujo una mayor capacidad de generación renovable y almacenamiento en los escenarios III. A a III. D, este concepto aumenta significativamente. Por ejemplo, el escenario III. A presenta un costo fijo de \$1,236 millones de dólares, mientras que el escenario III. D alcanza los \$1,285 millones de dólares. Este incremento es consistente con la inversión en nuevas tecnologías y la necesidad de mantenimiento adicional para la infraestructura ampliada.

- **Costos de inversión**

Los escenarios base y de carga de vehículos eléctricos (II. A y II. B) presentan costos de inversión similares, con un rango de \$1,357 a \$1,375 millones de dólares, dado que no se realiza una expansión significativa de la infraestructura ni diferenciada entre ambos escenarios. Por otro lado, los escenarios de integración de nueva infraestructura eléctrica (III. A a III. D) muestran un aumento considerable en costos de inversión, de hasta \$1,848 millones de dólares en el escenario III. D, relacionada con la implementación de una mayor capacidad de generación renovable y la incorporación de bancos de baterías, los cuales requieren una inversión inicial elevada pero de vital importancia para la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

4.4. Resultados de la evaluación del modelo estratégico de la red eléctrica inteligente

A lo largo de los resultados anteriores, se evalúa la viabilidad y el impacto de la implementación de REI en Baja California. Se analizan los resultados obtenidos a partir de dos fuentes principales: la percepción de las partes interesadas mediante el cuestionario aplicado y la simulación de distintos escenarios en EnergyPLAN. La evaluación se realiza considerando los seis criterios establecidos para el SEN: eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.

El análisis permite identificar las principales áreas de oportunidad y los desafíos que enfrenta Baja California en su transición hacia una red eléctrica moderna y sostenible. Mientras que los resultados del cuestionario reflejan la percepción y necesidades de actores clave del sector energético, las simulaciones en EnergyPLAN proporcionan una evaluación cuantitativa de los efectos de la integración de nuevas tecnologías y modelos de gestión energética. Aunque no existe una alineación perfecta entre ambas fuentes de información, la combinación de estos enfoques ofrece un panorama integral sobre el estado actual del sistema y sus posibles mejoras.

A continuación, se presenta un análisis detallado de cada criterio del SEN, destacando los hallazgos principales y las oportunidades estratégicas para fortalecer el sistema eléctrico de la región.

4.4.1. Eficiencia

Los resultados del cuestionario reflejan una percepción mixta respecto a la eficiencia del SEBC, sin embargo, se llega a la conclusión de que la eficiencia energética es moderada y podría mejorar con una mejor gestión del despacho energético y la implementación de incentivos tarifarios. En las simulaciones realizadas en EnergyPLAN, se identifica que la integración de vehículos eléctricos con estrategias de recarga inteligente (*Smart charge-V2G*) puede contribuir a una reducción en costos y una mayor optimización de la red. Sin embargo, la eficiencia general de este escenario aún depende de la infraestructura actual, la capacidad de almacenamiento y la diversificación del suministro energético. Para mejorar este aspecto, se recomienda comenzar con la implementación de sistemas de almacenamiento de energía, mecanismos despacho optimizados y explorar la posibilidad de implementar modelos tarifarios dinámicos que fomenten un consumo más eficiente.

4.4.2. Calidad

La percepción sobre la calidad del suministro eléctrico es variable entre los participantes del cuestionario. Si bien algunos consideran que el servicio es adecuado, otros mencionan áreas críticas donde la calidad se ve afectada, principalmente por fluctuaciones en el voltaje y problemas de regulación. En las simulaciones, no se observan resultados significativos en la calidad del suministro dado a las características propias de la lógica de EnergyPLAN y la falta de variables específicas que puedan ayudar en su evaluación. Como área de oportunidad, se recomienda fortalecer la regulación y el mantenimiento de la infraestructura de transmisión y distribución, asegurando que las redes puedan soportar una mayor integración de energías renovables sin comprometer la estabilidad del servicio.

4.4.3. Confiabilidad

Los participantes del cuestionario muestran dudas sobre la estabilidad del SEBC, con preocupaciones sobre su capacidad para responder a eventos inesperados y variaciones en la demanda. Las simulaciones en EnergyPLAN evidencian que, escenarios con alta penetración de

energías renovables y con sistemas de almacenamiento de energía son aquellos que logran una mayor estabilidad y capacidad de cubrir las demandas energéticas con los recursos energéticos de la región, disminuyendo así las importaciones de electricidad. Esto subraya la necesidad de estrategias para estabilizar la red, como la gestión inteligente de la demanda, la generación distribuida y la expansión de sistemas de almacenamiento; brindando, además, la oportunidad de reducir la dependencia de fuentes externas y optimizar la respuesta a picos de demanda.

4.4.4. Continuidad

El cuestionario indica que algunos usuarios han experimentado interrupciones ocasionales en el suministro eléctrico, aunque no existe consenso sobre su impacto en la operación del sistema. Las simulaciones en EnergyPLAN no muestran cambios significativos en la continuidad del servicio con la integración de nuevas tecnologías dado a las características propias de la lógica de EnergyPLAN. Se recomienda un enfoque proactivo en la gestión de interrupciones, con planes de contingencia, la implementación de tecnologías de almacenamiento y generación distribuida para ayudar a mejorar la estabilidad de la red y reducir la vulnerabilidad ante eventos inesperados.

4.4.5. Seguridad

La seguridad del sistema eléctrico es un aspecto que genera preocupaciones entre los encuestados, particularmente en lo que respecta a la infraestructura y los riesgos operativos. En EnergyPLAN, los escenarios analizados no presentan mejoras específicas en seguridad dado a las características propias de la lógica de EnergyPLAN y la falta de variables específicas que puedan ayudar en su evaluación. Algunas áreas de oportunidad para este criterio incluyen la modernización de la infraestructura de transmisión y distribución, así como la adopción de sistemas de monitoreo y respuesta ante fallas en tiempo real. La inversión en REI podría aumentar la seguridad operativa al permitir una detección temprana de anomalías y una mejor coordinación en la gestión de emergencias.

4.4.6. Sustentabilidad

La sustentabilidad del sistema eléctrico de Baja California es un tema de interés para los participantes del cuestionario, quienes expresan la necesidad de aumentar la participación de las energías renovables. Sin embargo, no existe un consenso claro sobre las metas alcanzables en el corto y mediano plazo. Las simulaciones en EnergyPLAN muestran que, aunque la integración de tecnologías de red eléctrica inteligente y energías renovables tiene potencial de mejora, las emisiones de CO₂ no logran reducirse en un 50% como se esperaba en la hipótesis. Esto indica que aún es necesario aumentar la penetración renovable y desarrollar estrategias de almacenamiento que reduzcan la dependencia del gas natural. Como medida clave, se sugiere incentivar políticas de inversión en infraestructura renovable, fortalecer los mecanismos regulatorios y fomentar la participación de distintos sectores en la transición energética.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

Los resultados obtenidos en la sección 4.1 reflejan una percepción positiva hacia el desarrollo de una REI en Baja California, los datos sugieren que la *gestión y transmisión de energía* es una prioridad que podría beneficiarse significativamente de la integración de tecnologías inteligentes, especialmente en la búsqueda de un suministro energético estable y confiable. Asimismo, se observa que los participantes perciben favorablemente la inclusión de la *generación distribuida* como una opción viable para mejorar la disponibilidad y estabilidad del suministro eléctrico. De igual forma, el *fortalecimiento de la infraestructura de transmisión* es considerado esencial para la cobertura y continuidad de los servicios, reafirmando la necesidad de que el sistema incorpore herramientas avanzadas de monitoreo y control.

En cuanto a los resultados de las simulaciones realizadas en EnergyPLAN, presentados en la sección 4.3, se refleja el potencial significativo de la integración de energías renovables y tecnologías de almacenamiento para reducir el consumo de gas natural y las emisiones de CO₂ en el SEBC. En particular, los escenarios que incorporan mayores capacidades de generación solar fotovoltaica y bancos de baterías, como el III. C y el III. D, muestran una reducción de hasta el 15% en el consumo de gas natural en comparación con el consumo actual. Este hallazgo subraya que el desarrollo de infraestructuras de generación limpia no solo es viable, sino que se alinea con los objetivos nacionales e internacionales para avanzar hacia una matriz energética más sostenible y menos dependiente de combustibles convencionales, aspecto de particular importancia para los objetivos de la presente tesis.

No obstante, la transición hacia las energías renovables y almacenamiento de energía conlleva desafíos económicos. Los escenarios III. C y el III. D, mencionados anteriormente, presentan costos anuales superiores a los \$4,000 millones de dólares, representando un incremento significativo en comparación con el escenario base. Sin embargo, este aumento en costos de inversión puede compensarse con los ahorros económicos derivados de la disminución en la importación de energéticos.

La integración de energías renovables también genera beneficios ambientales sumamente relevantes. Los factores de emisión disminuyen de 0.3998 t/MWh en el escenario base a 0.3676 t/MWh en el escenario III. D que, si bien no fueron tan significativos como era previsto en la

hipótesis del presente estudio, implican una reducción en la huella de carbono del SEBC que, en conjunto con otras estrategias de cuidado ambiental, puede contribuir a mitigar los efectos del cambio climático. Sin embargo, es necesario destacar las dificultades que presenta el sistema eléctrico en determinados periodos, especialmente durante el verano, donde, aún con una participación mayor de energías renovables, existe la necesidad de cubrir las necesidades energéticas con las centrales de energéticos convencionales dado a que presentan una mayor estabilidad y control en su generación. En este contexto, el aprovechamiento de las tecnologías de almacenamiento es particularmente relevante, por ejemplo los bancos de baterías implementados en los escenarios avanzados (III. C y III. D) demuestran ser una herramienta eficaz para estabilizar la red y reducir el consumo de gas natural, especialmente en periodos de alta generación renovable.

En cuanto a los escenarios de integración de vehículos eléctricos se demuestra un impacto moderado en la estabilidad de la red: en el caso del escenario de *dump charge* se presenta un incremento en la generación de PP1 y en consecuencia, el incremento del factor de emisión a 0.4007 t/MWh; mientras que en el escenario con *Smart charge* – V2G la generación de PP1 fue inclusive mayor que el escenario II. A., pero en conjunto con la disminución de la importación de energía y la capacidad de descarga de la flotilla de vehículos eléctricos el factor de emisión pudo bajar ligeramente con respecto al escenario base hasta 0.3974 t/MWh. Sin embargo, a medida que la flotilla de vehículos eléctricos crezca y se opte por el esquema V2G, se podría convertir en una herramienta para la gestión de la demanda y el equilibrio de la oferta energética en momentos críticos. Sin embargo, para esto se requerirán políticas e incentivos que promuevan la integración de V2G, así como un marco regulatorio que fomente su adopción y facilite su funcionamiento en la red. La investigación futura podría centrarse en explorar con mayor detalle el potencial de V2G en redes inteligentes considerando las opiniones expresadas en los resultados de la sección 4.1 y los indicadores de la sección 4.2, así como una penetración más amplia de vehículos eléctricos y diferentes escenarios de carga y descarga.

Con base los criterios del SEN y los resultados obtenidos mediante el cuestionario y las simulaciones en EnergyPLAN, así como los indicadores para proyectos de REI desarrollados, se puede concluir que la hipótesis de la presente tesis es parcialmente rechazada. Aunque se observa un potencial de mejora significativo en los criterios de eficiencia y confiabilidad, los resultados indican que no se logra la mejora planteada del 50% en el criterio de sustentabilidad, ya que la

reducción del factor de emisión de CO₂ queda por debajo de esta meta (obteniendo reducciones del 0.6% al 8.2% con respecto al escenario base). Además, los criterios de calidad, continuidad y seguridad no son completamente evaluados o muestran limitaciones en los análisis realizados. Por lo tanto, aunque los proyectos de redes eléctricas inteligentes muestran un impacto positivo en varios aspectos del sistema eléctrico, los resultados no cumplen plenamente con la hipótesis planteada en términos del nivel de mejora esperado.

5.1.Recomendaciones

En función de lo expuesto, se recomienda priorizar la implementación de *tecnologías de monitoreo y gestión inteligente de energía* en el SEBC. Así como fomentar la *participación de las comunidades locales* en proyectos de *generación distribuida*, no solo para mejorar la aceptación de las redes inteligentes en la región, sino también para contribuir a un mayor impacto social positivo. Finalmente, se recomienda establecer un *programa de incentivos dirigido a los sectores industrial y comercial*, promoviendo la adopción de tecnologías de gestión energética que permitan una red más flexible y adaptable a las condiciones cambiantes del entorno energético.

Se sugiere que los proyectos futuros de REI consideren una *integración escalonada de tecnologías avanzadas* para reducir los costos iniciales y permitir una adaptación gradual del sistema eléctrico a las nuevas condiciones. Para fomentar una mayor aceptación y adopción de estas tecnologías, sería conveniente *involucrar a la comunidad en las etapas tempranas de los proyectos*, brindando información detallada sobre los beneficios ambientales y económicos de las redes inteligentes. Asimismo, se recomienda implementar mecanismos de evaluación y monitoreo continuo del desempeño energético en la región, lo cual permitirá ajustar y optimizar la infraestructura de manera progresiva en beneficio de la estabilidad y sostenibilidad del sistema eléctrico de Baja California.

Las principales áreas de oportunidad del presente estudio y, por ende, las principales recomendaciones para investigaciones que opten por el uso de EnergyPLAN son la inclusión de proyecciones de crecimiento de la demanda eléctrica en los escenarios de simulación futuros; utilizar datos esporádicos de costos asociados a la localidad de estudio, en lugar de depender casi exclusivamente de la base de datos generales de EnergyPLAN; así como utilizar perfiles de carga

y descarga que reflejen el comportamiento real de los usuarios de vehículos en la localidad de estudio. Futuras investigaciones podrían relacionar herramientas de simulación adicionales que evalúen modelos avanzados de gestión de demanda, especialmente en los meses de verano cuando la demanda energética es más alta y la dependencia del gas natural aumenta. Asimismo el uso de múltiples herramientas permitiría la evaluación de tarifas dinámicas, la programación de cargas horarias y profundizar en la dinámica V2G.

Referencias

- WBCSD. (2004). *Hechos y Tendencias hacia el año 2050: Energía y cambio climático*. Obtenido de WBCSD: <https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/3128/39410/1>
- Agencia Europea del Medio Ambiente. (2017). *La energía y el cambio climático*. Obtenido de Agencia Europea del Medio Ambiente: <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2017-configuracion-del-futuro/articulos/la-energia-y-el-cambio-climatico>
- Al Khuffash, K. (2018). Smart Grids - Overview and background information. *Application of Smart GRid Technologies*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803128-5.00001-5>
- Alegría, A. (2021). *Industria con pérdidas millonarias por apagones en el norte del país*. Obtenido de La Jornada: <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/02/16/economia/industria-con-perdidas-millonarias-por-falta-de-energia/>
- Anand, P. B., & Navío-Marco, J. (2018). Governance and economics of smart cities: opportunities and challenges. *Telecommunications Policy*, 42(10), 795-799. doi:<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.10.001>
- Archajee, P. (2013). Strategy and implementation of Smart Grids in India. *Energy Strategy Reviews*, 1(3), 193-204. doi:<https://doi.org/10.1016/j.esr.2012.05.003>
- Archana, Shankar, R., & Singh, S. (2022). Development of smart grid for the power sector in India. *Cleaner Energy Systems*, 2. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cles.2022.100011>
- Armengol, J. (2020). *Análisis | La Red Nacional de Transmisión, ¿hacia dónde encaminarnos?* Obtenido de Energía Hoy: <https://energiahoy.com/2020/05/18/analisis-la-red-nacional-de-transmision-hacia-donde-encaminarnos>
- Ávila Olmeda, M. d. (2022). *Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2022-2027*. Obtenido de <https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/PED%20BC%20Completo%20110522.pdf>

- Ayadi, F., Colak, I., Garip, I., & Bulbul, H. I. (2020). Impacts of Renewable Energy Resources in Smart Grid. *2020 8th International Conference on Smart Grid (icSmartGrid)*. Paris, France: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/icSmartGrid49881.2020.9144695>
- Banco de Desarrollo de América del Norte. (2013). *Energía Sierra Juárez Proyecto de Energía Eólica Primera Fase Municipio De Tecate, Baja California*. Obtenido de Banco de Desarrollo de América del Norte: <https://www.nadb.org/es/nuestros-proyectos/proyectos-de-infraestructura/energia-sierra-juarez-proyecto-de-energia-eolica-primera-fase-municipio-de-tecate-baja-california>
- Bayliss, C. R., & Hardy, B. J. (2011). *Transmission and Distribution Electrical Engineering* (4 ed.). Newnes. doi:<https://doi.org/10.1016/C2009-0-64342-7>
- BBVA. (2021). *Cómo almacenar energía renovable de forma eficiente*. Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/como-almacenar-energia-renovable-de-forma-eficiente/>
- Benalcázar, W., Robalino, R. C., & Espinosa, S. (2013). *Estudio del sistema para la gestión de interrupciones OMS, en redes de distribución eléctrica y de los requerimientos para su implementación*. INGENIUS .
- BLACKRIDGE. (2022). *What is a Smart Grid? What are the Major Smart Grid Technologies?* Obtenido de BLACKRIDGE: <https://www.blackridgeresearch.com/blog/what-is-a-smart-grid-what-are-the-major-smart-grid-technologies>
- Brown, M. A., Zhou, S., & Ahmadi, M. (2018). Smart grid governance: An international review of evolving policy issues and innovations. *WIREs Energy and Environment*, 7(5). doi:<https://doi.org/10.1002/wene.290>
- Campbell, R. J. (2018). *The Smart Grid: Status and Outlook*. Congressional Research Service. Obtenido de <https://sgp.fas.org/crs/misc/R45156.pdf>
- Canales Licona, D., & Palacios Saldaña, R. (2023). *Sistema Eléctrico Nacional*. Obtenido de CONAHCYT: <https://energia.conacyt.mx/planeas/electricidad/sistema-electrico-nacional>

- CCE Mexicali. (2023). *Acerca de*. Obtenido de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/cce-mexicali-360715266/?originalSubdomain=mx>
- CENACE. (2019). *¿Qué es el Sistema Eléctrico Nacional?* Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cenace/es/videos/que-es-el-sistema-electrico-nacional>
- CENACE. (2019). *Nota informativa: Actualización de la capacidad de transmisión de los enlaces internacionales*. Obtenido de CENACE: <https://www.cenace.gob.mx/DocsMEM/OpeMdo/BuzonNotificaciones/NOTA%20INFORMATIVA.%20Capacidad%20de%20Transmisi%C3%B3n%20Enlaces%20Internacionales.pdf>
- CENACE. (2021). *Minuta de Reunión - 18 de noviembre 2021*. Obtenido de CENACE: [https://www.cenace.gob.mx/DocsMEM/OpeMdo/BuzonNotificaciones/Minuta%20Protocolo%20Correctivo%202022%20\(18%20Noviembre%202021\).pdf](https://www.cenace.gob.mx/DocsMEM/OpeMdo/BuzonNotificaciones/Minuta%20Protocolo%20Correctivo%202022%20(18%20Noviembre%202021).pdf)
- CENACE. (2023). *Diagramas Unifilares del Sistema Eléctrico Nacional 2023-2028*. Obtenido de Gobierno de México: https://www.cenace.gob.mx/Docs/10_PLANEACION/DiagramasUnifilares/Mod%20Gráfico%20Planeación%202023-2028%20Diagramas%20Unifilares%20RNT%20y%20RGD%20del%20MEM%20actualización%202023.pdf
- CENACE. (2023). *Estimación de la demanda real*. Obtenido de Cenace: <https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/Reportes/EstimacionDemandaReal.aspx>
- CENACE. (2023). *Minuta de reunión - 16 de enero 2023*. Obtenido de CENACE: https://www.cenace.gob.mx/Docs/09_OPESEN/ProtocoloCorrectivoBCA2023/Minuta%20Protocolo%20Correctivo%202023%20-%20SIM.pdf
- CENACE. (2023). *Minuta de Reunión - 24 de noviembre de 2023*. Obtenido de CENACE: https://www.cenace.gob.mx/Docs/09_OPESEN/ProtocoloCorrectivoBCA2024/Minuta%20Protocolo%20Correctivo%202024%20-%20SIM.pdf
- CENACE. (2023). *Quiénes somos*. Obtenido de CENACE: <https://www.cenace.gob.mx/CENACE.aspx>

- CEPEP. (2017). *Indicadores de Rentabilidad*. Obtenido de Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómicos de Proyectos: https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/boletines/indicadores_rentabilidad.pdf
- CFE. (2016). *Guía para determinar el factor de emisión de bióxido de carbono equivalente para el Sistema Eléctrico Nacional*. Obtenido de CFE: <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/t/SPA00-63.pdf>
- CFE. (2019). *CONSUMO AL MES DE ABRIL 2019 UNIDAD EN (KW/H)*. Obtenido de COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD.
- CFE. (2022). *Informe anual 2021*. Obtenido de CFE: <https://www.cfe.mx/finanzas/reportes-financieros/Informe%20Anual%20Documentos/Informe%20Anual%202021.pdf>
- CFE. (2022). *LA CFE FORTALECE SU PARQUE DE GENERACIÓN EN EL SISTEMA ELÉCTRICO BAJA CALIFORNIA PARA EVITAR INTERRUPCIONES EN TEMPORADAS DE MAYOR DEMANDA*. Obtenido de Comisión Federal de Electricidad: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=3697>
- CFE. (2022). *Nuestra empresa*. Obtenido de CFE: <https://www.cfe.mx/nuestraempresa/pages/historia.aspx>
- CFE. (2023). *Minuta de reunión: Suministro de Energía eléctrica Baja California (BCA)*.
- CFE. (2023). *Suministro de Energía Eléctrica*.
- CFE. (05 de julio de 2024). *LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD EXISTE PARA EL BIEN DEL PUEBLO DE MÉXICO: MISIÓN CUMPLIDA*. Obtenido de Comunicación CFE: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=6106>
- CFE Distribución. (2021). *Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución 2021-2035*. Obtenido de CFE: <https://www.cfe.mx/distribucion/cumplimiento/Documents/PAM%20de%20las%20RDG%202021-2035.pdf>

- Colak, I., Bayindir, R., & Sagiroglu, S. (2020). The Effects of the Smart Grid System on the National Grids. *2020 8th International Conference on Smart Grid (icSmartGrid)*. IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/icSmartGrid49881.2020.9144891>
- Comisión Europea. (2022). *Corriente alterna y corriente continua*. Obtenido de Scientific Committees: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/campos-electromagneticos/glosario/abc/corriente-alterna.htm
- CONAHCYT. (2022). *Sistema Eléctrico Nacional*. Obtenido de CONAHCYT: <https://energia.conacyt.mx/planeas/electricidad/sistema-electrico-nacional>
- Conecta. (2022). *Conceptos básicos de un sistema de transmisión de energía eléctrica*. Obtenido de Conecta con la energía : <https://conectagt.com/continuidad-del-negocio/conceptos-basicos-de-un-sistema-de-transmision-de-energia-electrica/>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1998). *Protocolo de Kyoto*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2015). *Acuerdo de París*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- CRE. (2014). *Marco Regulatorio de la Red Eléctrica Inteligente (REI) en México*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102193/6068.pdf>
- CRE. (2021). *Disposiciones Administrativas de Carácter General que contienen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional: Código de Red*. Obtenido de Diario Oficial:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639920&fecha=31/12/2021#gsc.tab=0

CRE. (2021). *Reporte de Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional*. Obtenido de Comisión Reguladora de Energía:
https://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerAcuerdoAnexo/?id=MWEyZjhiZTctZmY0MC00NWlI2LTI1NS1iZWZWMzNWJhMzd i Yzk=

CRE. (2022). *Centrales eléctricas de Generación Distribuida*. Obtenido de Datos Abiertos: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centrales-electricas-de-generacion-distribuida>

CRE. (2022). *Estadísticas sobre las Solicitudes de Interconexión de Centrales Eléctricas de Generación Distribuida*. Obtenido de Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/754890/Estad_sticas_GD_2022_Primer_Semestre_2022.pdf

CRE. (2022). *Reporte de Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional 2022*. Obtenido de Comisión Reguladora De Energía: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/876900/Anexo_Acuerdo_A-075-2023.pdf

CRE. (2023). *Solicitudes de interconexión de centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW*.
Obtenido de Gobierno de México:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/895871/Estadísticas_GD_2023_Segundo_Semestre_VF.pdf

CRE. (2024). *ACUERDO Núm. A/108/2024*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación:
[https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5738646&fecha=10/09/2024#gsc.tab=](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5738646&fecha=10/09/2024#gsc.tab=0)
0

Cronbach, L. (1951). *Coefficient alpha and the internal structure of tests*. PSYCHOMETRIK.

Department of Development and Planning, Aalborg University. (2023). *Introduction to EnergyPLAN*. Obtenido de EnergyPLAN: <https://www.energyplan.eu/training/introduction/>

- Diario Oficial de la Federación. (2013). *Programa Sectorial de Energía 2013-2018*. Obtenido de Secretaría de Gobernación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326587&fecha=13/12/2013#gsc.tab=0
- Diario Oficial de la Federación. (2014). *Ley de la Industria Eléctrica*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2015). *Ley de Transición Energética*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015
- Domínguez, A. (2024). *Avanza instalación de "electrolineras" en Baja California*. Obtenido de La Voz de la Frontera: <https://www.lavozdelafrontera.com.mx/local/avanza-instalacion-de-electrolineras-en-baja-california-12344750.html>
- Durán, J. C., Pla, J., Álvarez, M., & Pedace, R. (2016). Energía solar fotovoltaica. *Ciencia Hoy*, 25(147), 43-48.
- Edison Tech Center. (2014). *The History of Electrification*. Obtenido de Edison Tech Center: <https://edisontechcenter.org/HistElectPowTrans.html>
- Ehnberg, J., Cardarelli, P., Hultén, L., Shaikh, M. M., Sivakumar, G., & Vishwanatha, R. (2021). Short and Long term Smart grid Contribution to the Sustainable Development Goals. *2021 IEEE Southern Power Electronics Conference (SPEC)* (págs. 1-5). Kigali, Rwanda: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/SPEC52827.2021.9709440>
- Ekanayake, J. B., Jenkins, N., Liyanage, K., Wu, J., & Yokoyama, A. (2012). *Smart Grid: Technology and Applications*. Wiley.
- Erenoğlu, A. K., Erdiñç, O., & Taşçıkaraoğlu, A. (2019). Chapter 1 - History of Electricity. En *Pathways to a Smarter Power System* (págs. 1-27). Academic Press.
- Estrada Gasca, C. A. (2013). Transición energética, energías renovables y energía solar de potencia. *Revista Mexicana de Física*, 59(2), 75-84. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57030971010>

- ETHW. (2022). *The History of Making the Grid Smart*. Obtenido de ETHW: https://ethw.org/The_History_of_Making_the_Grid_Smart
- European Commission. (s.f.). *Energy storage*. Obtenido de European Commission: https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/energy-storage_en
- Faerber, L. A., Balta-Ozkan, N., & Connor, P. M. (2018). Innovative network pricing to support the transition to a smart grid in a low-carbon economy. *Energy Policy*, 116, 210-219. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.010>
- Faten Ayadi, I. C. (2020). Impacts of Renewable Energy Resources in Smart Grid. *2020 8th International Conference on Smart Grid (icSmartGrid)*. Paris, France: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/icSmartGrid49881.2020.9144695>
- Foro Nuclear. (s.f.). *Preguntas y respuestas: ¿Qué es una central eólica?* Obtenido de Foro Nuclear: <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-una-central-eolica/>
- Fundación Endesa. (s.f.). *Central solar*. Obtenido de Fundación Endesa: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-solar>
- GridStatus. (2024). *Load, Fuel Mix, and LMP Data*. Obtenido de GridStatus: <https://docs.gridstatus.io/en/latest/Examples/caiso/Downloading%20CAISO%20Data.html>
- Hadley, M. D., McBride, J. B., O'Neil, L. R., & Johnson, J. D. (2007). *Securing Wide Area Measurement Systems*. Obtenido de U.S. Department of Energy: https://www.energy.gov/sites/default/files/oeprod/DocumentsandMedia/8-Securing_WAMS.pdf
- Hargreaves, N., Hargreaves, T., & Chilvers, J. (2022). Socially smart grids? A multi-criteria mapping of diverse stakeholder perspectives on smart energy futures in the United Kingdom. *Energy Research & Social Science*, 90. doi:<https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102610>

- Henrik Lund, J. Z. (2021). EnergyPLAN – Advanced analysis of smart energy systems. *Smart Energy*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.segy.2021.100007>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hongyu Lin, W. W. (2023). An evaluation model for smart grids in support of smart cities based on the Hierarchy of Needs Theory. *Global Energy Interconnection*, 6(5), 634-644. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloi.2023.10.009>
- IBM. (2024). *Software IBM SPSS*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/spss>
- IMCO. (2016). *México ratifica el Acuerdo de París sobre el cambio climático*. Obtenido de Centro de Investigación en Política Pública: <https://imco.org.mx/mexico-ratifica-el-acuerdo-de-paris-sobre-el-cambio-climatico/>
- INEGI. (2020). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa*. Obtenido de Sistema de Cuentas Nacionales de México: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=17&vr=6&in=2&tp=20&wr=1>
- INEGI. (2021). *CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020*. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_BC.pdf
- INEGI. (2024). *Venta de vehículos híbridos y eléctricos por entidad federativa*. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=RAIAVL_11&bd=RAIAVL
- Institute of the Americas. (2020). *Baja California Energy Outlook 2020–2025*. Obtenido de Institute of the Americas: https://iamericas.org/wp-content/uploads/2022/02/Baja_Energy_Outlook_2020_2025.pdf
- Instituto Catalán de Energía. (2022). *¿Qué es la electricidad?* Obtenido de GENCAT: https://icaen.gencat.cat/es/energia/formes/electricitat/que_es/
- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. (2019). *NORMA MEXICANA CONJUNTA ANCE-IMNC SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA*.

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2020). *Almacenamiento de energía a escala de servicios públicos como facilitador de la mitigación de CO2*. Obtenido de Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/593944/31_INFORME_D5.3_Report_storage_mitigation_potential__ESPANOL_CGMCC.pdf
- IRENA. (2019). *PERSPECTIVAS DE INNOVACIÓN CARGA INTELIGENTE PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS*. Obtenido de IRENA: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Innovation_Outlook_EV_smart_charging_2019_ES.pdf
- IRENA. (2022). *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*. Obtenido de IRENA: <https://www.irena.org/Publications/2022/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>
- Jegen, M., & Philion, X. D. (2018). Smart grid development in Quebec: A review and policy approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1922-1930. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.019>
- Jiménez, G. (2022). *Avances y Proyectos de Electromovilidad en México*. Obtenido de Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/752967/PNUMA_Gustavo_Jimenez.pdf
- Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012). Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, 47(1), 326-332. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.028>
- León Trigo, L. I., Reyes Archundia, E., Gutiérrez Cnecchi, J. A., Méndez Patiño, A., & Chávez Campos, G. M. (2019). Smart Grids en México: Situación actual, retos y propuesta de implementación. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 20, 1-12. doi:<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n2.015>

- Levenda, A. M. (2018). Mobilizing smart grid experiments: Policy mobilities and urban energy governance. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 37(4). doi:<https://doi.org/10.1177/2399654418797127>
- Levy, A., Messina, D., & Contreras Lisperguer, R. (2021). *Definiciones del sector eléctrico para la incorporación de las energías renovables variables y la integración regional en América Latina y el Caribe*. Obtenido de CEPAL: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/46120321-fd1d-4b75-a24a-b3b92c7e880b/content>
- Liu, J. N., Weng, J., Yang, A., Chen, Y., & Lin, X. (2019). Enabling Efficient and Privacy-Preserving Aggregation Communication and Function Query for Fog Computing-Based Smart Grid. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 247-257. doi:<https://doi.org/10.1109/TSG.2019.2920836>
- Livieratos, S., Vogiatzaki, V.-E., & Cottis, P. (2013). A Generic Framework for the Evaluation of the Benefits Expected from the Smart Grid. *Energies*, 988-1008. doi:<https://doi.org/10.3390/en6020988>
- Lund, H., & Thellufsen, Z. (2024). *EnergyPLAN - Documentation Version 16.3*. Aalborg University, Denmark: Sustainable Energy Planning Research Group.
- Lund, H., Arler, F., Østergaard, P., Hvelplund, F., Connolly, D., Mathiesen, B., & Karnøe, P. (2017). Simulation versus Optimisation: Theoretical Positions in Energy System Modelling. *Energies*. doi:<https://doi.org/10.3390/en10070840>
- Lyulyov, O., Vakulenko, I., Pimonenko, T., Kwilinski, A., Dzwigol, H., & Dzwigol-Barosz, M. (2021). Comprehensive Assessment of Smart Grids: Is There a Universal Approach? *Energies*, 14(12). doi:<https://doi.org/10.3390/en14123497>
- Ma, X. (2010). *Smart Grid*. Obtenido de Washington University in St. Louis: [https://www.cse.wustl.edu/~jain/cse574-10/ftp/grid/#\[6](https://www.cse.wustl.edu/~jain/cse574-10/ftp/grid/#[6)
- MathWorks. (2023). *Simulink*. Obtenido de MathWorks : <https://la.mathworks.com/help/simulink/>

- Meibom, P., & Kiviluoma, J. (2011). *Power system value of smart versus dumb charging of EVs*.
Obtenido de DTU Library:
https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/9987270/Power_system_value_1_.pdf
- Momoh, J. (2012). *Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis*. Wiley.
- Monitor Económico de Baja California. (2022). *Tijuana busca formar parte de sectores de semiconductores y electromovilidad: DEITAC*. Obtenido de Monitor Económico de Baja California: <https://monitoreconomico.org/noticias/2022/mar/24/tijuana-busca-formar-parte-de-sectores-de-semiconductores-y-electromovilidad-deitac/>
- Muñoz Meléndez, G., Campbell Ramírez, H. E., Díaz González, E., & Quintero Nuñez, M. (2012). *Baja California: Perfil energético 20120-2020*. Obtenido de Comisión Estatal de Energía de Baja California: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00J84V.pdf
- Murillo Rodríguez, J. D. (2020). Algoritmo de optimización para sistema de gestión eléctrica inteligente. *Ingeniería*, 30. doi:<https://orcid.org/0000-0003-3448-2346>
- Naciones Unidas. (2022). *¿Qué es el cambio climático?* Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Naciones Unidas. (2023). *Energías renovables: energías para un futuro más seguro*. Obtenido de Acción por el Clima: <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- Naciones Unidas México. (2022). *Acerca de nuestro trabajo para los Objetivos de Desarrollo Sostenible en México*. Obtenido de Naciones Unidas México: <https://mexico.un.org/es/sdgs>
- OLADE. (2020). *Generación eléctrica mundial y para América Latina y el Caribe (ALC) y su impacto en el sector energético por la pandemia producida por el COVID – 19*. Obtenido de Organización Latinoamericana de Energía: https://www.olade.org/wp-content/uploads/2021/01/Generacion-electrica-mundial-y-para-America-Latina-y-el-Caribe-ALC_01-12-2020.pdf

- OLADE. (2021). *Situación del consumo energético a nivel mundial y para América Latina y el Caribe (ALC) y sus perspectivas*. Obtenido de Organización Latinoamericana de Energía : <https://www.olade.org/wp-content/uploads/2021/06/Situacion-del-consumo-energetico-a-nivel-mundial-y-para-America-Latina-y-el-Caribe-ALC-y-sus-perspectivas.pdf>
- Omazaki. (2022). *Energy Storage Systems*. Obtenido de Omazaki: <https://www.omazaki.co.id/en/energy-storage-systems/>
- OMICRON. (2022). *Sistemas de automatización de subestaciones (SAS) y SCADA*. Obtenido de OMICRON: <https://www.omicronenergy.com/es/aplicacion/iec-61850-y-la-subestacion-digital/sistemas-de-automatizacion-de-subestaciones-sas-y-scada/>
- ONU MUJERES. (2010). *Indicadores*. Obtenido de Centro Virtual de Conocimiento para Poner Fin a la Violencia contra las Mujeres y Niñas: <https://www.endvawnow.org/es/articles/336-indicadores.html>
- Orozco Hernández, D. A. (2024). *Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación*. Obtenido de CONAHCYT: <https://conahcyt.mx/conahcyt/areas-del-conahcyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion/>
- Østergaard, P., Lund, H., Thellufsen, J., Sorknæs, P., & Mathiesen, B. (2022). Review and validation of EnergyPLAN. *Renewable and validation of EnergyPLAN*, 168. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112724>
- Paudel, A., Samptath, L., Yang, J., & Gooi, H. B. (2020). Peer-to-Peer Energy Trading in Smart Grid Considering Power Losses and Network Fees. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 11(6), 4727 - 4737. doi:<https://doi.org/10.1109/TSG.2020.2997956>
- Pedraza Rendón, O. H. (2001). La matriz de congruencia: una herramienta para realizar investigaciones sociales. *Revista Economía y Sociedad*, 6(10), 311-316. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5900518>
- Peters, D., Axsen, J., & Mallett, A. (2018). The role of environmental framing in socio-political acceptance of smart grid: The case of British Columbia, Canada. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 82, 1939-1951. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.020>

- Pilo, F. (2021). The smart grid as a security device: Electricity infrastructure and urban governance in Kingston and Rio de Janeiro. *Urban Studies*, 58(16). doi:<https://doi.org/10.1177/0042098020985711>
- Pliuhin, V., & Teterev, V. (2021). Possibility Implementation Analysis of the Smart Grid Network in a Current State Conditions of the United Energy Systems of Ukraine. *Lighting Engineering & Power Engineering*, 60(1), 15-22. doi:<https://doi.org/10.33042/2079-424X.2021.60.1.03>
- Presidencia de la República. (2022). *Para 2024, México producirá 35% de energías limpias, reafirma presidente López Obrador*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/para-2024-mexico-producira-35-de-energias-limpias-reafirma-presidente-lopez-obrador>
- Proyectos México. (s.f.). *Electricidad*. Obtenido de Proyectos México: <https://www.proyectosmexico.gob.mx/como-invertir-en-mexico/ciclo-inversion/ciclos-electricidad/#tab-id-17>
- Registro Nacional de Emisiones. (2024). *FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2023*. Obtenido de Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/896217/aviso_fesen_2023.pdf
- Reyes López, O., & Hernández Moncada, M. d. (2021). Formato. Validacion de Contenido por Juicio de Expertos. Instrumentos CUANTITATIVOS. *ResearchGate*. doi:DOI:10.13140/RG.2.2.26812.36486
- Salkuti, S. R. (2020). Challenges, issues and opportunities for the development of smart grid. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 10, 1179-1186. doi:<http://doi.org/10.11591/ijece.v10i2.pp1179-1186>
- Secretaría de Energía - República Argentina. (2012). *Centrales Eléctricas*. Obtenido de Secretaría de Energía - República Argentina: https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/centrales_electricas.pdf

- Secretaría de energía. (2016). *¿Qué es la energía?* Obtenido de Gobierno de México:
<https://www.gob.mx/sener/articulos/que-es-la-energia-14defebrerodiamundialdelaenergia>
- Secretaría de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Reordenación Territorial. (2022). *Programa Sectorial de Infraestructura de Baja California 2022-2027*. Obtenido de Baja California - Gobierno del estado:
[https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/planeacion/programas/Programa %20Sectorial%20de%20Infraestructura.pdf](https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/planeacion/programas/Programa%20Sectorial%20de%20Infraestructura.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). *Protocolo de Kioto sobre cambio climático*. Obtenido de Gobierno de México:
<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/protocolo-de-kioto-sobre-cambio-climatico>
- SEMARNAT. (2021). *Cobertura de la población con servicio de energía eléctrica*. Obtenido de Gobierno de México:
[http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D1_SISCDS03_03 &IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=*&NOMBRE ANIO=*#INI](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D1_SISCDS03_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=*&NOMBRE ANIO=*#INI)
- SENER. (2006). *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*. SENER - GTZ.
- SENER. (2011). *Balance Nacional de Energía 2010*. Obtenido de Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo:
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compartidos/pdf/COM_MET_INTENERG.pdf
- SENER. (2015). *Factores de Conversión - Gas Natural*. Obtenido de Prospectiva Gas Natural y Gas LP 2015-2029:
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/116104/Factores_de_Conversi_n- Gas_Natural.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/116104/Factores_de_Conversi_n-Gas_Natural.pdf)
- SENER. (2015). *PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2015-2029*. Obtenido de Gobierno de México:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/37775/PRODESEN_2015_2029.pdf

- SENER. (2016). *MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA*. Obtenido de Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/223430/ManualGestionEnergia_2016.pdf
- SENER. (2017). *PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2017-2031*. Obtenido de Gobierno de México: <https://base.energia.gob.mx/prodesen/PRODESEN2017/PRODESEN-2017-2031.pdf>
- SENER. (2017). *PROGRAMA DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES 2017*. Obtenido de Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/250609/2017_Programa_de_Redes_Electricas_Inteligentes.pdf
- SENER. (2018). *PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2018-2032*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>
- SENER. (2018). *PROSPECTIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO 2018-2032*. Obtenido de Gobierno de México: https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PSE_18_32_F.pdf
- SENER. (2018). *Sistema Eléctrico Nacional - Redes Generales de Distribución*. Obtenido de SENER: <https://base.energia.gob.mx/TalleresRE/archivos/Electricidad/1A.-%20Sistema%20Distribuci%C3%B3n%2020%20sep%2018.pdf>
- SENER. (2018). *Sistema Eléctrico Nacional: Redes Generales de Distribución*. Obtenido de Secretaria de Energía : <https://base.energia.gob.mx/TalleresRE/archivos/Electricidad/1A.-%20Sistema%20Distribuci%C3%B3n%2020%20sep%2018.pdf>
- SENER. (2020). *PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2020-2034*. Obtenido de Gobierno de México: [https://base.energia.gob.mx/dgaic/DA/P/SubsecretariaElectricidad/ConjuntosProyectosInversion/SENER_07_ProgramaDesarrolloSistemaElectricoNacional2020-2034\(PRODESEN\).pdf](https://base.energia.gob.mx/dgaic/DA/P/SubsecretariaElectricidad/ConjuntosProyectosInversion/SENER_07_ProgramaDesarrolloSistemaElectricoNacional2020-2034(PRODESEN).pdf)

- SENER. (2021). *Capacidad Instalada de CFE mas PIE?s por Entidad Federativa*. Obtenido de Sistema de Información Energética: <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IIIA1C03>
- SENER. (2022). *PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2022-2036*. Obtenido de <https://www.altonivel.com.mx/wp-content/uploads/2022/06/PRODESEN-2022-2036.pdf>
- SENER. (2024). *Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios*. *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5714865&fecha=27%2F12%2F2023
- SENER. (2024). *PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2023-2038*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2024-2038>
- SENER. (2024). *PROGRAMA DE EL DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2024-2038*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2024-2038>
- SIDURT. (2020). *EXISTE FUERTE DÉFICIT DE ENERGÍA EN BC; SE SOLICITA APOYO DE LA CIUDADANÍA*. Obtenido de Secretaría de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Reordenación Territorial: <http://www.sidue.gob.mx/Noticias/Nota.aspx?id=280>
- Sierra Delgado, A. J., Laguna Belman, B., & Rodríguez Villalón, O. (2019). Factibilidad técnica y económica de sistemas eléctricos operando bajo el esquema de red inteligente. *Jóvenes en la ciencia*, 5. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3082>
- Skølsvold, T. M., Henriksen, I. M., & Ryghaug, M. (2022). Beyond the car: how electric vehicles may enable new forms of material politics at the intersection of the smart grid and smart city. *Urban Geography*. doi:<https://doi.org/10.1080/02723638.2022.2044692>

- Solar Energy Laboratory, Univ. of Wisconsin-Madison. (s.f.). *TRNSYS 18.0 Updates*. Obtenido de TRNSYS: https://trnsys.org/files/trnsys18_0_updates.pdf
- Soman, S. A., & Kulkarni, A. M. (s.f.). *Wide area measurement applications in power systems*. Recuperado el 2022, de Industrial Research and Consultancy Centre: <https://rnd.iitb.ac.in/research-glimpse/wide-area-measurement-applications-power-systems>
- Soriano Rodríguez, A. M. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. *Diálogos*, 14, 19-40. doi:<https://doi.org/10.5377/dialogos.v0i14.2202>
- Sustainable Energy Planning Research Group, Aalborg University. (2018). *Cost Database*. Obtenido de EnergyPLAN: <https://energyplan.eu/useful-resources/cost-database/>
- TECSA. (2021). *TIPOS DE CENTRALES ELÉCTRICAS QUE HAY EN TODO EL MUNDO*. Obtenido de TECSA: <https://www.tecsagro.com.mx/blog/tipos-de-centrales-electricas/>
- Tsao, Y. C., Thanh, V. V., & Lu, J. C. (2019). Multiobjective robust fuzzy stochastic approach for sustainable smart grid design. *Energy*, 176, 929-929. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.047>
- United States Department of Labor. (2023). *Illustrated Glossary: Distribution Systems*. Obtenido de Occupational Safety & Health Administration: <https://www.osha.gov/etools/electric-power/illustrated-glossary/distribution-system>
- Vadari, M. (2018). *Smart Grid Redefined: Transformation of the Electric Utility*. London: Artech House.
- Valenzuela Ahumada, J. A. (2024). *RESUMEN EJECUTIVO DE LAS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL EN MATERIA DE ELECTROMOVILIDAD PUBLICADO POR LA COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA (CRE)*.
- Velázquez Limón, N., & Cota Soto, R. (2017). *Proyecto 174691: "MICRO RED SUSTENTABLE DE SERVICIOS ENERGÉTICOS COMUNITARIOS"*. Obtenido de http://www2.ciicap.uaem.mx/rs/archivos/1congreso/conferencias/nicolas_velazquez.pdf

- Ventura, A. (29 de 09 de 2024). *Primera fase del gasoducto Centauro del Norte ya tiene fecha de inicio*. Obtenido de Reporte INDIGO Energía & Industrias: <https://energia.reporteindigo.com/combustibles/Primera-fase-del-gasoducto-Centauro-del-Norte-ya-tiene-fecha-de-inicio-20240930-0001.html>
- Vlasov, A., Adamova, A., & Selivanov, K. (2021). Development of smart grid technologies: organizational and communication aspects. *1st Conference on Traditional and Renewable Energy Sources: Perspectives and Paradigms for the 21st Century (TRESP 2021)*, (pág. 8). doi:<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125008001>
- Wang , Z., Chen, N., & Guo, Y. (2020). Research on Optimal Design of Plug-in Hybrid Electric Vehicle Charging Based on Smart Grid. *Journal of Physics: Conference Series*. doi:[10.1088/1742-6596/1549/5/052073](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1549/5/052073)
- Wang, P., & Govindarasu, M. (2020). Multi-Agent Based Attack-Resilient System Integrity Protection for Smart Grid. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 11(4), 3447 - 3456. doi:<https://doi.org/10.1109/TSG.2020.2970755>
- Yadav, G. (2018). *Transmission Lines in Smart Grid*. Obtenido de Electrical India: <https://www.electricalindia.in/transmission-lines-in-smart-grid>
- Yassine, B. I., & Boumediene, A. (2020). Renewable energies evaluation and linking to smart grid. *International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS)*. doi:<http://doi.org/10.11591/ijpeds.v11.i1.pp107-118>
- Zamorano, C. (2021). *Instalarán planta de almacenamiento de energía renovable en Mexicali*. Obtenido de Real Estate Market & Lifestyle: <https://realestatemarket.com.mx/noticias/infraestructura-y-construccion/33513-instalaran-planta-de-almacenamiento-de-energia-renovable-en-mexicali>
- Zarco, J. (2024). *Almacenamiento de Energía en México: ¿qué sigue?* Obtenido de PV magazine: <https://www.pv-magazine-mexico.com/2024/10/02/almacenamiento-de-energia-en-mexico-que-sigue/>

Zhang, Y., Chen, W., & Gao, W. (2017). A survey on the development status and challenges of smart grids in main driver countries. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 79, 137-147. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.032>

Apéndices

5.2. Cuestionario

PERSPECTIVA DE LAS PARTES INTERESADAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE RED ELÉCTRICA INTELIGENTE EN BAJA CALIFORNIA

PRESENTACIÓN

Bienvenido a la encuesta exploratoria de la perspectiva de las partes interesadas en el desarrollo de una red eléctrica inteligente en Baja California.

El propósito de la presente encuesta es conocer la perspectiva de las empresas e instituciones que tienen impacto en el desarrollo del sector eléctrico sobre implementación de una red eléctrica inteligente en el estado de Baja California, México.

Los resultados de este cuestionario serán utilizados para un estudio de maestría de la facultad de Ingeniería campus Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California. No se divulgará información específica de cada participante.

Se mantendrá la confidencialidad de la información proporcionada a este instrumento, según la Ley General de Protección de Datos Personales en posesión de los Sujetos Obligados y la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados para el Estado de Baja California.

El tiempo de respuesta estimado para el cuestionario es de 30 minutos. Muchas gracias por su participación.

Estudiante: Ing. Brenda Araceli Ibarra Payán

Director de tesis: Dr. José Alejandro Suastegui Macías

1.- PREGUNTAS DEMOGRÁFICAS

Edad: _____

Género: _____

Nombre de la organización: _____

Giro de la empresa o institución: _____

Municipio en que se ubica:

- a) Mexicali
- b) Tijuana
- c) Tecate
- d) Ensenada
- e) Playas de Rosarito
- f) San Felipe
- g) San Quintín

Rol/puesto de trabajo: _____

Años de experiencia en el cargo: _____

- 1) Seleccione el perfil que mejor lo describa y, de acuerdo a su respuesta, diríjase a la pregunta o sección indicada entre paréntesis:
 - a) Representante de una central de generación de energía ([continuar en la pregunta 2](#))
 - b) Representante de organizaciones e instituciones responsables de la planificación y gestión del sistema eléctrico ([continuar en la sección III](#))
 - c) Representantes de organizaciones e instituciones responsables planificación y desarrollo de Baja California ([continuar con la sección III](#))
 - d) Representantes de las cámaras de comercio de Baja California ([continuar en la sección III](#))
 - e) Representante de los centros de educación superior, investigación o instituciones afines ([continuar en la sección III](#))
- 2) [<tipo de central>](#) En caso de seleccionar “a) Representante de una central de generación de energía”, ¿a qué tipo de central corresponde?
 - a) Central de generación de energía solar ([continuar en la sección II, <energía solar>](#))
 - b) Central de generación de energía eólica ([continuar en la sección II, <energía eólica>](#))
 - c) Central de generación de energía geotérmica ([continuar en la sección II, <energía geotérmica>](#))
 - d) Central de generación de energía mediante gas natural ([continuar en la sección II, <energía a partir de gas natural>](#))

- e) Central de generación de energía mediante diésel ([continuar en la sección II, <energía a partir de diésel>](#))

2.- PREGUNTAS DIRIGIDAS A REPRESENTANTES DE CENTRALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

A.- ACERCA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

- 1) ¿Cuánta energía eléctrica en GWh genera la central de generación de [<tipo de central>](#) al año?
 - a) Menos de 25 GWh
 - b) De 26 a 50 GWh
 - c) De 51 a 75 GWh
 - d) Más de 76 GWh
- 2) ¿A qué esquema de generación pertenece la central de generación de [<tipo de central>](#)?
 - a) Autoabastecimiento
 - b) Cogeneración
 - c) Central de generación para exportación o generación asíncrona
 - d) Central de generación de CFE
 - e) Producción independiente de energía (PIE)
- 3) ¿Cuál es la antigüedad de la central de generación de [<tipo de central>](#)?
 - a) Menor a 5 años
 - b) De 6 a 10 años
 - c) De 11 a 15 años
 - d) De 16 a 20 años
 - e) Más de 21 años
- 4) ¿Cómo calificaría la ubicación de la central para la generación de [<tipo de central>](#) con respecto a la distancia de los principales centros de consumo de energía eléctrica?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé

- 5) ¿Cuál es la capacidad instalada de la central de generación de <tipo de central>?
- a) Menor a 0.5 MW
 - b) De 0.5 MW a 50 MW
 - c) De 51 MW a 100 MW
 - d) De 101 a 150 MW
 - e) Mayor a 151 MW
- 6) ¿Cuántas veces al año se le da mantenimiento mayor a la central de generación de <tipo de central>?
- a) 1 vez al año
 - b) De 2 a 3 veces al año
 - c) De 3 a 6 veces al año
 - d) De 7 a 10 veces al año
 - e) Más de 10 veces al año
- 7) ¿Cómo calificaría la evolución de los incentivos privados y públicos para la generación eléctrica de <tipo de central> en el estado de Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 8) ¿Cómo calificaría la evolución de la capacidad instalada de generación de <tipo de central> en Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 9) Seleccione el principal beneficio que ofrece la central de <tipo de central>:
- a) Energía asequible
 - b) Disminución de contaminantes y gases de efecto invernadero
 - c) Electrificación de zonas aisladas

- d) Mejorar la salud de la comunidad
- e) Crecimiento económico y social

10) ¿Cómo calificaría el impacto ambiental de la central de <tipo de central>?

- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular
- e) No sé
- f) No sé

11) ¿Cómo calificaría el impacto de la central de <tipo de central> en la salud de la población?

- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular
- e) No sé

B.- ACERCA DE LA GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
--

1) ¿Cómo calificaría el procedimiento actual para la interconexión de centrales de generación de <tipo de central>?

- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular
- e) No sé

2) ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de central de generación de <tipo de central> en Baja California?

- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular
- e) No sé

- 3) ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico horario o por minuto en tiempo real por parte del proveedor del servicio eléctrico?
- Excelente
 - Muy bueno
 - Bueno
 - Regular
 - No sé
- 4) ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico histórico (mensual o anual) por parte del proveedor del servicio eléctrico?
- Excelente
 - Muy bueno
 - Bueno
 - Regular
 - No sé
- 5) ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?
- Excelente
 - Muy bueno
 - Bueno
 - Regular
 - No sé
- 6) Indique el orden de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California:

	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
a) Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población	☐	☐	☐	☐	☐
b) Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica	☐	☐	☐	☐	☐
c) Garantizar el suministro del servicio eléctrico	☐	☐	☐	☐	☐
d) Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas	☐	☐	☐	☐	☐

e) Brindar beneficios económicos y sociales al estado	☐	☐	☐	☐	☐
f) Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica	☐	☐	☐	☐	☐

- 7) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 8) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 9) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 10) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?

- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 11) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 12) ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?
- a) Generación distribuida de energía solar
 - b) Generación distribuida de energía eólica
 - c) Generación distribuida de energía geotérmica
 - d) Generación distribuida de energía mediante gas natural
 - e) Generación distribuida de energía mediante diésel
- 13) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar cubriendo los gastos del equipo”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 14) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo

- c) Indiferente
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

C.- ACERCA DE LA TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
--

- 1) ¿Cómo calificaría el estado actual de las redes eléctricas de transmisión Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 2) ¿Cuál considera que es la principal problemática a la que se enfrenta actualmente las redes eléctricas de transmisión en Baja California?
 - a) Saturación, sobrecarga e interrupción de las líneas de transmisión
 - b) Fallos en equipos de transmisión
 - c) Condiciones meteorológicas adversas
 - d) Falta de mantenimiento preventivo
 - e) Falta de financiamiento federal o privado
- 3) ¿Cómo calificaría la disponibilidad de las líneas de transmisión, equipos de transformación y equipos de compensación de potencia reactivas en alta tensión en Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 4) ¿Cómo calificaría la duración promedio de las interrupciones del servicio eléctrico ocurridas en las redes eléctricas de transmisión de Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé

- 5) ¿Cómo calificaría el estado actual de la estructura física de las redes eléctricas de transmisión para soportar congestiones y saturaciones eléctricas en Baja California?
- Excelente
 - Muy bueno
 - Bueno
 - Regular
 - No sé
- 6) ¿Cómo calificaría los beneficios que puede proporcionar una red eléctrica inteligente a las redes de transmisión?
- Excelente
 - Muy bueno
 - Bueno
 - Regular
 - No sé
- 7) ¿Qué elementos considera más importantes desarrollar en los próximos cinco años para implementar una red eléctrica inteligente en la Red de Transmisión de Baja California?
- Infraestructura tecnológica
 - Interoperabilidad y estandarización
 - Gestión y análisis de datos
 - Formación y capacitación del personal
 - Financiamiento y apoyo gubernamental
- 8) Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California:

	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
a) Reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados	☐	☐	☐	☐	☐
b) Integración del almacenamiento de energía	☐	☐	☐	☐	☐
c) Localización automática de fallas en las líneas de transmisión	☐	☐	☐	☐	☐
d) Implementación de protocolos, equipos y aplicaciones para la	☐	☐	☐	☐	☐

integración de los Centros de Control					
e) Utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea	☐	☐	☐	☐	☐
f) Construcción de dos centros de control redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión	☐	☐	☐	☐	☐

D.- ACERCA DE LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

- 1) ¿Cómo calificaría el estado actual de las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 2) ¿Cómo calificaría la duración de interrupciones del servicio eléctrico en las redes eléctricas de distribución en Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 3) ¿Cómo calificaría la eficiencia en la operación y mantenimiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé

- 4) ¿Cómo calificaría la eficiencia en la operación, mantenimiento y resiliencia ante casos fortuitos o de fuerza mayor de las Redes Generales de Distribución en Baja California?
- Excelente
 - Muy bueno
 - Bueno
 - Regular
 - No sé
- 5) ¿Cómo calificaría el funcionamiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California?
- Excelente
 - Muy bueno
 - Bueno
 - Regular
 - No sé
- 6) Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California:

	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
a) Reemplazo y reparación de equipos dañados que ya fueron identificados	☐	☐	☐	☐	☐
b) Operación remota y automatización en redes eléctricas de distribución	☐	☐	☐	☐	☐
c) Escalamiento de medidores electrónicos de autogestión	☐	☐	☐	☐	☐
d) Gestión del balance de energía de las Redes generales de distribución para el Mercado Eléctrico Mayorista (instalación de puntos de medición en los circuitos de media tensión)	☐	☐	☐	☐	☐
e) Sistema de Administración de Distribución Avanzada	☐	☐	☐	☐	☐

- 7) ¿Estaría dispuesto/a a participar en un programa de demanda flexible de energía, que permita ajustar su consumo eléctrico según las necesidades del sistema eléctrico?
- a) Sí, estaría interesado/a
 - b) Tal vez
 - c) Ya participo en un programa similar
 - d) No estoy interesado/a
 - e) No sé
- 8) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto/a a participar en un programa de precios horarios dinámicos de electricidad acuerdo a la oferta, demanda y otros factores que afecten el Mercado Eléctrico Mayorista”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo

3.- PREGUNTAS DIRIGIDAS A REPRESENTANTES DE INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS RESPONSABLES DE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL SEBC, DE PROYECTOS ESTATALES, MUNICIPALES Y ASOCIACIONES EMPRESARIALES DE LOS SECTORES DE ALTO IMPACTO EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA REGIÓN

A.- ACERCA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

- 1) Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía solar participaron con el 0.8% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿Cómo calificaría la participación de la energía solar?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé

- 2) Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía eólica participaron con el 0.7% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿Cómo calificaría la participación de la energía eólica?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 3) Considerando que en 2021 la central de generación de energía geotérmica participó con el 15.9% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿Cómo calificaría la participación de la energía geotérmica?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 4) Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía a partir de gas natural y diésel participaron con el 82.6% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿Cómo calificaría la participación del gas natural y diésel?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 5) ¿Cómo calificaría la cobertura de energía eléctrica en Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé

- 6) ¿Cómo calificaría la ubicación de las centrales de generación de energía eléctrica en Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 7) ¿Cómo calificaría el impacto ambiental del Sistema Eléctrico de Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 8) ¿Cómo calificaría el impacto en la salud de la población del Sistema Eléctrico de Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 9) ¿Cómo calificaría el acceso a los datos de capacidad instalada y ubicación de las centrales de generación de energía eléctrica en Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 10) ¿Cómo calificaría la capacidad instalada de generación de energía distribuida en Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno

- c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 11) ¿Cómo calificaría la oferta tecnológica actual para la generación de energía distribuida al sector público, social y privado en Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 12) Actualmente, las energías renovables representan el 18% de la capacidad instalada del Sistema Eléctrico de Baja California. ¿Cuál considera que debe ser la meta para capacidad instalada de energías renovables para 2028?
- a) Mantener el 18% de la capacidad instalada renovable actual
 - b) Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 25%
 - c) Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 30%
 - d) Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 35%
 - e) Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 40%
- 13) ¿Qué tipo de centrales de generación de energía considera que debe ser promovidos y financiados en el Sistema Eléctrico de Baja California?
- a) Centrales de generación de energía solar
 - b) Centrales de generación de energía eólica
 - c) Centrales de generación de energía geotérmica
 - d) Generación distribuida conectada a la red
 - e) Generación distribuida para autoconsumo o aisladas de la red

B.- ACERCA DE LA GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
--

- 1) ¿Cómo calificaría el procedimiento actual para la interconexión unidades de generación distribuida de energía?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno

- d) Regular
- e) No sé
- 2) ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de unidades de generación distribuida de energía en Baja California?
- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular
- e) No sé
- 3) ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos históricos y en tiempo real de consumo eléctrico en tiempo real por parte del proveedor del servicio eléctrico?
- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular
- e) No sé
- 4) ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?
- a) Excelente
- b) Muy bueno
- c) Bueno
- d) Regular
- e) No sé
- 5) Indique el orden de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California:

	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
a) Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población	☐	☐	☐	☐	☐
b) Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica	☐	☐	☐	☐	☐
c) Garantizar el suministro del servicio eléctrico	☐	☐	☐	☐	☐

d) Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas	☐	☐	☐	☐	☐
e) Brindar beneficios económicos y sociales al estado	☐	☐	☐	☐	☐
f) Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica	☐	☐	☐	☐	☐

- 6) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 7) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 8) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo

- 9) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 10) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- 11) ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?
- a) Generación distribuida de energía solar
 - b) Generación distribuida de energía eólica
 - c) Generación distribuida de energía geotérmica
 - d) Generación distribuida de energía mediante gas natural
 - e) Generación distribuida de energía mediante diésel
- 12) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar pagando la totalidad del equipo”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo

- 13) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo

C.- ACERCA DE LA TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
--

- 1) ¿Cómo calificaría el estado actual de las redes eléctricas de transmisión Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 2) ¿Cuál considera que es la principal problemática a la que se enfrenta actualmente las redes eléctricas de transmisión en Baja California?
- a) Saturación, sobrecarga e interrupción de las líneas de transmisión
 - b) Fallos en equipos de transmisión
 - c) Condiciones meteorológicas adversas
 - d) Falta de mantenimiento preventivo
 - e) Falta de financiamiento federal o privado
- 3) ¿Cómo calificaría la disponibilidad de las líneas de transmisión, equipos de transformación y equipos de compensación de potencia reactivas en alta tensión en Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 4) ¿Cómo calificaría la duración promedio de las interrupciones del servicio eléctrico ocurridas en las redes eléctricas de transmisión de Baja California?

- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 5) ¿Cómo calificaría el estado actual de la estructura física de las redes eléctricas de transmisión para soportar congestiones y saturaciones eléctricas en Baja California?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 6) ¿Cómo calificaría los beneficios que puede proporcionar una red eléctrica inteligente a las redes de transmisión?
- a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 7) ¿Qué elementos considera más importantes desarrollar en los próximos cinco años para implementar una red eléctrica inteligente en la Red de Transmisión de Baja California?
- a) Infraestructura tecnológica
 - b) Interoperabilidad y estandarización
 - c) Gestión y análisis de datos
 - d) Formación y capacitación del personal
 - e) Financiamiento y apoyo gubernamental
- 8) Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California:

Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
-------------	------	-------	------	-------------

Reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados	☐	☐	☐	☐	☐
Integración del almacenamiento de energía	☐	☐	☐	☐	☐
Localización automática de fallas en las líneas de transmisión	☐	☐	☐	☐	☐
Implementación de protocolos, equipos y aplicaciones para la integración de los Centros de Control	☐	☐	☐	☐	☐
Utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea	☐	☐	☐	☐	☐
Construcción de dos centros de control redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión	☐	☐	☐	☐	☐

D.- ACERCA DE LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

- 1) ¿Cómo calificaría el estado actual de las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 2) ¿Cómo calificaría la duración de interrupciones del servicio eléctrico en las redes eléctricas de distribución en Baja California?
 - a) Excelente
 - b) Muy bueno
 - c) Bueno
 - d) Regular
 - e) No sé
- 3) ¿Cómo calificaría la eficiencia en la operación y mantenimiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California?
 - a) Excelente

- b) Muy bueno
c) Bueno
d) Regular
e) No sé
- 4) ¿Cómo calificaría la eficiencia en la operación, mantenimiento y resiliencia ante casos fortuitos o de fuerza mayor de las Redes Generales de Distribución en Baja California?
a) Excelente
b) Muy bueno
c) Bueno
d) Regular
e) No sé
- 5) ¿Cómo calificaría el funcionamiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California?
a) Excelente
b) Muy bueno
c) Bueno
d) Regular
e) No sé
- 6) Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California:

	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
Reemplazo y reparación de equipos dañados que ya fueron identificados	☐	☐	☐	☐	☐
Operación remota y automatización en redes eléctricas de distribución	☐	☐	☐	☐	☐
Escalamiento de medidores electrónicos de autogestión	☐	☐	☐	☐	☐
Gestión del balance de energía de las Redes generales de distribución para el Mercado Eléctrico Mayorista (instalación de puntos de medición en los circuitos de media tensión)	☐	☐	☐	☐	☐
Sistema de Administración de Distribución Avanzada	☐	☐	☐	☐	☐

- 7) ¿Estaría dispuesto/a a participar en un programa de demanda flexible de energía, que permita ajustar su consumo eléctrico según las necesidades del sistema eléctrico?
- a) Sí, estaría interesado/a
 - b) Tal vez
 - c) Ya participo en un programa similar
 - d) No estoy interesado/a
 - e) No sé
- 8) ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto/a a participar en un programa de precios horarios dinámicos de electricidad acuerdo a la oferta, demanda y otros factores que afecten el Mercado Eléctrico Mayorista”?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Indiferente
 - d) En desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo

3.- AGRADECIMIENTOS Y OBSERVACIONES

¡Gracias por participar en la encuesta! Si tiene comentarios o sugerencias adicionales sobre la encuesta o la transición hacia una red eléctrica inteligente en Baja California, ingréselos en el cuadro a continuación.

Nuevamente, gracias por completar la encuesta.

5.3.Documento de códigos

Código	Etiqueta	Medida	Valores					
			0	1	2	3	4	5
ID	Número de identificación	Ordinal						
I1	Edad:	Escala						
I2	Género:	Nominal	a) Femenino	b) Masculino				
I3	Nombre de la organización:	No aplica						
I4	Giro de la empresa o institución:	No aplica						
I5	Municipio donde se ubica:	Nominal	a) Mexicali	b) Tijuana	c) Tecate	d) Ensenada	e) Playas de Rosarito	f) San Felipe
I6	Rol o puesto de trabajo:	No aplica						
I7	Años de experiencia en el cargo:	Escala						
I8	Seleccione el perfil que mejor lo describa y, de acuerdo a su respuesta, diríjase a la pregunta o sección indicada entre paréntesis:	Nominal		a) Representante de una central de generación de energía	b) Representante de organizaciones e instituciones responsables de la planificación y gestión del sistema eléctrico	c) Representantes de organizaciones e instituciones responsables planificación y desarrollo de Baja California	d) Representantes de las cámaras de comercio de Baja California	e) Representante de los centros de educación superior, investigación o instituciones afines
I9	En caso de seleccionar "Representante de una central de generación de energía", ¿a qué tipo de central corresponde?	Nominal	NA	a) Central de generación de energía solar	b) Central de generación de energía eólica	c) Central de generación de energía geotérmica	d) Central de generación de energía mediante gas natural	e) Central de generación de energía mediante diésel
GSA1	1. Aproximadamente, ¿cuánta energía eléctrica en GWh genera la central de energía solar al año?	Nominal	NA	a) Menos de 25 GWh	b) De 26 a 50 GWh	c) De 51 a 75 GWh	d) Más de 76 GWh	
GSA2	2. ¿A qué esquema de generación pertenece la central de energía solar?	Nominal	NA	a) Autoabastecimiento	b) Cogeneración	c) Central de generación para exportación o generación asíncrona	d) Central de generación de CFE	e) Producción independiente de energía (PIE)
GSA3	3. ¿Cuál es la antigüedad de la central de energía solar?	Nominal	NA	a) Menor a 5 años	b) De 6 a 10 años	c) De 11 a 15 años	d) De 16 a 20 años	e) Más de 21 años
GSA4	4. ¿Cómo calificaría la ubicación de la central para la generación de energía solar con respecto a la distancia de los principales centros de consumo de energía eléctrica?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSA5	5. ¿Cuál es la capacidad instalada de la central de energía solar?	Nominal	NA	a) Menor a 0.5 MW	b) De 0.5 MW a 50 MW	c) De 51 MW a 100 MW	d) De 101 a 150 MW	e) Mayor a 151 MW

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GSA6	6. ¿Cuántas veces al año se le da mantenimiento mayor a la central de energía solar?	Nominal	NA	a) 1 vez al año	b) De 2 a 3 veces al año	c) De 3 a 6 veces al año	d) De 7 a 10 veces al año	e) Más de 10 veces al año
GSA7	7. ¿Cómo calificaría la evolución de los incentivos privados y públicos para la generación eléctrica mediante energía solar en el estado de Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSA8	8. ¿Cómo calificaría la evolución de la capacidad instalada de generación de energía solar en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSA9	9. Seleccione el principal beneficio que ofrece la central de energía solar:	Nominal	NA	a) Energía asequible	b) Disminución de contaminantes y gases de efecto invernadero	c) Electrificación de zonas aisladas	d) Mejorar la salud de la comunidad	e) Crecimiento económico y social
GSA10	10. ¿Cómo calificaría el impacto ambiental de la central de energía solar?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSA11	11. ¿Cómo calificaría el impacto de la central de energía solar en la salud de la población?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSB1	1. ¿Cómo calificaría el procedimiento actual para la interconexión de centrales de energía solar?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSB2	2. ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de central de energía solar en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSB3	3. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico horario o por minuto en tiempo real por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSB4	4. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico histórico (mensual o anual) por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSB5	5. ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GSB6_1	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GSB6_2	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GSB6_3	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Garantizar el suministro del servicio eléctrico]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GSB6_4	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GSB6_5	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Brindar beneficios económicos y sociales al estado]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GSB6_6	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GSB7	7. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GSB8	8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GSB9	9. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GSB10	10. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GSB11	11. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GSB12	12. ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?	Nominal	NA	a) Generación distribuida de energía solar	b) Generación distribuida de energía eólica	c) Generación distribuida de energía geotérmica	d) Generación distribuida de energía mediante gas natural	e) Generación distribuida de energía mediante diésel
GSB13	13. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar cubriendo los gastos del equipo”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GSB14	14. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GEA1	1. Aproximadamente, ¿cuánta energía eléctrica en GWh genera la central de energía eólica al año?	Nominal	NA	a) Menos de 25 GWh	b) De 26 a 50 GWh	c) De 51 a 75 GWh	d) Más de 76 GWh	

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GEA2	2. ¿A qué esquema de generación pertenece la central de energía eólica?	Nominal	NA	a) Autoabastecimiento	b) Cogeneración	c) Central de generación para exportación o generación asíncrona	d) Central de generación de CFE	e) Producción independiente de energía (PIE)
GEA3	3. ¿Cuál es la antigüedad de la central de energía eólica?	Nominal	NA	a) Menor a 5 años	b) De 6 a 10 años	c) De 11 a 15 años	d) De 16 a 20 años	e) Más de 21 años
GEA4	4. ¿Cómo calificaría la ubicación de la central para la generación de energía eólica con respecto a la distancia de los principales centros de consumo de energía eléctrica?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEA5	5. ¿Cuál es la capacidad instalada de la central de energía eólica?	Ordinal	NA	a) Menor a 0.5 MW	b) De 0.5 MW a 50 MW	c) De 51 MW a 100 MW	d) De 101 a 150 MW	e) Mayor a 151 MW
GEA6	6. ¿Cuántas veces al año se le da mantenimiento mayor a la central de energía eólica?	Ordinal	NA	a) 1 vez al año	b) De 2 a 3 veces al año	c) De 3 a 6 veces al año	d) De 7 a 10 veces al año	e) Más de 10 veces al año
GEA7	7. ¿Cómo calificaría la evolución de los incentivos privados y públicos para la generación eléctrica mediante energía eólica en el estado de Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEA8	8. ¿Cómo calificaría la evolución de la capacidad instalada de generación de energía eólica en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEA9	9. Seleccione el principal beneficio que ofrece la central de energía eólica:	Nominal	NA	a) Energía asequible	b) Disminución de contaminantes y gases de efecto invernadero	c) Electrificación de zonas aisladas	d) Mejorar la salud de la comunidad	e) Crecimiento económico y social
GEA10	10. ¿Cómo calificaría el impacto ambiental de la central de energía eólica?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEA11	11. ¿Cómo calificaría el impacto de la central de energía eólica en la salud de la población?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEB1	1. ¿Cómo calificaría el procedimiento actual para la interconexión de centrales de energía eólica?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEB2	2. ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de central de energía eólica en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEB3	3. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico horario o por minuto en tiempo real por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEB4	4. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico histórico (mensual o anual) por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEB5	5. ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GEB6_1	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GEB6_2	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GEB6_3	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Garantizar el suministro del servicio eléctrico]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GEB6_4	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GEB6_5	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Brindar beneficios económicos y sociales al estado]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GEB6_6	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GEB7	7. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GEB8	8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GEB9	9. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GEB10	10. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GEB11	11. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GEB12	12. ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?	Nominal	NA	a) Generación distribuida de energía solar	b) Generación distribuida de energía eólica	c) Generación distribuida de energía geotérmica	d) Generación distribuida de energía	e) Generación distribuida de energía mediante diésel

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

							mediante gas natural	
GEB13	13. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar cubriendo los gastos del equipo”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GEB14	14. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GGA1	1. Aproximadamente, ¿cuánta energía eléctrica en GWh genera la central de energía geotérmica al año?	Nominal	NA	a) Menos de 25 GWh	b) De 26 a 50 GWh	c) De 51 a 75 GWh	d) Más de 76 GWh	
GGA2	2. ¿A qué esquema de generación pertenece la central de energía geotérmica?	Nominal	NA	a) Autoabastecimiento	b) Cogeneración	c) Central de generación para exportación o generación asíncrona	d) Central de generación de CFE	e) Producción independiente de energía (PIE)
GGA3	3. ¿Cuál es la antigüedad de la central de energía geotérmica?	Nominal	NA	a) Menor a 5 años	b) De 6 a 10 años	c) De 11 a 15 años	d) De 16 a 20 años	e) Más de 21 años
GGA4	4. ¿Cómo calificaría la ubicación de la central para la generación de energía geotérmica con respecto a la distancia de los principales centros de consumo de energía eléctrica?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGA5	5. ¿Cuál es la capacidad instalada de la central de energía geotérmica?	Ordinal	NA	a) Menor a 0.5 MW	b) De 0.5 MW a 50 MW	c) De 51 MW a 100 MW	d) De 101 a 150 MW	e) Mayor a 151 MW
GGA6	6. ¿Cuántas veces al año se le da mantenimiento mayor a la central de energía geotérmica?	Ordinal	NA	a) 1 vez al año	b) De 2 a 3 veces al año	c) De 3 a 6 veces al año	d) De 7 a 10 veces al año	e) Más de 10 veces al año
GGA7	7. ¿Cómo calificaría la evolución de los incentivos privados y públicos para la generación eléctrica mediante energía geotérmica en el estado de Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGA8	8. ¿Cómo calificaría la evolución de la capacidad instalada de generación de energía geotérmica en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGA9	9. Seleccione el principal beneficio que ofrece la central de energía geotérmica:	Nominal	NA	a) Energía asequible	b) Disminución de contaminantes y gases de efecto invernadero	c) Electrificación de zonas aisladas	d) Mejorar la salud de la comunidad	e) Crecimiento económico y social
GGA10	10. ¿Cómo calificaría el impacto ambiental de la central de energía geotérmica?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGA11	11. ¿Cómo calificaría el impacto de la central de energía geotérmica en la salud de la población?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGB1	1. ¿Cómo calificaría el procedimiento actual para la interconexión de centrales de energía geotérmica?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGB2	2. ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de central de energía geotérmica en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GGB3	3. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico horario o por minuto en tiempo real por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGB4	4. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico histórico (mensual o anual) por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGB5	5. ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GGB6_1	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GGB6_2	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GGB6_3	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Garantizar el suministro del servicio eléctrico]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GGB6_4	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GGB6_5	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Brindar beneficios económicos y sociales al estado]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GGB6_6	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GGB7	7. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GGB8	8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GGB9	9. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GGB10	10. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GGB11	11. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GGB12	12. ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?	Nominal	NA	a) Generación distribuida de energía solar	b) Generación distribuida de energía eólica	c) Generación distribuida de energía geotérmica	d) Generación distribuida de energía mediante gas natural	e) Generación distribuida de energía mediante diésel
GGB13	13. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar cubriendo los gastos del equipo”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GGB14	14. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GNA1	1. Aproximadamente, ¿cuánta energía eléctrica en GWh genera la central de energía a partir de gas natural al año?	Nominal	NA	a) Menos de 25 GWh	b) De 26 a 50 GWh	c) De 51 a 75 GWh	d) Más de 76 GWh	
GNA2	2. ¿A qué esquema de generación pertenece la central de energía a partir de gas natural?	Nominal	NA	a) Autoabastecimiento	b) Cogeneración	c) Central de generación para exportación o generación asíncrona	d) Central de generación de CFE	e) Producción independiente de energía (PIE)
GNA3	3. ¿Cuál es la antigüedad de la central de energía a partir de gas natural?	Nominal	NA	a) Menor a 5 años	b) De 6 a 10 años	c) De 11 a 15 años	d) De 16 a 20 años	e) Más de 21 años
GNA4	4. ¿Cómo calificaría la ubicación de la central para la generación de energía a partir de gas natural con respecto a la distancia de los principales centros de consumo de energía eléctrica?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNA5	5. ¿Cuál es la capacidad instalada de la central de energía a partir de gas natural?	Ordinal	NA	a) Menor a 0.5 MW	b) De 0.5 MW a 50 MW	c) De 51 MW a 100 MW	d) De 101 a 150 MW	e) Mayor a 151 MW
GNA6	6. ¿Cuántas veces al año se le da mantenimiento mayor a la central de energía a partir de gas natural?	Ordinal	NA	a) 1 vez al año	b) De 2 a 3 veces al año	c) De 3 a 6 veces al año	d) De 7 a 10 veces al año	e) Más de 10 veces al año
GNA7	7. ¿Cómo calificaría la evolución de los incentivos privados y públicos para la generación eléctrica mediante energía a partir de gas natural en el estado de Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNA8	8. ¿Cómo calificaría la evolución de la capacidad instalada de generación de energía a partir de gas natural en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GNA9	9. Seleccione el principal beneficio que ofrece la central de energía a partir de gas natural:	Nominal	NA	a) Energía asequible	b) Disminución de contaminantes y gases de efecto invernadero	c) Electrificación de zonas aisladas	d) Mejorar la salud de la comunidad	e) Crecimiento económico y social
GNA10	10. ¿Cómo calificaría el impacto ambiental de la central de energía a partir de gas natural?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNA11	11. ¿Cómo calificaría el impacto de la central de energía a partir de gas natural en la salud de la población?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNB1	1. ¿Cómo calificaría el procedimiento actual para la interconexión de centrales de energía a partir de gas natural?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNB2	2. ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de central de energía a partir de gas natural en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNB3	3. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico horario o por minuto en tiempo real por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNB4	4. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico histórico (mensual o anual) por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNB5	5. ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GNB6_1	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GNB6_2	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GNB6_3	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Garantizar el suministro del servicio eléctrico]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GNB6_4	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GNB6_5	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Brindar beneficios económicos y sociales al estado]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GNB6_6	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GNB7	7. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GNB8	8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GNB9	9. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GNB10	10. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GNB11	11. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GNB12	12. ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?	Nominal	NA	a) Generación distribuida de energía solar	b) Generación distribuida de energía eólica	c) Generación distribuida de energía geotérmica	d) Generación distribuida de energía mediante gas natural	e) Generación distribuida de energía mediante diésel
GNB13	13. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar cubriendo los gastos del equipo”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GNB14	14. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GDA1	1. Aproximadamente, ¿cuánta energía eléctrica en GWh genera la central de energía a partir de diésel al año?	Nominal	NA	a) Menos de 25 GWh	b) De 26 a 50 GWh	c) De 51 a 75 GWh	d) Más de 76 GWh	
GDA2	2. ¿A qué esquema de generación pertenece la central de energía a partir de diésel?	Nominal	NA	a) Autoabastecimiento	b) Cogeneración	c) Central de generación para exportación o generación asíncrona	d) Central de generación de CFE	e) Producción independiente de energía (PIE)
GDA3	3. ¿Cuál es la antigüedad de la central de energía a partir de diésel?	Nominal	NA	a) Menor a 5 años	b) De 6 a 10 años	c) De 11 a 15 años	d) De 16 a 20 años	e) Más de 21 años
GDA4	4. ¿Cómo calificaría la ubicación de la central para la generación de energía a partir de diésel con respecto a	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

	la distancia de los principales centros de consumo de energía eléctrica?							
GDA5	5. ¿Cuál es la capacidad instalada de la central de energía a partir de diésel?	Ordinal	NA	a) Menor a 0.5 MW	b) De 0.5 MW a 50 MW	c) De 51 MW a 100 MW	d) De 101 a 150 MW	e) Mayor a 151 MW
GDA6	6. ¿Cuántas veces al año se le da mantenimiento mayor a la central de energía a partir de diésel?	Ordinal	NA	a) 1 vez al año	b) De 2 a 3 veces al año	c) De 3 a 6 veces al año	d) De 7 a 10 veces al año	e) Más de 10 veces al año
GDA7	7. ¿Cómo calificaría la evolución de los incentivos privados y públicos para la generación eléctrica mediante energía a partir de diésel en el estado de Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDA8	8. ¿Cómo calificaría la evolución de la capacidad instalada de generación de energía a partir de diésel en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDA9	9. Seleccione el principal beneficio que ofrece la central de energía a partir de diésel:	Nominal	NA	a) Energía asequible	b) Disminución de contaminantes y gases de efecto invernadero	c) Electrificación de zonas aisladas	d) Mejorar la salud de la comunidad	e) Crecimiento económico y social
GDA10	10. ¿Cómo calificaría el impacto ambiental de la central de energía a partir de diésel?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDA11	11. ¿Cómo calificaría el impacto de la central de energía a partir de diésel en la salud de la población?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDB1	1. ¿Cómo calificaría sobre el procedimiento actual para la interconexión de centrales de energía a partir de diésel?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDB2	2. ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de central de energía a partir de diésel en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDB3	3. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico horario o por minuto en tiempo real por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDB4	4. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico histórico (mensual o anual) por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDB5	5. ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
GDB6_1	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GDB6_2	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GDB6_3	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Garantizar el suministro del servicio eléctrico]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GDB6_4	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GDB6_5	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Brindar beneficios económicos y sociales al estado]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GDB6_6	6. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica]	Ordinal	NA	Muy baja	Baja	Medio	Alta	Muy alta
GDB7	7. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GDB8	8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GDB9	9. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GDB10	10. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GDB11	11. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GDB12	12. ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?	Nominal	NA	a) Generación distribuida de energía solar	b) Generación distribuida de energía eólica	c) Generación distribuida de energía geotérmica	d) Generación distribuida de energía mediante gas natural	e) Generación distribuida de energía mediante diésel
GDB13	13. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar cubriendo los gastos del equipo”?	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
GDB14	14. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida	Ordinal	NA	a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

	de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado”?							
RA1	1. Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía solar participaron con el 0.8% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿cómo calificaría la participación de la energía solar?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA2	2. Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía eólica participaron con el 0.7% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿cómo calificaría la participación de la energía eólica?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA3	3. Considerando que en 2021 la central de generación de energía geotérmica participó con el 15.9% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿cómo calificaría la participación de la energía geotérmica?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA4	4. Considerando que en 2021 las centrales de generación de energía a partir de gas natural y diésel participaron con el 82.6% en la generación neta del Sistema Eléctrico de Baja California, ¿cómo calificaría la participación del gas natural y diésel para la generación de energía eléctrica	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA5	5. ¿Cómo calificaría la cobertura de energía eléctrica en Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA6	6. ¿Cómo calificaría la ubicación de las centrales de generación de energía eléctrica en Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA7	7. ¿Cómo calificaría el impacto ambiental del Sistema Eléctrico de Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA8	8. ¿Cómo calificaría el impacto del Sistema Eléctrico de Baja California en la salud de la población?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA9	9. ¿Cómo calificaría el acceso al potencial y ubicación de las centrales de generación de energía eléctrica en Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA10	10. ¿Cómo calificaría la capacidad instalada de las centrales de generación de energía distribuida en Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA11	11. ¿Cómo calificaría la oferta actual para la generación de energía distribuida al sector público, social y privado en Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RA12	12. Actualmente, las energías renovables representan el 18% de la capacidad instalada del Sistema Eléctrico de Baja California. ¿Cuál considera que debe ser la meta para capacidad instalada de energías renovables para 2028?	Nominal	NA	Mantener el 18% de la capacidad instalada renovable actual	Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 25%	Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 30%	Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 35%	Incrementar el porcentaje de la capacidad instalada renovable a 40%
RA13	13. ¿Qué tipo de centrales de generación de energía considera que debe ser promovidos y financiados en el Sistema Eléctrico de Baja California?	Nominal	NA	Centrales de generación de energía solar	Centrales de generación de energía eólica	Centrales de generación de	Generación distribuida	Generación distribuida para autoconsumo o

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

						energía geotérmica	conectada a la red	aisladas de la red
RB1	1. ¿Cuál es su opinión sobre el procedimiento actual para la interconexión unidades de generación distribuida de energía?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RB2	2. ¿Cómo calificaría los programas y financiamientos existentes para la instalación de unidades de generación distribuida de energía en Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RB3	3. ¿Cómo calificaría el acceso a sus datos de consumo eléctrico por parte del proveedor del servicio eléctrico?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RB4	4. ¿Cómo calificaría la aplicación del subsidio al consumo de energía eléctrica en Baja California durante la temporada de verano?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
RB5_1	5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Beneficiar al medio ambiente y la salud de la población]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
RB5_2	5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Mejorar la flexibilidad y capacidad de la infraestructura eléctrica]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
RB5_3	5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Garantizar el suministro del servicio eléctrico]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
RB5_4	5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Proporcionar beneficios económicos a las empresas e instituciones involucradas]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
RB5_5	5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Brindar beneficios económicos y sociales al estado]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
RB5_6	5. Indique el grado de prioridad que usted considere que deben de tener los siguientes aspectos sobre el Sistema Eléctrico de Baja California: [Asegurar la viabilidad y promover la innovación tecnológica]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
RB6	6. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la confiabilidad del servicio eléctrico en Baja California para satisfacer la demanda eléctrica de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	e) Totalmente en desacuerdo	d) En desacuerdo	c) Indiferente	b) De acuerdo	a) Totalmente de acuerdo
RB7	7. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la seguridad de despacho del servicio eléctrico en Baja California ante fallas de un elemento o múltiples elementos”?	Ordinal	NA	e) Totalmente en desacuerdo	d) En desacuerdo	c) Indiferente	b) De acuerdo	a) Totalmente de acuerdo

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

RB8	8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la continuidad del servicio eléctrico en Baja California con una menor frecuencia y menor duración de interrupciones”?	Ordinal	NA	e) Totalmente en desacuerdo	d) En desacuerdo	c) Indiferente	b) De acuerdo	a) Totalmente de acuerdo
RB9	9. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “El desarrollo de una red eléctrica inteligente puede mejorar la calidad del servicio eléctrico en Baja California para el correcto desempeño e integridad de los equipos y dispositivos de los usuarios finales”?	Ordinal	NA	e) Totalmente en desacuerdo	d) En desacuerdo	c) Indiferente	b) De acuerdo	a) Totalmente de acuerdo
RB10	10. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar para ayudar a estabilizar el Sistema Eléctrico de Baja California”?	Ordinal	NA	e) Totalmente en desacuerdo	d) En desacuerdo	c) Indiferente	b) De acuerdo	a) Totalmente de acuerdo
RB11	11. ¿Qué tipo de equipos de generación distribuida de energía estaría dispuesto a instalar?	Nominal	NA	Generación distribuida de energía solar	Generación distribuida de energía eólica	Generación distribuida de energía geotérmica	Generación distribuida de energía mediante gas natural	Generación distribuida de energía mediante diésel
RB12	12. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar pagando la totalidad del equipo”?	Ordinal	NA	e) Totalmente en desacuerdo	d) En desacuerdo	c) Indiferente	b) De acuerdo	a) Totalmente de acuerdo
RB13	13. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto a instalar equipos de generación distribuida de energía en mi negocio u hogar con el apoyo de un financiamiento público o privado”?	Ordinal	NA	e) Totalmente en desacuerdo	d) En desacuerdo	c) Indiferente	b) De acuerdo	a) Totalmente de acuerdo
C1	1. ¿Cómo calificaría el estado actual de las redes eléctricas de transmisión Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
C2	2. ¿Cuál considera que es la principal problemática a la que se enfrenta actualmente las redes eléctricas de transmisión en Baja California?	Nominal	NA	Saturación, sobrecarga e interrupción de las líneas de transmisión	Fallos en equipos de transmisión	Condiciones meteorológicas adversas	Falta de mantenimiento preventivo	Falta de financiamiento federal o privado
C3	3. ¿Cómo calificaría la disponibilidad de las líneas de transmisión, equipos de transformación y equipos de compensación de potencia reactivas en alta tensión en Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
C4	4. ¿Cómo calificaría la duración promedio de las interrupciones del servicio eléctrico ocurridas en las redes eléctricas de transmisión de Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
C5	5. ¿Cómo calificaría el estado actual de la estructura física de las redes eléctricas de transmisión para soportar congestiones y saturaciones eléctricas en Baja California?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente
C6	6. ¿Cómo calificaría los beneficios que puede proporcionar una red eléctrica inteligente a las redes de transmisión?	Ordinal	NA	e) No sé	d) Regular	c) Bueno	b) Muy bueno	a) Excelente

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

C7	7. ¿Qué elementos considera más importantes desarrollar en los próximos cinco años para implementar una red eléctrica inteligente en la Red de Transmisión de Baja California?	Nominal	NA	Infraestructura tecnológica	Interoperabilidad y estandarización	Gestión y análisis de datos	Formación y capacitación del personal	Financiamiento y apoyo gubernamental
C8_1	8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Reemplazo y reparación de equipos dañados ya identificados]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
C8_2	8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Integración del almacenamiento de energía]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
C8_3	8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Localización automática de fallas en las líneas de transmisión]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
C8_4	8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Implementación de protocolos, equipos y aplicaciones para la integración de los Centros de Control]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
C8_5	8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Utilización de sensores en las subestaciones de potencia para el monitoreo en tiempo real y mantenimiento en línea]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
C8_6	8. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para la Red de Transmisión de energía eléctrica en Baja California: [Construcción de dos centros de control redundantes para el proceso de operación física de la red de transmisión]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
D1	1. ¿Cómo calificaría el estado actual de las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
D2	2. ¿Cómo calificaría la duración de interrupciones del servicio eléctrico en las redes eléctricas de distribución en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
D3	3. ¿Cómo calificaría la eficiencia en la operación y mantenimiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
D4	4. ¿Cómo calificaría la eficiencia en la operación, mantenimiento y resiliencia ante casos fortuitos o de fuerza mayor de las Redes Generales de Distribución en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

D5	5. ¿Cómo calificaría el funcionamiento de las Redes Generales de Distribución en Baja California?	Ordinal	NA	a) Excelente	b) Muy bueno	c) Bueno	d) Regular	e) No sé
D6_1	6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Reemplazo y reparación de equipos dañados que ya fueron identificados]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
D6_2	6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Operación remota y automatización en redes eléctricas de distribución]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
D6_3	6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Escalamiento de medidores electrónicos de autogestión]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
D6_4	6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Gestión del balance de energía de las Redes generales de distribución para el Mercado Eléctrico Mayorista (instalación de puntos de medición en los circuitos de media tensión)]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
D6_5	6. Indique el grado de prioridad que considere que deben tener los siguientes proyectos para las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica en Baja California: [Sistema de Administración de Distribución Avanzada]	Ordinal	NA	Muy Baja	Baja	Medio	Alta	Muy Alta
D7	7. ¿Estaría dispuesto/a a participar en un programa de demanda flexible de energía, que permita ajustar su consumo eléctrico según las necesidades del sistema eléctrico?	Ordinal	NA	No sé	No estoy interesado/a	Ya participo en un programa similar	Tal vez	Sí, estaría interesado/a
D8	8. ¿Está de acuerdo con la siguiente frase: “Estoy dispuesto/a a participar en un programa de precios horarios dinámicos de electricidad acuerdo a la oferta, demanda y otros factores que afecten el Mercado Eléctrico Mayorista”?	Ordinal	NA	e) Totalmente en desacuerdo	d) En desacuerdo	c) Indiferente	b) De acuerdo	a) Totalmente de acuerdo
PA	Si tiene comentarios o sugerencias adicionales sobre la encuesta o la transición a una red eléctrica inteligente en Baja California, por favor ingréselos en el recuadro a continuación.	No aplica						

5.4. Matriz de datos

IDE	1	2	3	4	5	6
I1	29	58	33	51	41	58
I2	1	1	1	1	1	1
I3	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*
I4	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*
I5	0	0	1	4	1	0
I6	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*	*Información oculta por motivos de confidencialidad*
I7	4	30	1	27	1	2
I8	2	5	3	5	2	4
I9	0	0	0	0	0	0
GSA1	0	0	0	0	0	0
GSA2	0	0	0	0	0	0
GSA3	0	0	0	0	0	0
GSA4	0	0	0	0	0	0
GSA5	0	0	0	0	0	0
GSA6	0	0	0	0	0	0
GSA7	0	0	0	0	0	0
GSA8	0	0	0	0	0	0
GSA9	0	0	0	0	0	0
GSA10	0	0	0	0	0	0
GSA11	0	0	0	0	0	0
GSB1	0	0	0	0	0	0
GSB2	0	0	0	0	0	0
GSB3	0	0	0	0	0	0
GSB4	0	0	0	0	0	0
GSB5	0	0	0	0	0	0
GSB6_1	0	0	0	0	0	0

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GSB6_2	0	0	0	0	0	0
GSB6_3	0	0	0	0	0	0
GSB6_4	0	0	0	0	0	0
GSB6_5	0	0	0	0	0	0
GSB6_6	0	0	0	0	0	0
GSB7	0	0	0	0	0	0
GSB8	0	0	0	0	0	0
GSB9	0	0	0	0	0	0
GSB10	0	0	0	0	0	0
GSB11	0	0	0	0	0	0
GSB12	0	0	0	0	0	0
GSB13	0	0	0	0	0	0
GSB14	0	0	0	0	0	0
GEA1	0	0	0	0	0	0
GEA2	0	0	0	0	0	0
GEA3	0	0	0	0	0	0
GEA4	0	0	0	0	0	0
GEA5	0	0	0	0	0	0
GEA6	0	0	0	0	0	0
GEA7	0	0	0	0	0	0
GEA8	0	0	0	0	0	0
GEA9	0	0	0	0	0	0
GEA10	0	0	0	0	0	0
GEA11	0	0	0	0	0	0
GEB1	0	0	0	0	0	0
GEB2	0	0	0	0	0	0
GSB3	0	0	0	0	0	0
GSB4	0	0	0	0	0	0
GSB5	0	0	0	0	0	0
GSB6_1	0	0	0	0	0	0
GSB6_2	0	0	0	0	0	0
GSB6_3	0	0	0	0	0	0
GSB6_4	0	0	0	0	0	0
GSB6_5	0	0	0	0	0	0

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GSB6_6	0	0	0	0	0	0
GSB7	0	0	0	0	0	0
GSB8	0	0	0	0	0	0
GSB9	0	0	0	0	0	0
GSB10	0	0	0	0	0	0
GSB11	0	0	0	0	0	0
GSB12	0	0	0	0	0	0
GSB13	0	0	0	0	0	0
GSB14	0	0	0	0	0	0
GGA1	0	0	0	0	0	0
GGA2	0	0	0	0	0	0
GGA3	0	0	0	0	0	0
GGA4	0	0	0	0	0	0
GGA5	0	0	0	0	0	0
GGA6	0	0	0	0	0	0
GGA7	0	0	0	0	0	0
GGA8	0	0	0	0	0	0
GGA9	0	0	0	0	0	0
GGA10	0	0	0	0	0	0
GGA11	0	0	0	0	0	0
GGB1	0	0	0	0	0	0
GGB2	0	0	0	0	0	0
GSB3	0	0	0	0	0	0
GSB4	0	0	0	0	0	0
GSB5	0	0	0	0	0	0
GSB6_1	0	0	0	0	0	0
GSB6_2	0	0	0	0	0	0
GSB6_3	0	0	0	0	0	0
GSB6_4	0	0	0	0	0	0
GSB6_5	0	0	0	0	0	0
GSB6_6	0	0	0	0	0	0
GSB7	0	0	0	0	0	0
GSB8	0	0	0	0	0	0
GSB9	0	0	0	0	0	0

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GSB10	0	0	0	0	0	0
GSB11	0	0	0	0	0	0
GSB12	0	0	0	0	0	0
GSB13	0	0	0	0	0	0
GSB14	0	0	0	0	0	0
GNA1	0	0	0	0	0	0
GNA2	0	0	0	0	0	0
GNA3	0	0	0	0	0	0
GNA4	0	0	0	0	0	0
GNA5	0	0	0	0	0	0
GNA6	0	0	0	0	0	0
GNA7	0	0	0	0	0	0
GNA8	0	0	0	0	0	0
GNA9	0	0	0	0	0	0
GNA10	0	0	0	0	0	0
GNA11	0	0	0	0	0	0
GNB1	0	0	0	0	0	0
GNB2	0	0	0	0	0	0
GSB3	0	0	0	0	0	0
GSB4	0	0	0	0	0	0
GSB5	0	0	0	0	0	0
GSB6_1	0	0	0	0	0	0
GSB6_2	0	0	0	0	0	0
GSB6_3	0	0	0	0	0	0
GSB6_4	0	0	0	0	0	0
GSB6_5	0	0	0	0	0	0
GSB6_6	0	0	0	0	0	0
GSB7	0	0	0	0	0	0
GSB8	0	0	0	0	0	0
GSB9	0	0	0	0	0	0
GSB10	0	0	0	0	0	0
GSB11	0	0	0	0	0	0
GSB12	0	0	0	0	0	0
GSB13	0	0	0	0	0	0

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

GSB14	0	0	0	0	0	0
GDA1	0	0	0	0	0	0
GDA2	0	0	0	0	0	0
GDA3	0	0	0	0	0	0
GDA4	0	0	0	0	0	0
GDA5	0	0	0	0	0	0
GDA6	0	0	0	0	0	0
GDA7	0	0	0	0	0	0
GDA8	0	0	0	0	0	0
GDA9	0	0	0	0	0	0
GDA10	0	0	0	0	0	0
GDA11	0	0	0	0	0	0
GDB1	0	0	0	0	0	0
GDB2	0	0	0	0	0	0
GSB3	0	0	0	0	0	0
GSB4	0	0	0	0	0	0
GSB5	0	0	0	0	0	0
GSB6_1	0	0	0	0	0	0
GSB6_2	0	0	0	0	0	0
GSB6_3	0	0	0	0	0	0
GSB6_4	0	0	0	0	0	0
GSB6_5	0	0	0	0	0	0
GSB6_6	0	0	0	0	0	0
GSB7	0	0	0	0	0	0
GSB8	0	0	0	0	0	0
GSB9	0	0	0	0	0	0
GSB10	0	0	0	0	0	0
GSB11	0	0	0	0	0	0
GSB12	0	0	0	0	0	0
GSB13	0	0	0	0	0	0
GSB14	0	0	0	0	0	0
RA1	3	3	2	2	2	2
RA2	3	2	3	2	2	2
RA3	3	4	3	3	3	2

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

RA4	3	3	3	3	3	2
RA5	2	4	3	1	2	3
RA6	3	4	3	1	3	3
RA7	1	2	2	1	2	2
RA8	1	2	3	1	2	2
RA9	3	3	4	1	2	3
RA10	4	3	3	1	2	2
RA11	3	4	2	1	2	2
RA12	2	5	2	4	3	4
RA13	4	4	4	1	4	4
RB1	3	3	3	1	2	2
RB2	3	4	3	1	1	2
RB3	4	3	2	1	2	3
RB4	1	3	5	1	2	5
RB5_1	3	5	4	5	4	5
RB5_2	4	4	4	5	5	5
RB5_3	5	5	5	5	5	5
RB5_4	3	3	2	3	3	5
RB5_5	3	3	3	3	3	5
RB5_6	2	5	5	3	3	5
RB6	4	5	4	4	4	5
RB7	4	5	4	4	4	5
RB8	4	5	4	4	4	5
RB9	4	5	4	4	4	5
RB10	4	5	2	4	3	5
RB11	1	1	1	1	1	1
RB12	4	5	4	2	2	4
RB13	4	5	4	4	4	5
C1	3	3	3	3	2	2
C2	1	1	1	3	4	1
C3	3	3	2	4	2	3
C4	3	3	3	1	2	3
C5	3	2	2	1	2	2
C6	4	5	4	4	3	5

Evaluación estratégica de proyectos de red eléctrica inteligente en Baja California

C7	1	1	3	1	3	1
C8_1	5	4	5	5	5	5
C8_2	3	4	2	4	3	4
C8_3	4	4	4	3	5	5
C8_4	3	3	3	3	4	5
C8_5	3	4	4	4	5	5
C8_6	2	3	4	3	3	4
D1	3	3	4	5	4	3
D2	3	3	4	5	4	4
D3	3	3	4	5	4	3
D4	3	3	3	5	4	4
D5	3	2	4	5	4	3
D6_1	5	5	5	5	5	5
D6_2	4	4	3	4	5	4
D6_3	4	4	3	3	3	4
D6_4	3	4	2	2	4	3
D6_5	2	5	4	3	3	3
D7	5	4	5	1	5	4
D8	4	4	4	2	3	4
PA	*Información oculta por motivos de confidencialidad*. Debería haber una opción para seleccionar otras ciudades que no sean de Baja California. Es una muy buena encuesta.			Agradecemos la oportunidad de participar en la encuesta, pero no tenemos un amplio conocimiento de los detalles de las redes en Baja California a nivel usuario.		Entre las opciones de calificación no viene opción de malo, solo regular