



# Plan de Transición Energética de las Islas Galápagos

— EVOLUCIÓN ENERGÉTICA —



Con el apoyo del:



Ministerio de Energía y Minas



GUILLERMO LASSO  
PRESIDENTE





# Plan de Transición Energética de las Islas Galápagos

EVOLUCIÓN ENERGÉTICA

Mayo 2023

**PRESIDENTE DE LA REPUBLICA**  
Guillermo Lasso Mendoza

**MINISTRO DE ENERGÍA Y MINAS**  
Fernando Santos Alvite

**CONSEJO DE GOBIERNO DEL RÉGIMEN  
ESPECIAL DE GALÁPAGOS**  
Katherine Llerena  
Schubert Lombeida

**VICEMINISTRO DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍA RENOVABLE**  
Marcelo Jaramillo Carrera

**SUBSECRETARÍA DE DISTRIBUCIÓN Y  
COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA**  
Patricio Villavicencio  
Roberto Torres

**SUBSECRETARÍA DE GENERACIÓN Y  
TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**  
Patricio Cañizares  
Stalin Narváez

**DIRECCIÓN DE ANÁLISIS Y PROSPECTIVA  
ELÉCTRICA**  
Ángel Echeverría  
Jaime Guerrero

**CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR**  
Gonzalo Uquillas  
Fabián Calero

**OPERADOR NACIONAL DE ELECTRICIDAD**  
Gabriel Argüello  
Diego Echeverría

**AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE  
ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO  
RENOVABLES**  
Luis Maingón  
Geovanny Pardo

**EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL  
GALÁPAGOS S.A.**  
Kevin Cruz

**EQUIPO BID**  
José Ramón Gómez, Jefe de Equipo  
Kenol Thys  
María Julia Molina

**EQUIPO ASESOR**  
Andrés Pesca  
Patricio Pesantez  
Darío Mayorga Ladino  
Renato Oña Pólit  
Renato Céspedes  
Sissy Larrea  
Marcela Vega

**DISEÑO**  
La Ince S.A.

**IMPRESIÓN**  
La Ince S.A.

Primera Edición, Mayo, 2023

© Ministerio de Energía y Minas

Av. República de El Salvador N36-64 y  
Suecia 170135

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA

**Ministerio de Energía y Minas**



**GUILLERMO LASSO**  
PRESIDENTE



**GUILLERMO LASSO**  
PRESIDENTE



Para el Ministerio de Energía y Minas es fundamental articular acciones encaminadas a cumplir con los objetivos enmarcados en las Políticas Públicas de Eficiencia Energética y del Sector Eléctrico; así como, de los compromisos globales en materia de energía y clima, contemplados en el Acuerdo de París y la Agenda 2030, principalmente. Es por ello, que con gran compromiso hemos desarrollado el Plan de Transición Energética para Galápagos con un horizonte al 2050, una herramienta fundamental para mitigar el cambio climático, promover un desarrollo sustentable y sostenible del Archipiélago, estimular una mayor participación de la mujer, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso de combustibles fósiles, impulsar el uso de energías limpias y fomentar la eficiencia energética.

Fernando Santos Alvite

**Ministro de Energía y Minas**

# Contenido

Resumen Ejecutivo .....	8
<b>1 Contexto Plan de Transición Energética.....</b>	<b>11</b>
<b>2 El Archipiélago de Galápagos .....</b>	<b>13</b>
2.1 Introducción .....	13
2.2 Características principales.....	13
2.3 Sistema energético de las Islas Galápagos.....	15
2.4 Sistema eléctrico.....	16
2.4.1 Demanda de electricidad.....	16
2.4.2 Situación actual de la generación de energía eléctrica .....	17
2.4.3 Infraestructura eléctrica .....	18
2.5 Movilidad .....	19
2.6 Marco normativo y regulatorio .....	19
<b>3 Plan de Transición Energética para Galápagos.....</b>	<b>23</b>
<b>4 Generación eléctrica y almacenamiento .....</b>	<b>27</b>
4.1 Escenario de crecimiento de la demanda.....	27
4.2 Portafolio de proyectos.....	27
4.2.1 Proyecto: Isla Floreana 100 % renovable .....	34
4.2.2 Generación distribuida .....	35
4.2.3 Almacenamiento de energía eléctrica .....	35
4.3 Inversiones en generación eléctrica y almacenamiento.....	36
<b>5 Optimización del uso final de energía eléctrica en la demanda.....</b>	<b>39</b>
5.1 Medidas activas de optimización.....	39
5.1.1 Aires acondicionados .....	39
5.1.2 Refrigeradores y congeladores.....	39
5.1.3 Coccción eléctrica eficiente “Clean Cooking” .....	40
5.1.4 Calentamiento de agua sanitaria.....	41
5.1.5 Iluminación pública .....	41
5.2 Medidas pasivas de optimización.....	41
5.2.1 Medidas en las edificaciones: Guía de construcción sostenible .....	41
5.2.2 Medidas en el sector turístico: Estándar de sostenibilidad.....	42
5.3 Otras medidas relacionadas.....	42
5.3.1 Medidas de gestión de la demanda.....	42
5.3.2 Mecanismo de implementación de medidas propuestas .....	43
5.3.3 Oportunidades en movilidad eléctrica.....	44
5.3.4 Impacto de las medidas del componente de optimización de la demanda .....	45
<b>6 Digitalización, Infraestructura y Automatización.....</b>	<b>49</b>
6.1 Infraestructura eléctrica .....	49
6.1.1 Red eléctrica .....	49
6.1.2 Subestaciones.....	51
6.1.3 Mayor velocidad de respuesta ante un fallo e información de mayor precisión. Alimentadores.....	51
6.2 Medición Avanzada (AMI).....	51
6.3 Sistema de comunicaciones para operación .....	52
6.4 Plataforma computacional en nube (Cloud).....	53
6.5 Sistema de comunicaciones de ciudad inteligente.....	53
6.6 Automatización de la operación .....	54
6.7 Inversiones en Digitalización, Infraestructura y Automatización.....	56
<b>7 Participación y consulta del plan con la ciudadanía .....</b>	<b>59</b>
7.1 Enfoque de Género.....	60
<b>8 Hoja de ruta del Plan de Transición Energética .....</b>	<b>63</b>
8.1 Hoja de ruta y principales acciones .....	63

<b>9 Bonos de carbono y Capital natural.....</b>	<b>65</b>
<b>10 Implementación del plan.....</b>	<b>67</b>
10.1 Financiación del plan.....	67
10.1.1 Oportunidades de financiación del Plan Evolución Energética.....	67
10.2 Recomendaciones de política pública para la implementación del Plan.....	67
10.2.1 Construcción de un modelo operativo y económico sostenible en el largo plazo .....	68
10.2.2 Fortalecimiento institucional de la empresa eléctrica de las Islas Galápagos .....	71
10.2.3 Capacitación.....	72
10.2.4 Principales Acciones y responsables Institucionales .....	72
<b>11 Bibliografía.....</b>	<b>77</b>

## Lista de Figuras

Figura 1 Mapa Referencial de las islas habitadas y División Política de la Provincia de Galápagos.....	14
Figura 2 Catastro de clientes y energía facturada ElecGalapagos - 2022.....	16
Figura 3 Histórico de la Demanda de Energía Eléctrica de Galápagos por Grupo de Consumo (MWh) .....	17
Figura 4 Potencial nominal instalada provincia de Galápagos.....	18
Figura 5 Esquema de Balance de Oferta y Demanda actual en el Archipiélago .....	18
Figura 6 Evolución del portafolio de capacidad instalada por isla.....	28
Figura 7 Evolución Participación Energías Renovables – Capacidad Instalada .....	29
Figura 8 Evolución Atención de la Demanda con Energías Renovables .....	30
Figura 9 Costos Nivelados de Energía 2022 - 2030.....	31
Figura 10 Evolución del consumo de diésel en generación eléctrica y efectos en los subsidios.....	32
Figura 11 Diseño esquemático y constructivo para que la isla Floreana alcance el 100 % de renovable.....	34
Figura 12 Expansión Capacidad de Almacenamiento por Isla .....	35
Figura 13 Balance entre oferta y demanda en el horizonte de 2030 .....	49
Figura 14 Sistema de Comunicaciones de Refuerzo de las Galápagos.....	52
Figura 15 Esquema Conceptual de la Arquitectura del Sistema de Control.....	55
Figura 16 Hoja de Ruta Plan de Transición Energética .....	63
Figura 17 Alineación de los 39 Temas del Panorama en la Gestión de Activos con los seis Grupos de Temas.....	68

## Listas de Tablas

Tabla 1 Consumo de Diesel por sectores, 2018.....	15
Tabla 2 Demanda Pico y Consumo.....	27
Tabla 3 Plan de Inversiones Nueva Capacidad de Generación, Almacenamiento e Inversores .....	36
Tabla 4 Oportunidades en movilidad eléctrica .....	44
Tabla 5 Impacto de las Medidas Activas de energía eléctrica del Componente de Optimización de la Demanda .....	45
Tabla 6 Impacto de las Medidas Activas de gas propano del Componente de Optimización de la Demanda .....	45
Tabla 7 Medidas Pasivas y Complementarias de Optimización de la Demanda.....	46
Tabla 8 Inversiones en Infraestructura Eléctrica.....	56
Tabla 9 Inversiones Automatización.....	56
Tabla 10 Emisiones Evitadas de CO <sub>2</sub> .....	65
Tabla 11 Programa de Inversiones Plan de Transición Energética.....	67
Tabla 12 Panel de Control de Implementación del Plan de Transición Energética.....	73

# Resumen Ejecutivo

*"I am very anxious for the Galápagos Islands, --think both for Geology & Zoology cannot fail to be very interesting."*

*Carta de Charles Darwin a su hermana Caroline*

El Plan de Transición Energética denominado Evolución Energética es una oportunidad para el Gobierno de Ecuador de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; disminuir el impacto fiscal de los subsidios de los combustibles líquidos y de la energía eléctrica; empoderar a los usuarios en el liderazgo del proceso de transición, buscar una mayor participación de la mujer en el sector eléctrico de las islas; y, asegurar la sostenibilidad en el largo plazo de este museo y laboratorio viviente de la evolución, como lo ha denominado la UNESCO.

La apuesta del plan de transición energética es reducir significativamente los combustibles fósiles en el corto (2026) y mediano plazo (2030); y, llegar al consumo cero en el largo plazo (2050) mediante la implementación de las siguientes tres líneas de acción estratégicas:

La **primera**, es implementar el proceso de transición eléctrica a través de acciones concretas de incorporación de fuentes de energía renovable no convencionales - ERNC, el desarrollo de un programa de eficiencia energética y de gestión de la demanda, sistemas de almacenamiento de energía que aseguren la atención de la demanda en un 85% a partir de fuentes limpias en el 2030. Estas medidas han sido propuestas para ser implementadas de manera intensiva al mediano plazo.

La **segunda acción**, se ejecutará en paralelo a la anterior, considera una mayor penetración de fuentes renovables, el desarrollo e implementación de un plan integral del transporte público que reduzca la demanda de gasolina y diésel para el sector automotriz con la inclusión de una flota de buses y movilidad eléctrica que sirva a los habitantes de las islas de Santa Cruz – Baltra y San Cristóbal, centros urbanos con mayor población. El plan debe complementarse con instrumentos que permitan la micro-movilidad de manera más sostenible y generar los incentivos adecuados para realizar la sustitución del servicio público de taxis hacia vehículos eléctricos. Además, se deben promover herramientas tecnológicas que minimicen los recorridos y con ello el consumo de gasolina y diésel.

Los impactos más significativos de estas acciones implementadas correctamente se verán en el transcurso de la siguiente década.

La **tercera acción**, con miras al horizonte de largo plazo (2030-2050), es evaluar el desarrollo e implementación de un plan integral de transporte marítimo que en una primera etapa genere los incentivos que permitan hacer más eficiente el uso de diésel en las distintas actividades y, en una segunda etapa (en la medida que la tecnología lo permita), sustituir las embarcaciones utilizando nuevos vectores energéticos.

Los ejes fundamentales que viabilizarán el plan de transición energética son cinco: diversificación de la matriz de generación eléctrica, optimización del uso final de energía, transformación de la infraestructura eléctrica de las Islas, así como las apuestas en términos de digitalización y automatización para convertirlas en islas inteligentes, participación de la ciudadanía con enfoque de género y, aprovechamiento de los mercados de carbono para la financiación de programas basado en comunidades, ecosistemas y naturaleza.

La evolución de la matriz de generación eléctrica de Santa Cruz – Baltra, San Cristóbal, Isabela y Floreana prevé una expansión de 31,96 MW de capacidad fotovoltaica y 8,75 MW de turbinas eólicas, que permitirá en 2030 atender la demanda de las dos primeras islas en un 85% a partir de fuentes renovables y las siguientes dos islas en un 100%.

Así mismo, se prevé el ahorro de 13.169 MWh-año con las medidas activas de optimización de la demanda, tales como la sustitución de aires acondicionados, refrigeradores, luminarias de alumbrado público, la incorporación de colectores solares y la gestión energética en edificaciones públicas.

Por otro lado, la transformación de la infraestructura y su digitalización; y, automatización, busca sentar

las bases para que las islas consoliden un sistema energético inteligente.

Lo anterior, es posible si y solo si, a través de un trabajo mancomunado, en donde las comunidades habitantes de las islas se apropien del plan, así como del compromiso de las entidades gubernamentales de Ecuador y de las Islas Galápagos en impulsarlo.

Se ha dado un énfasis particular a la participación de la mujer, su involucramiento en el sector a partir de la implementación de programas de capacitación formales que asegure la diversificación de la fuerza laboral que trabaja en ELECGALAPAGOS.

La implementación de los proyectos presentados en este plan tiene el potencial de materializar la reducción de 122.915,55 TonCO2 entre 2025 y 2030, que abre la oportunidad de obtener recursos de financiación a partir de certificados de reducción carbono en los mercados de carbono. La inversión estimada para hacer posible este plan es de USD \$ 147.000.000 dólares.

En cuanto al horizonte de largo plazo al 2050, con miras hacia una descarbonización profunda, será necesario el uso de nuevas tecnologías, vectores energéticos como el hidrógeno verde y otras fuentes renovables como la biomasa, la geotermia, entre otras.

# 1. Contexto Plan de Transición Energética

*During the voyage of the Beagle I had been deeply impressed...by the South American character of most of the productions of the Galapagos archipelago, and more especially by the manner in which they differ slightly on each island of the group; none of these islands appearing to be very ancient in a geological sense.*

*Charles Darwin, Autobiography, p. 118, 1876*

El Ministerio de Energía y Minas de Ecuador con el apoyo técnico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), ha elaborado el “Plan de Transición Energética de las Islas Galápagos: Evolución Energética”, el cual contiene los lineamientos estratégicos de la política pública para transformar las fuentes y usos de los recursos energéticos en el Archipiélago de las Islas Galápagos, a través de una hoja de ruta que promueva proyectos para el desarrollo sustentable y sostenible de las islas.

El Plan de Transición Energética está centrado en cinco ejes principales:

- a. Reducción de emisiones a partir de la incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable y almacenamiento.
- b. Plan de gestión eficiente de la demanda.

- c. Digitalización e integración a través de la implementación de un plan de gestión de la energía.
- d. Gestión social y participación ciudadana con enfoque en género.
- e. Financiación de proyectos basados en ecosistemas y comunidades con certificados de emisiones de carbono.

Dentro del proceso de elaboración del presente plan, se ha articulado con las instituciones provinciales y nacionales, que incluye entre otros, el Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos (CGREG), ELECGALAPAGOS, la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), el Operador Nacional de Electricidad (CENACE) y la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC-EP).

## 2. El Archipiélago de Galápagos

*"I look forward to the Galapagos with more interest than any other voyage. They abound with active volcanoes and, I should hope, contain Tertiary strata."*

Carta de Charles Darwin a W.D. Fox, Lima, Julio 1835

### 2.1 Introducción

Charles Darwin llegó a las Islas Galápagos el 16 de septiembre de 1835 y partió casi un mes después, el 20 de octubre del mismo año. Durante su recorrido visitó primero la isla de San Cristóbal, luego, el 24 de septiembre inició la visita a Floreana, el 1 de octubre a Isabela y el 8 de octubre a Santiago. Posteriormente, Darwin reconocería en *"Ornithological notes"* la conmoción de ver la diferenciación de las especies a través del aislamiento que se presenta en las diferentes islas del Archipiélago de Galápagos y reconoce que "creo justo decir que las ideas humeantes estallaron en una pequeña llama". Esta quedó plasmada en *"El Origen de las Especies"*.

El reconocimiento del Parque Nacional Galápagos como Patrimonio Natural de la Humanidad en 1978<sup>1</sup> por el Comité de Patrimonios de la UNESCO y en

1985 como Reserva de la Biosfera es la confirmación no sólo de la relevancia histórica de las islas, sino que denota la importancia para la comunidad internacional, como museo y laboratorio viviente de la evolución, único en el mundo.

Entendiendo la relevancia de las Islas Galápagos para la humanidad, es fundamental asegurar que el futuro de las Islas sea sostenible y, en esa tarea, es primordial incentivar la adopción de sistemas que aseguren el consumo responsable y no contaminante por parte de los habitantes de las Islas<sup>2</sup>, así como también de la población flotante<sup>3</sup>.

En 2007, el Gobierno de Ecuador declaró en situación de riesgo las Islas Galápagos debido al elevado consumo de combustibles fósiles.

### 2.2 Características principales

Las Islas Galápagos o el Archipiélago de Colón, es una provincia del Ecuador localizada a 972 kilómetros al oeste de la costa ecuatoriana en el Océano Pacífico y está conformado por grandes islas volcánicas, 6 islas más pequeñas y 107 rocas e islotes.

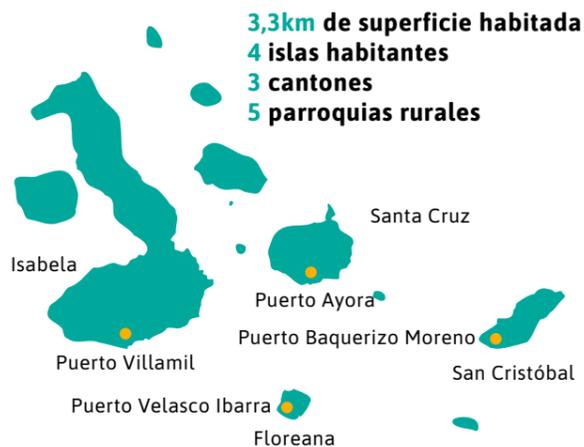
La provincia de Galápagos se divide políticamente en tres cantones, ocho parroquias, tres urbanas (U) y cinco rurales (R). Figura 1.

<sup>1</sup> Declarado Patrimonio Natural de la Humanidad desde el 8 de septiembre de 1978, es uno de los pocos sitios en el mundo que cumple los cuatro criterios que el Comité de Patrimonios de la UNESCO establece para recibir esta designación, relacionados principalmente a contar con evidencia histórica de procesos geológicos, procesos ecológicos y biológicos de evolución en curso, áreas de excepcional belleza natural, y procesos de conservación del entorno in situ de la biodiversidad incluidos aquellos que contienen especies amenazadas de valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia.

<sup>2</sup> Alrededor de 33.000 habitantes.

<sup>3</sup> Alrededor de 107.000 turistas al año.

Figura 1 Mapa Referencial de las islas habitadas y División Política de la Provincia de Galápagos



Cantón	Parroquias	
Cristóbal	Puerto Baquerizo Moreno	U
	El Progreso	R
	Isla Santa María (Floreana)	R
Isabela	Puerto Villamil	U
	Tomas de Berlanga	R
Santa Cruz	Puerto Ayora	U
	Bellavista	R
	Santa Rosa	R

Fuente: CGREG 2021

Según datos del CGREG, a 2021 la población del Archipiélago se contabilizó en 33.042 habitantes con un 91,7% de residentes habituales y un 8,3% catalogados como población flotante, de los cuales el 52% son mujeres y el 48% hombres, y un 81,4% vive en áreas urbanas y el restante 18,6% en áreas rurales.

Los asentamientos humanos de la población se encuentran distribuidos en 262,8 km<sup>2</sup> calificado como territorio habitable de Galápagos, que se divide en territorio habitable área urbana (3,80%) y territorio habitable área rural (96,19%). Por cada cantón el territorio habitable en los que la población se asienta es: Santa Cruz con 116 km<sup>2</sup>, San Cristóbal con 94 km<sup>2</sup> e Isabela con 53 km<sup>2</sup>.

Las Islas Galápagos son un entorno natural protegido, con políticas de ordenamiento territorial definidos por el CGREG que incluyen las siguientes:

- Consolidar el suelo urbano y evitar la expansión urbana, acorde a la capacidad de los servicios e infraestructura pública.
- Armonizar las intervenciones humanas y las actuaciones urbanísticas con el entorno natural, preservando y reconociendo los servicios ambientales.

- Fomentar el uso adecuado de las áreas productivas en función de la aptitud del suelo, el fortalecimiento y conservación del carácter y el suelo rural.
- Promover centros poblados organizados en torno a la proximidad, la movilidad y la accesibilidad sostenible.
- Promover la construcción sostenible, ambientalmente amigable y acorde al contexto insular.
- Evitar el aumento de población y la implantación de equipamientos públicos dentro de zonas de alto riesgo, y mitigar dichos riesgos.

La población económicamente activa en Galápagos está conformada por el 73% de la población, de ese porcentaje, el 51,4% está ocupada en actividades asociadas a la cadena de valor del turismo. La tasa de desempleo es del 2,9%<sup>4</sup>.

El turismo es la principal fuente de ingresos en el Archipiélago ocupando un 80%<sup>5</sup>, las islas reciben anualmente 106.987 turistas<sup>6</sup> de los cuales el 87% son nacionales y el 13% extranjeros. Estos datos señalan la profunda dependencia que las comunidades locales de las islas habitadas mantienen con los diversos ecosistemas de las Galápagos y plantean la necesidad de identificar nuevas formas de convivir con la

4 INEC. Censo de Población y Vivienda Galápagos 2015. 2015.  
 5 INEC. Censo de Población y Vivienda Galápagos 2015. 2015.  
 6 Fundación Bariloche. Prospectiva Energética de Galápagos 2040. 2020.

naturaleza, de manera que se consiga entender y mejorar su resiliencia socioeconómica.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) desde el año 2016 en un valor de 1,8 respecto a los precios que el consumidor percibe en Ecuador continental.

Galápagos cuenta con un Índice de Precios al Consumidor especial el cual fue calculado por el

### 2.3 Sistema energético de las Islas Galápagos

En la actualidad la energía en Galápagos es mayoritariamente dependiente de los combustibles fósiles<sup>7</sup>. El sector de transporte es sin duda el que mayor combustible requiere, como se presenta en la Tabla 1<sup>8</sup>. En 2018, se consumió un total de 11.613.341

galones de diésel donde el 68,39% del consumo corresponde al sector transporte y dentro de esta categoría, la actividad naviera consumió el 57,7% y el subsector automotriz el 11,2%<sup>9</sup>. La generación eléctrica participó con el 30,68% del consumo total.

Tabla 1 Consumo de Diesel por sectores, 2018

Sector	Parroquias	%
Transporte	Naviero Turístico	53,29%
	Naviero Internacional	2,48%
	Naviero Nacional	1,93%
	Automotriz	11,2%
Eléctrico		30,68%
Industrial		0,27%
Doméstico		0,11% <sup>10</sup>
Pesquero		0,03%
Fuerzas Armadas		0,01%

Fuente: Fundación Bariloche 2020.

La sustitución de combustibles fósiles en el sector automotriz es dependiente de la transformación de la matriz de generación de energía eléctrica hacia fuentes de energía renovable no convencionales, como pilar de un sistema de transporte sostenible.

referencia a las lanchas eléctricas. En el corto y mediano plazo, es necesario emprender acciones para optimizar la operación de barcos y flotas marítimas, con el fin de monitorear los consumos de combustible y en lo posible disminuir el número de trayectos realizados.

En cuanto al transporte marítimo, que tiene el mayor peso en el consumo de diésel y de gasolina del sector y del Archipiélago, es importante considerar que las tecnologías existentes, en el corto plazo, no ofrecen aún la autonomía para sustituir la tipología de embarcaciones requeridas actualmente; haciendo

Una acción complementaria, consistiría en evaluar el desarrollo e implementación de un plan integral de transporte marítimo que en una primera etapa genere los incentivos que permitan optimizar el uso de diésel en las distintas actividades y, en una

7 Fundación Bariloche. Prospectiva Energética de Galápagos 2040. 2020.  
 8 Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos. Plan de Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Régimen Especial de Galápagos 2020 – 2030. Anexo 4: Diagnóstico General por Componentes. Páginas 198 – 199.  
 9 Fundación Bariloche. Prospectiva Energética de Galápagos 2040. 2020.  
 10 Hace referencia al combustible utilizado en plantas de generación de respaldo, y otros usos no identificados

segunda etapa y, en la medida que la tecnología lo permita, sustituir las embarcaciones utilizando nuevos vectores energéticos.

tecnológicas relacionadas con el hidrógeno, el amoníaco verde y demás combustibles sintéticos (entre otras posibles fuentes de energía) podrán estar disponibles para su utilización.

En todo caso, es relevante considerar que, en el largo plazo, después de 2030, las innovaciones

## 2.4 Sistema eléctrico

En esta sección se presentará una descripción del sistema eléctrico que opera en las Islas Galápagos. En la sección 2.4.1 se presentarán las características de la demanda y el perfil de los usuarios, en la

sección 2.4.2 la situación actual de la generación de energía eléctrica y en la sección 2.4.3 las condiciones de la infraestructura eléctrica.

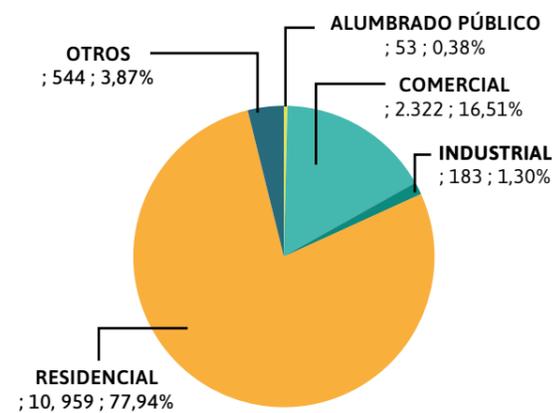
### 2.4.1 Demanda de electricidad

A diciembre de 2022, ELECGALAPAGOS servía a alrededor de 14.022 clientes residenciales y comerciales en las islas Santa Cruz-Baltra, San Cristóbal, Floreana e Isabela, donde el 99,84% de la población tiene acceso a la electricidad<sup>11</sup>. El total de la energía consumida fue de 52.840 MWh.

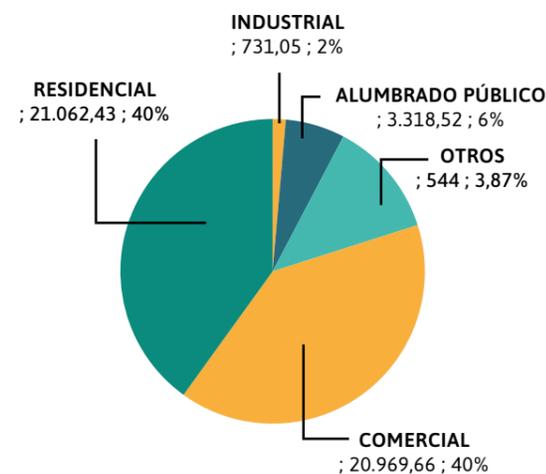
En la Figura 2 se presenta tanto el catastro de clientes como la energía facturada por grupo de consumo para el año 2022.

Figura 2 Catastro de clientes y energía facturada ElecGalapagos - 2022

CATASTRO DE CLIENTES ELECGALAPAGOS - DICIEMBRE 2022 POR GRUPO DE CONSUMO (14.061)



ENERGÍA FACTURADA EN MWh - ELECGALÁPAGOS 2022



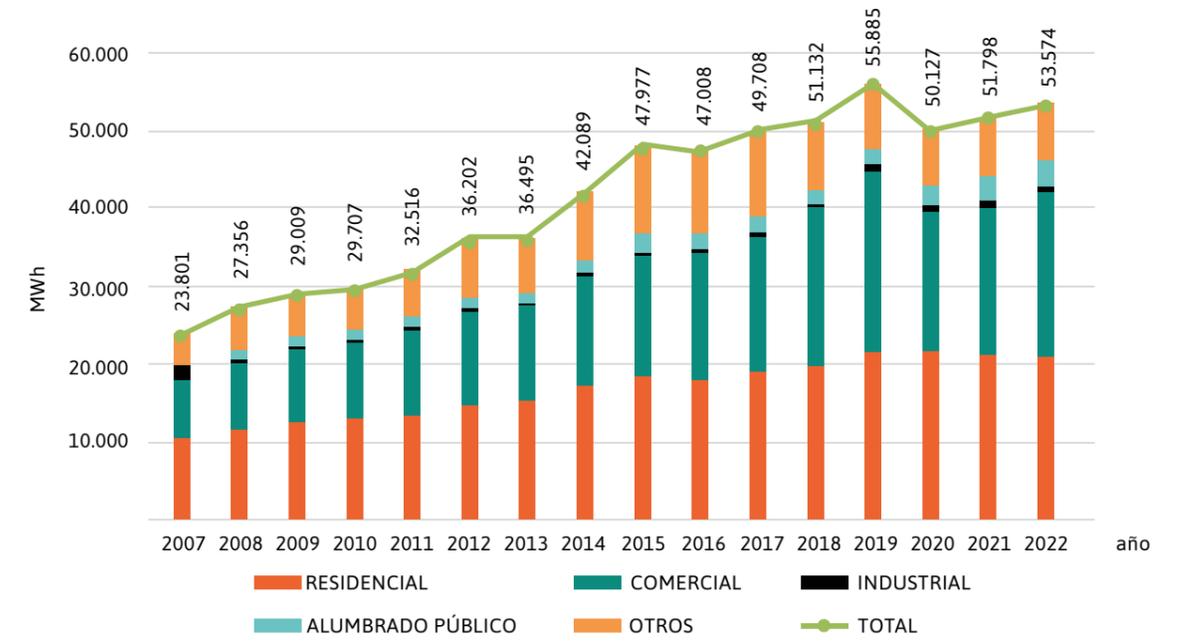
Fuente: SISDAT, 2022. Elaboración propia.

11 Estadísticas 2022, ARCERNNR

El histórico de la demanda por grupo de consumo se presenta en la Figura 3. En el 2022, el 57% de la energía consumida fue en la Isla de Santa Cruz,

seguido de la Isla de San Cristóbal que consumió el 34%, Isabela el 9% y Floreana el 0,44%.

Figura 3 Histórico de la Demanda de Energía Eléctrica de Galápagos por Grupo de Consumo (MWh)



Fuente: SISDAT, 2022. Elaboración propia.

Más del 50% del consumo de energía eléctrica en el sector residencial está concentrado en el uso de aires acondicionados y refrigeración (neveras y

congeladoras) y, en el sector comercial, principalmente de aires acondicionados<sup>12</sup>.

### 2.4.2 Situación actual de la generación de energía eléctrica

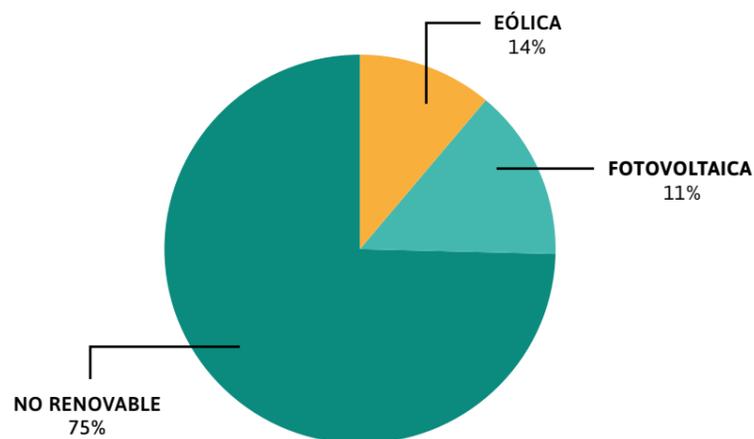
La provincia de Galápagos cuenta con 15 centrales de generación de energía eléctrica, 11 que aprovechan las fuentes renovables, de las cuales de tipo solar son 9 y eólica son 2; y, 4 centrales térmicas que generan a partir de combustibles fósiles. Con un total de potencia nominal instalada de 32,55 MW y una potencia efectiva de 29,40 MW, la matriz de generación de energía eléctrica en el Archipiélago está conformada por un 75% en generación a base de diésel, el 14% eólica y el restante 11% por solar fotovoltaica.

En la Figura 4, se presenta la potencia nominal instalada en la provincia de Galápagos. La totalidad del parque térmico de Galápagos (75% de la potencia instalada) y de generación renovable (25% restante) es operado por CELEC EP – UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA catalogada dentro del mercado eléctrico ecuatoriano como una empresa de generación<sup>13</sup>.

12 El incremento en el consumo de energía eléctrica para aire acondicionado se evidencia en los meses de diciembre a mayo

13 Esta figura se hace efectiva debido al convenio interinstitucional entre CELEC-EP y ELECGALAPAGOS, avalado por el Ministerio de Energía y Minas, sin embargo, ELECGALAPAGOS es responsable de la actividad y CELEC EP tiene la connotación de operatividad.

Figura 4 Potencial nominal instalada provincia de Galápagos



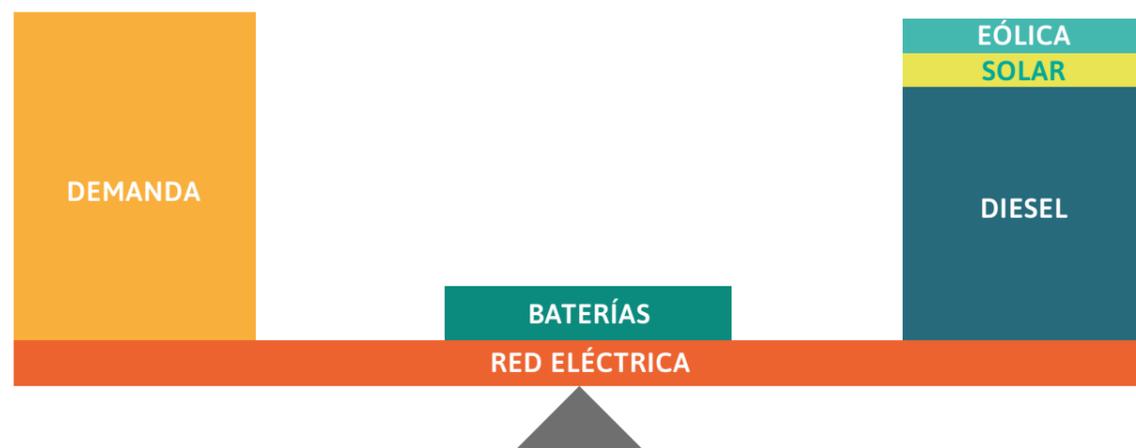
Fuente: SISDAT, 2022. Elaboración propia.

Actualmente, la demanda se atiende en un 85%-90% a partir de recursos de generación térmica y lo restante con recursos de generación renovable.

### 2.4.3 Infraestructura eléctrica

La red eléctrica es el elemento que conecta la oferta y la demanda de energía eléctrica para lograr el necesario balance instantáneo entre ellas. La Figura 5 muestra esquemáticamente la situación en 2022.

Figura 5 Esquema de Balance de Oferta y Demanda actual en el Archipiélago



Fuente: Elaboración propia.

Los recursos de generación en su mayoría diésel, se complementan principalmente con baterías que operan como carga o como suministrador de energía, según se programe su carga o descarga, de energía como parte de implementación de este plan de transición. Esta descarga normalmente ocurre para compensar la disminución del aporte de energía solar al final del día o para compensar la variabilidad de la generación renovables, solar o eólica, y prestar servicios de balance entre la generación y la demanda<sup>14</sup>.

La red eléctrica de cada isla es independiente debido a que no es económica la interconexión, con excepción de la interconexión ya en funcionamiento entre Santa Cruz y Baltra. Por esta razón, se requiere que cada isla disponga de una red eléctrica que pueda garantizar que el sistema eléctrico propio opere en condiciones seguras, garantizando la continuidad y calidad del servicio prestado a los usuarios finales<sup>15</sup>.

Con este fin, se busca que cada sistema eléctrico sea robusto y resiliente ante fallas normales que pueden

ocurrir como resultado de salidas no programadas de generación, descargas atmosféricas, salidas de cargas, etc, y que también permita realizar las maniobras necesarias, por ejemplo, para el mantenimiento programado de sus componentes, para la expansión de las redes de distribución como se contempla en los anexos técnicos de este documento, entre otras<sup>16</sup>.

En la actualidad, la arquitectura de las subestaciones de las islas Galápagos son del tipo convencional, lo cual no brinda la flexibilidad ni adaptabilidad necesaria requeridas para soportar una alta penetración de recursos renovables<sup>17</sup>.

La calidad del servicio eléctrico, en cuanto a la continuidad, no cumple con los límites de indicadores estipulados en la regulación del Ecuador, en particular los relacionados con la duración y frecuencia de interrupciones del suministro eléctrico. Para atender esta condición, es necesario realizar estudios técnicos complementarios, con el fin de determinar las mejoras de infraestructura y regulatorias que reflejan la realidad del territorio.

### 2.5 Movilidad

Análisis realizados por el Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos<sup>18</sup> indican que por cada dólar que un ecuatoriano en continente paga por transporte, en Galápagos paga 3, debido a la inexistencia de un sistema integrado de transporte, lo que incide en los precios, siendo el precio del transporte Inter cantonal el que mayor incidencia tiene sobre este índice.

Lo anterior impacta también en una expansión urbana desordenada y desconcentrada.

Por otra parte, los hogares en Galápagos reportan un gasto promedio en transporte del 15,7% del total de sus gastos de consumo, superior al valor reportado en el continente.

### 2.6 Marco normativo y regulatorio

El marco legal referencial que se relaciona al Régimen Especial de Galápagos se encuentra descrito en el Anexo 9 del Plan Galápagos al 2030 y en los instrumentos legales del sector eléctrico, por lo que esta sección solo se hace referencia a los documentos

principales que los contienen, con fines de visibilizar la condición especial del Régimen Especial que existe en el Archipiélago, Para un análisis más exhaustivo se sugiere la consulta de los diferentes instrumentos legales enumerados a continuación:

14 VER ANEXO: Generación y Almacenamiento  
 15 VER ANEXO: Digitalización y Automatización  
 16 VER ANEXO: Generación y Almacenamiento  
 17 VER ANEXO: Modernización Hoja de Ruta Código de Red  
 18 Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos. Plan de Desarrollo Sostenible y Ordenamiento Territorial del Régimen Especial de Galápagos 2020 – 2030 - Anexo 4 - Diagnóstico General por Componentes.

<b>Constitución de la República del Ecuador 2008</b>	Art. 242, Art. 258, Art. 313, Art. 314, Art. 315, y Art. 316.
<b>Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)</b>	Art. 7, Art. 10, Art. 28, Art. 104, Art. 274, Art. 476
<b>Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPyFP)</b>	Art. 41, Art. 42, Art. 44 literal a)
<b>Código Orgánico del Ambiente</b>	Art. 262
<b>Ley Orgánica del Régimen Especial de Galápagos (LOREG)</b>	Art. 1, Art. 3, Art. 4, Art. 5, Art. 33
<b>Reglamento a la LOREG</b>	Art. 26, Art. 27
<b>Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (LOOTUGS)</b>	Art. 12, Art. 27, Art. 44, Art. 90
<b>Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales (LOTRTA)</b>	Art. 6, Art. 113
<b>Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE)</b>	Art. 1, Art. 7, Art. 25, Art. 26, Art. 43, Art. 50, Art. 53, Art.54, Art. 55, Art. 56, Art. 59, Art. 62, Art. 67, Art. 74 . Pliego Tarifario del SPEE.
<b>Reglamento LOSPEE</b>	Art. 22, Art. 23, Art. 24, Art. 59. Capítulo II, 32 al 37, 47 al 52, y 169.
<b>Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE)</b>	Art. 3, Art 16,
<b>Reglamento LOEE</b>	Art. 14, Art. 17, Art. 18, Art. 27
<b>Ley Orgánica de Defensa al Consumidor</b>	Art. 1
<b>Programa Hombre y Biósfera de la UNESCO</b>	Tiene el objetivo de garantizar el bienestar básico de los seres humanos y un entorno habitable en el contexto de la rápida urbanización y el consumo de energía. Promueve el intercambio y la transferencia de conocimientos sobre problemas y soluciones ambientales, y fomenta la educación ambiental a favor de un desarrollo sostenible.

En cuanto al marco regulatorio promulgado por la ARCERNR se encuentra detallado en el “Mapa Normativo e Institucionalidad del Sector Eléctrico Ecuatoriano”<sup>19</sup>, publicado por dicha entidad. Dicho documento, contiene las diferentes regulaciones vigentes en temas sectoriales, generación, generación distribuida, transmisión, distribución, comercialización, energía renovable, alumbrado público, movilidad eléctrica, y normativa económica.

Para finalizar, cabe destacar que existe un marco legal robusto para el Régimen Especial en la Provincia de Galápagos; sin embargo, en cuanto al marco legal y el regulatorio del sector eléctrico, el análisis muestra que es necesario profundizar su incidencia en función de la realidad específica del Archipiélago con el desarrollo de un marco normativo especial para el sector eléctrico de las Galápagos. Este aspecto será sujeto de análisis normativos posteriores sobre regulaciones aplicables.

19 [https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/2021\\_05\\_05-Mapa-normativo-V7pro.pdf](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/2021_05_05-Mapa-normativo-V7pro.pdf)



### 3. Plan de Transición Energética para Galápagos

El Plan de Transición Energética denominado Evolución Energética es una oportunidad para los habitantes de las Islas Galápagos y para el Gobierno de Ecuador de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuir el impacto fiscal de los subsidios a los combustibles líquidos y a la energía eléctrica, empoderar a los usuarios en el liderazgo del proceso de transición, buscar una mayor participación de la mujer en el sector eléctrico de las islas y, asegurar la sostenibilidad en el largo plazo de este museo y laboratorio viviente de la evolución, como lo ha denominado la UNESCO.

La apuesta del plan de transición energética es reducir significativamente los combustibles fósiles en el corto (2026) y mediano plazo (2030), y llegar al consumo cero en el largo plazo (2050) mediante la implementación de las siguientes tres líneas de acción estratégicas:

La **primera** es implementar el proceso de transición eléctrica a través de acciones concretas de incorporación de fuentes de energía renovable no convencionales - ERNC, el desarrollo de un programa de eficiencia energética y de gestión de la demanda, sistemas de almacenamiento de energía e inversores en la red que aseguren la atención de la demanda en un 85% a partir de fuentes limpias en el 2030, considerando el crecimiento actual de la demanda referencial.

Actualmente, la matriz energética en las islas Galápagos está basada entre un 85%-90% de generación térmica y entre 15%-10% de generación de fuentes renovables. El reto que plantea el Plan de Transición Energética es transformar la matriz eléctrica a un 85 % de generación renovable y un 15 % de generación térmica en el año 2030, para lo cual se debe hacer una planificación adecuada de la expansión, considerando la incorporación de la generación basada en recursos renovables.

Para reemplazar el 15% restante de combustible líquido, se debe descarbonizar este a través de otro vector energético (hidrógeno verde, biocombustibles) y también apoyar a la generación distribuida con la finalidad de llegar hasta un 100 % de generación libre de emisiones de gases de

efecto invernadero en el 2040. En procura de dar cumplimiento a estos objetivos, se hará necesaria la formulación de incentivos por parte del Ministerio de Minas y Energía que permita al órgano regulador desarrollar la normativa aplicable.

La **segunda** acción es evaluar, en paralelo a la mayor penetración de fuentes renovables, el desarrollo e implementación de un plan integral del transporte público que reduzca la demanda de diésel para el sector automotriz con la inclusión de una flota de buses y de movilidad eléctrica que sirva a la población habitante de las islas de Santa Cruz – Baltra y San Cristóbal, siendo éstas los mayores centros urbanos. El plan debe complementarse con instrumentos que permitan la micro movilidad de manera más sostenible y generar los incentivos adecuados para realizar la sustitución del servicio público de taxis hacia vehículos eléctricos o herramientas tecnológicas que minimice los recorridos y así el consumo de diésel.

La **tercera** acción es evaluar el desarrollo e implementación de un plan integral de transporte marítimo que en una primera etapa genere los incentivos que permitan hacer más eficiente el uso de diésel en las distintas actividades y, en una segunda etapa y, en la medida que la tecnología lo permita, sustituir las embarcaciones utilizando nuevos vectores energéticos.

El proceso de transición energética tiene como pilar la primera acción, pues esta habilita cambios fundamentales en los combustibles disponibles para el transporte, cuyo segmento consume alrededor del 69% de los combustibles líquidos del Archipiélago.

La evolución energética en las Islas Galápagos se debe realizar de la mano de los habitantes de las islas, tanto residentes como visitantes. La materialización de la visión sostenible del Archipiélago solo es posible si cada uno de los habitantes siente el plan como parte de sus derechos y responsabilidades, como miembros de la comunidad que vive y trabaja en ellas o que las visita temporalmente.

El plan de Evolución Energética busca que el conocimiento y las decisiones que se plantean en este documento sean ampliamente comunicadas e incorporadas en las actividades diarias de los habitantes, de tal manera que la implementación de soluciones tecnológicas y cambios de comportamiento en el uso de la energía se conviertan en parte de la cultura y sea promovida ampliamente a la población flotante que visita anualmente las islas.

La Evolución Energética es parte de la evolución de las comunidades hacia un futuro sustentable de las Islas Galápagos como patrimonio natural de la humanidad.

A continuación, se presentan los ejes fundamentales del plan de transición energética:

- Estrategia para transformar la matriz de generación eléctrica.
- Acciones para la optimización del uso final de energía.
- Estrategia para transformar la infraestructura eléctrica de las Islas, así como las apuestas en términos de digitalización y automatización para convertirlas en islas inteligentes.
- Participación de la ciudadanía con enfoque de género.
- Oportunidades que se abren con la reducción de gases de efecto invernadero en los mercados de carbono.

Las propuestas contenidas en los distintos capítulos del plan de transición energética están sustentadas en análisis y simulaciones detallados que hacen parte integral de este documento y que están a disposición como Anexos Técnicos.



## 4. Generación eléctrica y almacenamiento

### 4.1 Escenario de crecimiento de la demanda

Para efecto de los ejercicios de planeación de la expansión con la finalidad de nueva capacidad de generación se construyó el siguiente escenario potencial de demanda<sup>20</sup>, que incluye las reducciones resultantes de la implementación de las medidas de eficiencia energética.

En la Tabla 2 se presentan las proyecciones de capacidad pico y el consumo por isla para los años 2025 y 2030.

Tabla 2 Demanda Pico y Consumo

Consumo	Santa Cruz - Baltra		San Cristobal		Isabela		Floreana		Totales	
	MWh año	%	MWh año	%	MWh año	%	MWh año	%	MWh año	%
2022	39,690	100,00%	17,400	100,00%	4.085	100,00%	227	100,00%	61.402	100%
2025	41,990	105,79%	20,300	116,67%	8.100	198,29%	384	169,30%	70.774	153%
2030	47,560	119,83%	23,020	132,30%	9.150	223,99%	404	178,12%	80.134	172%

Potencial Pico	kW	%	kW	%	kW	%	kW	%
2022	6.770	100,00%	3.400	100,00%	1.308	100,00%	52	100,00%
2025	7.510	110,93%	3.960	116,47%	1.685	128,82%	80	153,32%
2030	8.510	125,70%	4.490	132,06%	1.900	145,26%	90	172,48%

Fuente: Elaboración propia.

### 4.2 Portafolio de proyectos

Para cada una de las islas se ha estructurado un plan de generación y almacenamiento optimizado que combina la expansión de capacidad a partir de fuentes de energía renovable no convencionales<sup>21</sup>, sistemas de almacenamiento de energía e inversores de red que permiten asegurar que en el año 2030 la demanda sea cubierta en al menos 85%, a partir de fuentes renovables de energía.

La evolución de la matriz energética de Santa Cruz – Baltra, San Cristóbal, Isabela y Floreana prevé una expansión de 31,96 MW de capacidad

fotovoltaica y 8,75 MW de turbinas eólicas. Del total de la capacidad fotovoltaica, el 46% corresponde al proyecto Conolophus, que actualmente ha sido declarado como de utilidad pública y está en proceso de firma del contrato de concesión<sup>22</sup>.

A partir de la incorporación de este proyecto en la matriz eléctrica de Santa Cruz - Baltra, se ha determinado que la expansión de su capacidad entre 2023 y 2030 será de 19,1 MW de tipo fotovoltaica y 4,75 MW de tipo eólica. Para la isla de San Cristóbal se prevé una expansión de 8,5 MW de capacidad

<sup>20</sup> Fundación Bariloche. Prospectiva Energética de Galápagos 2040. 2020.

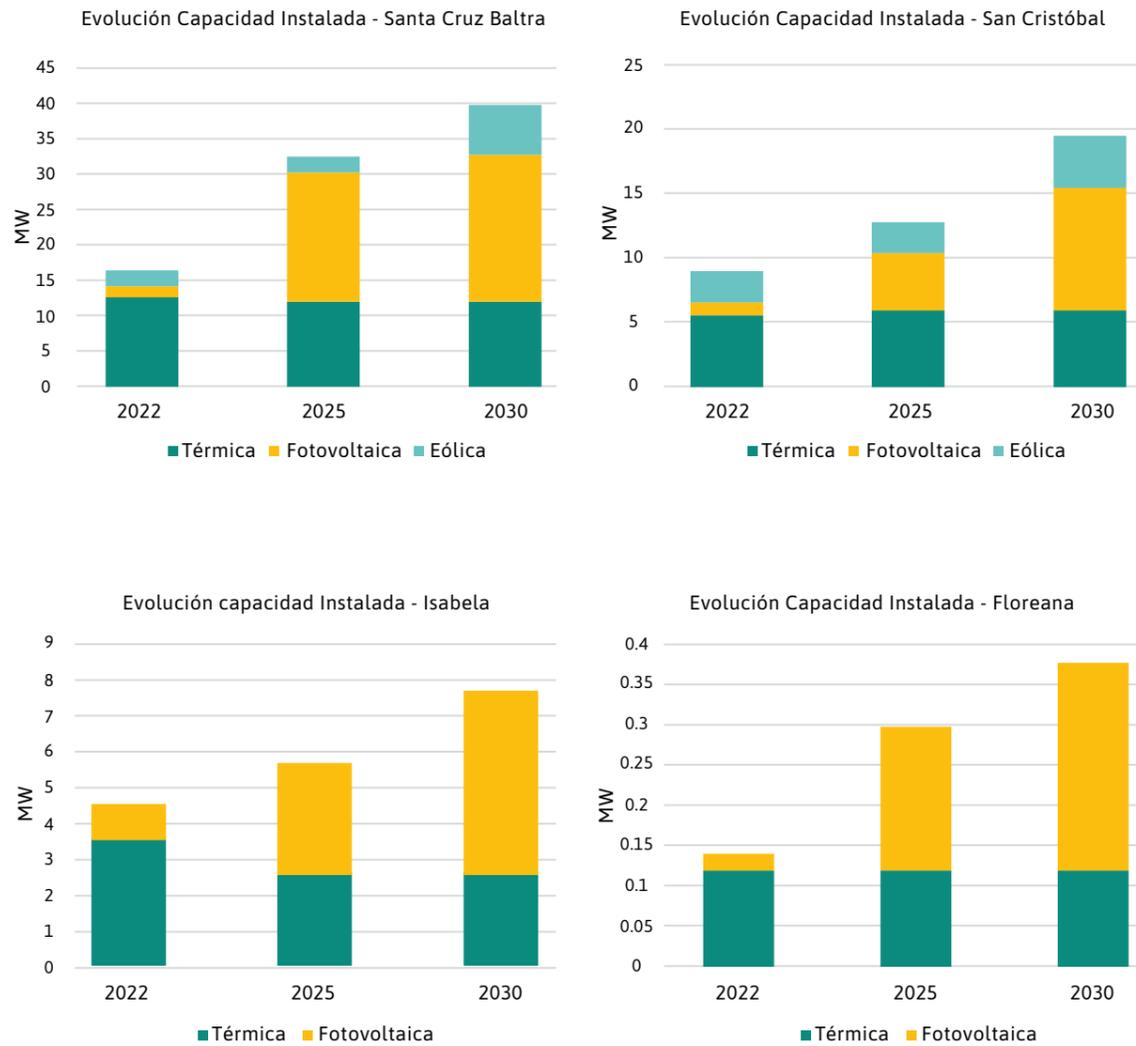
<sup>21</sup> VER ANEXO: Generación Almacenamiento

<sup>22</sup> VER ANEXO: Generación y Almacenamiento

fotovoltaica y 1,6 MW eólica. La isla de Isabela y Floreana tendrán adiciones de capacidad de 4,1 MW y 0,2361 MW de capacidad fotovoltaica. Este análisis se da considerando la entrada en operación del proyecto Conolophus.

En la Figura 6 se presenta la evolución de la capacidad instalada para las cuatro islas.

Figura 6 Evolución del portafolio de capacidad instalada por isla



Fuente: Elaboración propia.

La participación de las fuentes de energías renovables no convencionales como proporción de la capacidad instalada de las islas de Santa Cruz

– Baltra, San Cristóbal e Isabela a 2030 será en promedio de 69%, como se presenta en la Figura 7.

Figura 7 Evolución Participación Energías Renovables – Capacidad Instalada

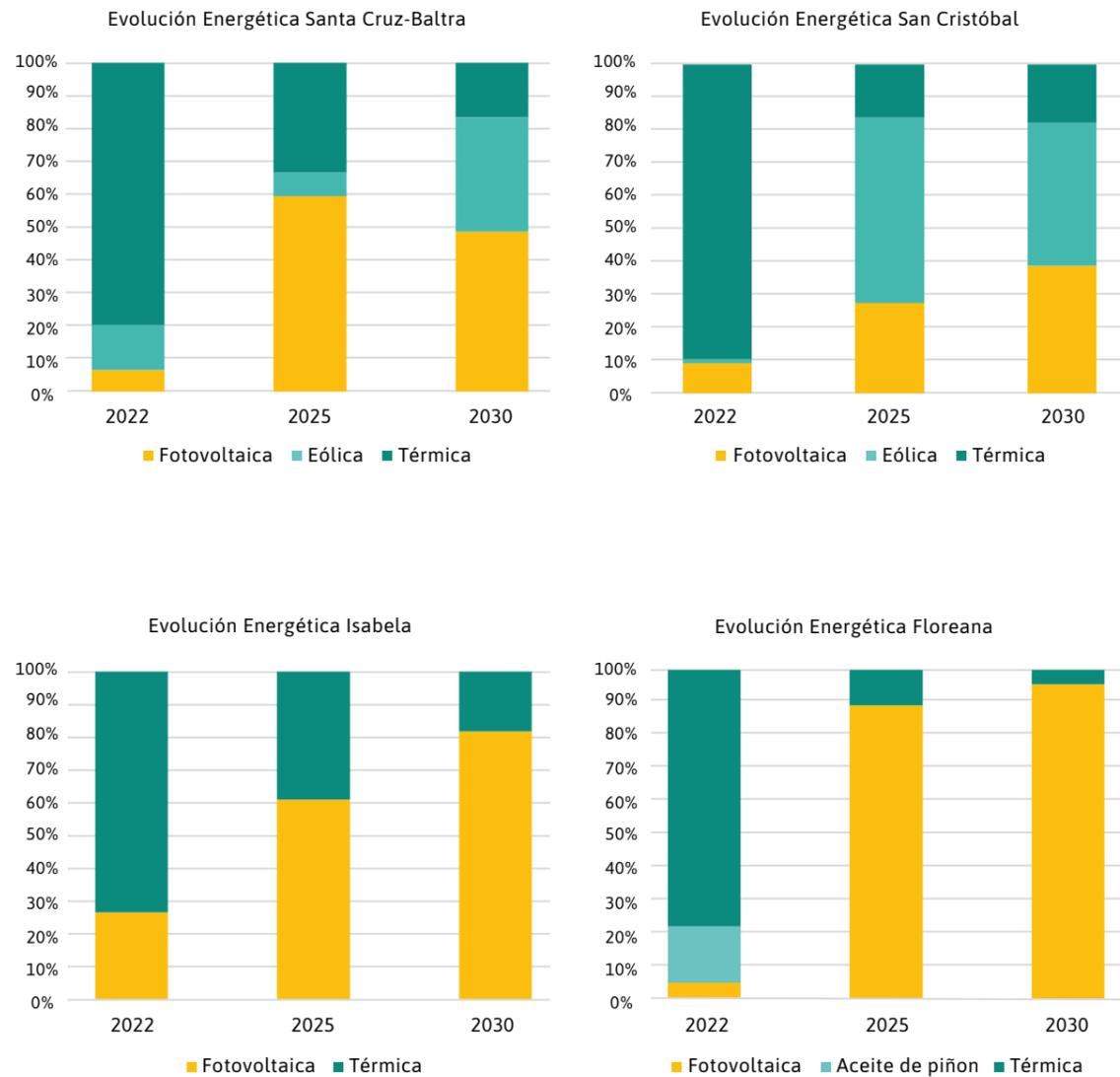


Fuente: Elaboración propia.

Con el cambio en el portafolio de generación y la implementación de infraestructura soportada en recursos basados en inversores electrónicos (IBRs, por su nombre en inglés) que aproveche el potencial de las fuentes ERNC, se espera que a 2025, por ejemplo, en Santa Cruz – Baltra la atención de la

demanda se realice en un 67% a partir de energías renovables, un 44% en San Cristóbal, y un 100% en Isabela y Floreana, principalmente en horas del día. En la Figura 8 se puede observar la evolución de la atención de la demanda con energías renovables.

Figura 8 Evolución Atención de la Demanda con Energías Renovables

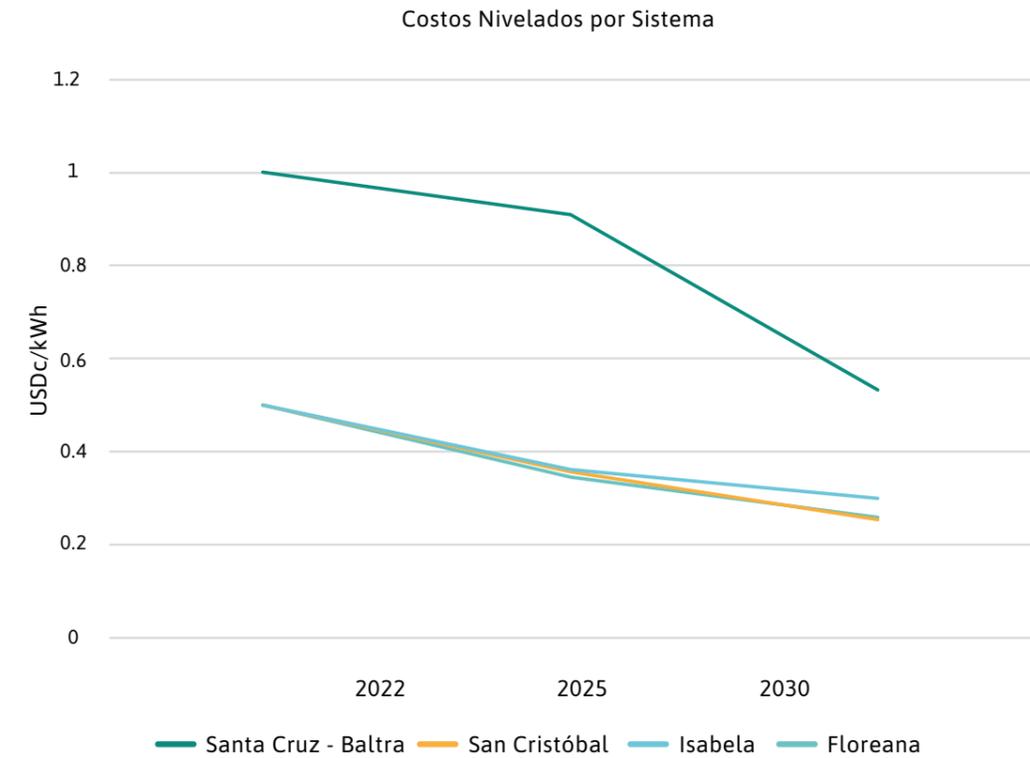


Fuente: Elaboración propia.

Con el escenario optimizado<sup>23</sup> de participación del 85% de energía renovables en el suministro de energía a 2030, se evidencia una reducción promedio de los costos nivelados de energía en el sistema de

Santa Cruz – Baltra de 48%, en San Cristóbal de 49%, en Isabela de 40% y en Floreana de 47%, como se puede apreciar en la Figura 9.

Figura 9 Costos Nivelados de Energía 2022 - 2030



LCOE	Santa Cruz - Baltra	San Cristobal	Isabela	Floreana
2022				
2025	0,345	0,357	0,362	0,909
2030	0,259	0,255	0,2995	0,533

Fuente: Elaboración propia.

23 VER ANEXO: Generación Almacenamiento

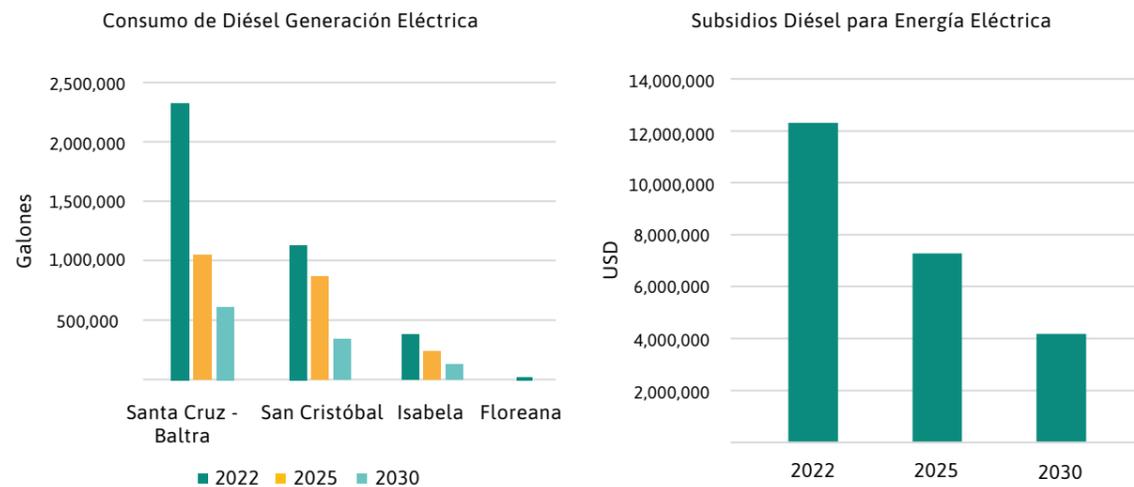
El cambio en la matriz de generación eléctrica tiene dos impactos positivos. Por un lado, una reducción en el consumo de diésel para la generación eléctrica, que para el año 2025 sería cercano a los 1,7 millones de galones, equivalente a una disminución del 44% y para 2030 de alrededor de 2,8 millones de galones, equivalente a una disminución del 72%. Lo anterior, implica una disminución de 17,168 TonCO2/año en 2025 y de 28,264 TonCO2/año en 2030.

eléctrica por parte del Gobierno Ecuatoriano, que para 2025 sería equivalente a USD \$ 5 millones y para 2030 cercana a USD \$ 8 millones, que podrían ser orientados a otras prioridades del Estado, como es el caso del gasto social.

En la Figura 10 se presenta la reducción en el consumo de diésel para la generación eléctrica y en los subsidios al diésel que tendrían un impacto fiscal positivo para el gobierno ecuatoriano.

Por otra parte, se materializarían ahorros por la reducción en los subsidios al diésel para generación

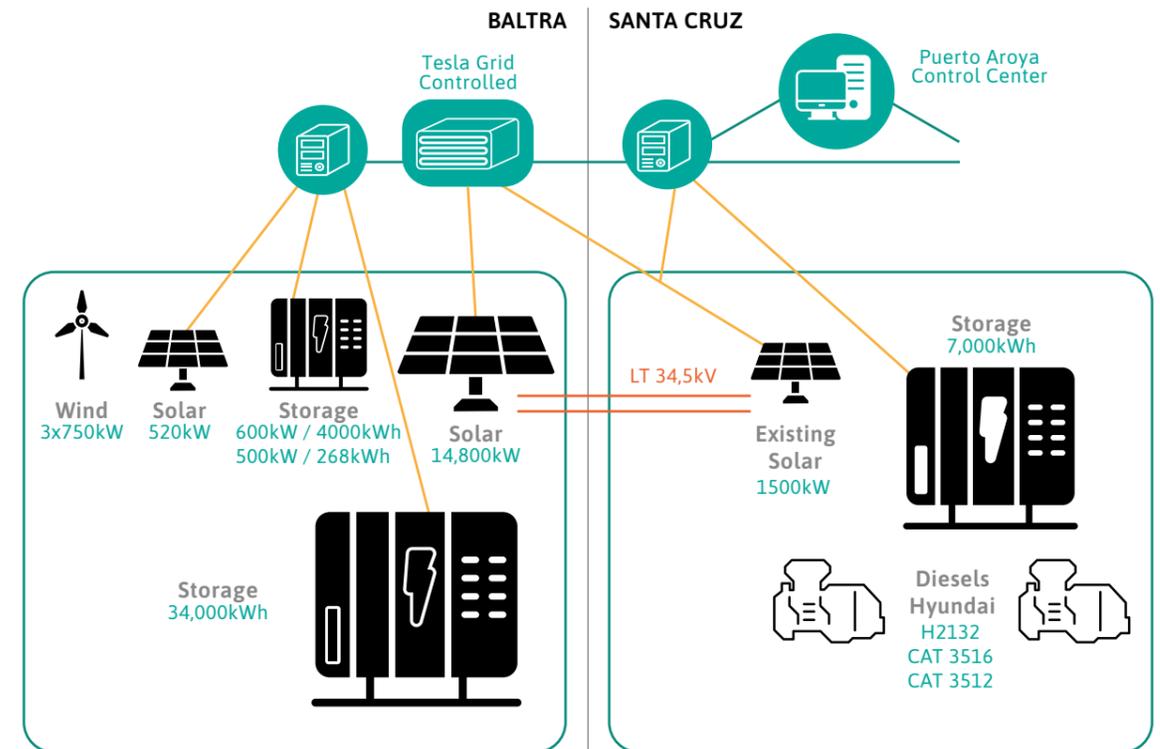
Figura 10 Evolución del consumo de diésel en generación eléctrica y efectos en los subsidios



Fuente: Elaboración propia.

### Box 1- Proyecto Conolophus

SYSTEM LEVEL VIEW OF SOLUTION FOR SANTA CRUZ AND BALTRA



“Conolophus” se trata de una Microrred que cambiará el rumbo del abastecimiento eléctrico en Galápagos. Esta incluirá una central fotovoltaica de 14,8 MW de potencia, y 40,88 MWh de almacenamiento, línea de transmisión de 44km, dos subestaciones, y los sistemas de control tanto para los nuevos generadores y baterías como para todo lo antiguo.

El Gobierno de Ecuador a través del Ministerio de Energía y Minas llevó cabo un proceso público de selección que adjudicó a la oferta que, cumpliendo los requerimientos técnicos, legales y financieros, presentó el menor precio. El proponente de la iniciativa, GranSolar, fue el ganador, de acuerdo con lo indicado en la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE).

El proyecto se desarrollará al suroccidente de la isla Baltra y la energía generada será entregada al sistema de subtransmisión que conecta las islas de Baltra y Santa Cruz.

El precio de adjudicación fue USD 0,45/kWh energizado, que será el valor de referencia de los contratos regulados de compraventa de energía con las empresas distribuidoras del continente.

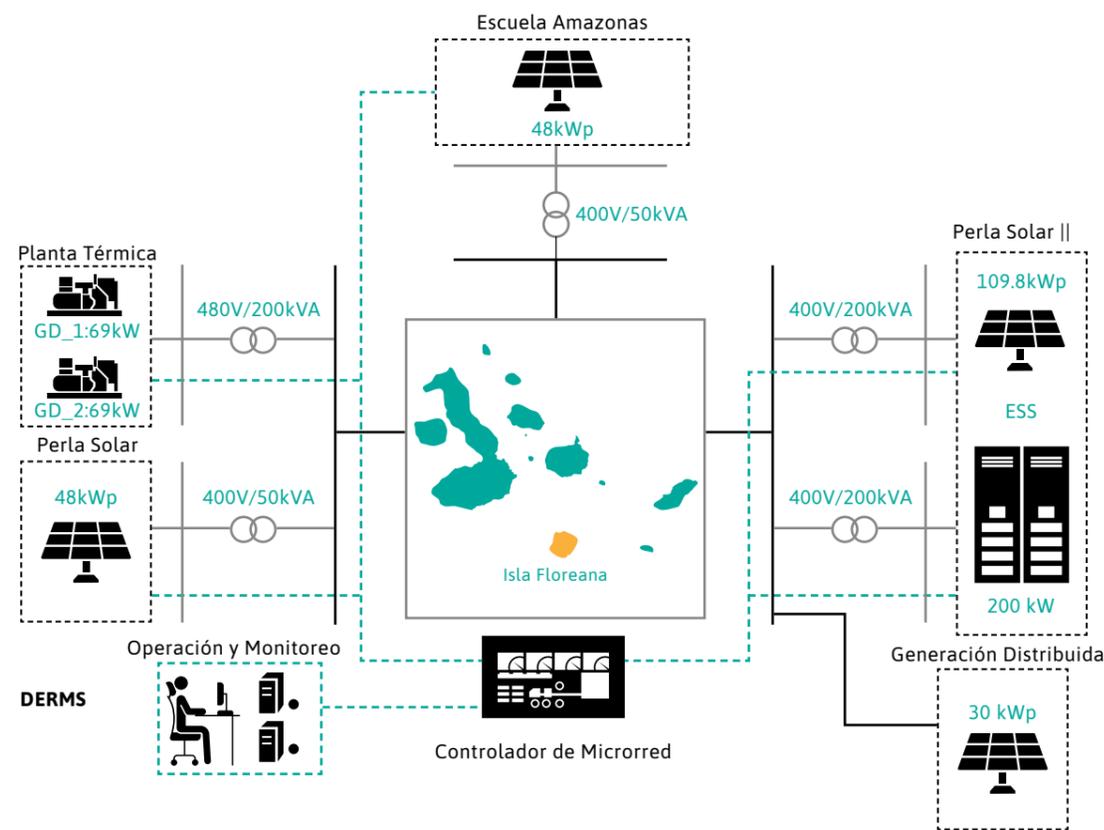
Por su complejidad, el proyecto cuenta con empresas número uno en su rama respectivamente: TESLA, JINKO SOLAR, HUAWEI, y TOTAL EREN.

### 4.2.1 Proyecto: Isla Floreana 100 % renovable

Este Plan de Transición propone que la Isla Floreana sea la primera isla que gestione su servicio eléctrico con 100% energía renovable. Durante el año 2022, el consumo de energía total de la isla fue de 335 MWh con un consumo de 31.192 galones de diésel. Por otra parte, el sistema fotovoltaico Perla Solar generó 23.000 kWh lo cual representa aproximadamente el 7% del consumo total de la isla.

Para el período 2022-2026, se tiene planificado cambiar la matriz energética de la isla Floreana con la finalidad de alcanzar un 100 % de energías renovables no convencionales, para lo cual se requiere implementar el siguiente equipamiento de generación fotovoltaica y almacenamiento, conforme se muestra en el diseño esquemático Figura 11.

Figura 11 Diseño esquemático y constructivo para que la isla Floreana alcance el 100 % de renovable



Fuente: Elaboración propia.

El presupuesto referencial para lograr el objetivo de un 100 % de energía renovable en la isla Floreana es de aproximadamente cuatro millones de dólares (USD \$4.000.000), lo cual incluye: módulos

fotovoltaicos, inversores, baterías, controlador de microrred, sistema DERMS, comunicaciones, infraestructura eléctrica, obra civil, manos de obra, entre otras actividades.

### 4.2.2 Generación distribuida

Galápagos cuenta con una proporción sustancial de Recursos Energéticos Distribuidos (DER, por su nombre en inglés), los cuales crecerán rápidamente. Esto crea urgencia en torno a la determinación e implementación de estándares óptimos para respaldar mejor la operación futura del sistema.

En el plan de expansión de generación presentado en la sección anterior, se incluye alrededor de 6,56 MW de generación distribuida y alrededor de 7,1 MWh de capacidad en sistemas de almacenamiento de energía distribuidos y la generación requerida para dar solución al acceso al agua potable y programas de auto generación en edificaciones públicas. El valor de la inversión para el programa de generación distribuida es de USD \$7.917.409.

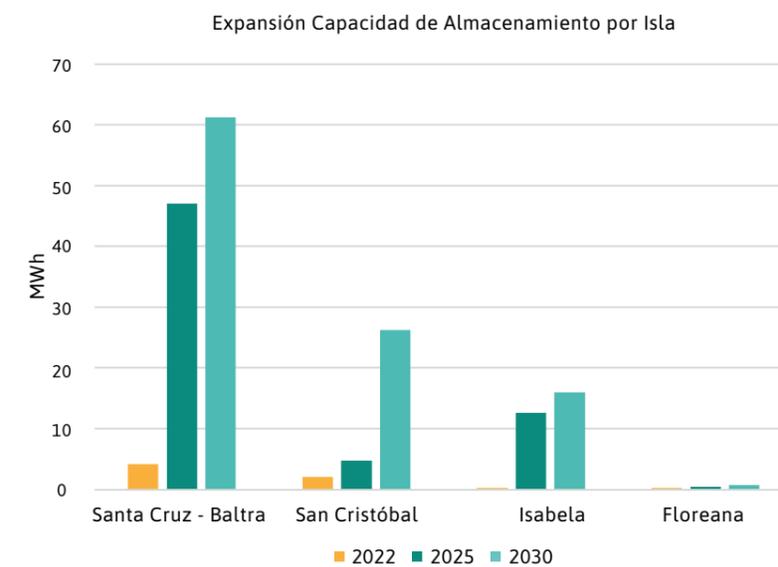
Sin embargo, dentro de la estrategia, se promoverá en coordinación con las autoridades gubernamentales de orden nacional y con presencia en el territorio, la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en las edificaciones de entidades del sector público, que ayuden a las acciones para la descarbonización de la matriz eléctrica, reducción de la generación térmica, optimización del gasto energético y del subsidio asociado a la generación con combustibles fósiles en el archipiélago y que cuenten con las características técnicas que lo permitan, de forma que sean promotoras de la incorporación de la tecnología en la zona. Al considerar que a 2030, del 1 MW instalado para generación distribuida, el 80% corresponda a techos solares en edificaciones del sector público, se podría evitar el consumo de 1.168 MWh/año, es decir, aproximadamente 1.051 TonCO<sub>2</sub>/año.

### 4.2.3 Almacenamiento de energía eléctrica

En el plan de expansión se ha incluido la implementación de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica para asegurar que la atención de la demanda de electricidad sea en un 85% a través de recursos de generación renovable. En ese sentido, en

agregado para el año 2025 se incorporará alrededor de 58,14 MWh, y en 2030 se proponen 39,32 MWh en Santa Cruz- Baltra, San Cristóbal, Isabela y Floreana. En la Figura 12 se presenta el perfil de capacidad de almacenamiento por cada isla<sup>24</sup>.

Figura 12 Expansión Capacidad de Almacenamiento por Isla



Fuente: Elaboración propia.

24 VER ANEXO: Generación y Almacenamiento

### 4.3 Inversiones en generación eléctrica y almacenamiento

El plan de inversiones para la incorporación de fuentes no convencionales de energías renovables y los sistemas de almacenamiento se presentan en la Tabla 3. Las inversiones necesarias para asegurar la transición de la matriz de generación eléctrica en las cuatro islas ascienden a USD \$ 81.298.715, sin la inversión del sistema COLONOPHUS.

Tabla 3 Plan de Inversiones Nueva Capacidad de Generación, Almacenamiento e Inversores

Plan de Inversiones Fuentes Nueva Capacidad de Generación, Almacenamiento e Inversores					
Años	Santa Cruz - Baltra	San Cristobal	Isabela	Floreana	Total
2024	6.301.980	8.936.640	7.540.935	1.531.800	24.311.355
2030	21.626.120	28.481.560	5.960.600	919.080	56.987.360

Fuente: Elaboración propia.



## 5. Optimización del uso final de energía eléctrica en la demanda

Para la optimización del uso final de la energía eléctrica se establecen medidas desde tres enfoques orientados a impactar el balance de energía útil. Como parte de estas medidas se encuentran: medidas activas, correspondientes a la sustitución y/o incorporación de equipos; medidas pasivas que se pueden implementar en las edificaciones; y, medidas orientadas a la gestión de la demanda.

### 5.1 Medidas activas de optimización

Las medidas activas para la optimización de los usos finales de la energía en el archipiélago de las Galápagos se centran en 5 acciones concretas: sustitución de equipos de aire acondicionado, sustitución de refrigeradores y congeladores, implementación de la cocción eléctrica eficiente, calentamiento de agua sanitaria eficiente y sustitución de iluminación.

Lo anterior, tiene el objetivo de reducir significativamente el consumo eléctrico y reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en las Islas Galápagos, emprendiendo acciones que permitan identificar el mercado sobre el cual se pueden aplicar dichas medidas, así como revisar las ya existentes en términos de gestión de la demanda de energía, dando paso a un incremento en la eficiencia energética.

#### 5.1.1 Aires acondicionados

Dado el clima en la zona, tanto en el sector residencial como en el sector comercial el uso de equipos de aire acondicionado genera un alto consumo de energía. Se debe tener en cuenta que los equipos de aires acondicionados ineficientes energéticamente consumen cerca de 12.690.000 kWh/año en el sector residencial y comercial, principalmente durante el verano<sup>25</sup>.

En ese sentido, una de las principales estrategias de mitigación en el consumo de energía de los aires

acondicionados, se centra en la sustitución de 7.200 equipos por otros más eficientes energéticamente, los cuales cuenten con tecnología IOT (internet of things) como mecanismo que permita gestionar la demanda de energía en el período 2023 - 2025 en las islas Isabela (694), San Cristóbal (2.016), Santa Cruz (4.320) y Floreana (170), sustituyendo cerca del 72% del total de aires acondicionados en el archipiélago. Esto con el fin de lograr ahorros en el consumo de energía de 7.199.712 kWh/año<sup>26</sup>.

#### 5.1.2 Refrigeradores y congeladores

El Ministerio de Energía y Minas (MEM), ha venido impulsado estrategias de mitigación en el consumo

de energía relacionadas con la eficiencia energética en electrodomésticos por medio del programa para

<sup>25</sup> MERNR & IIGE, «Estudio de Mercado para Implementación de proyecto de Recambio de Aires Acondicionados en la provincia de Galápagos»2021.

<sup>26</sup> VER ANEXO: Gestión de la Demanda.

la renovación de equipos de consumo ineficiente en el Ecuador, implementado entre 2012 y 2016. Para el caso de las Galápagos, se sustituyeron cerca de 1.109 refrigeradores generando ahorros de 137.710 kWh/año y una reducción en GEI de 602,67 TCO2 para ese periodo.

Teniendo en cuenta lo anterior, la estrategia de mitigación en el consumo de energía para dichos equipos se centra en continuar con la sustitución de refrigeradores por nuevos y de mayor eficiencia energética.

En ese sentido, se plantea reemplazar 13.204 equipos de refrigeración en el sector residencial y comercial, en las islas Isabela (1.408), San Cristóbal (3.958), Santa Cruz (7.746) y Floreana (92) generando ahorros en el consumo de energía de 1.588.473 kWh/año en el archipiélago, y ahorros económicos anuales para el estado de aproximadamente USD \$540.000, asimismo permite la reducción de 1.223 TonCO2 al año. La inversión requerida para la implementación de la medida es USD \$ 4.185.668<sup>27</sup>.

### 5.1.3 Cocción eléctrica eficiente “Clean Cooking”

Teniendo en cuenta el estudio de “Escenarios de Demanda y Oferta Energética” y opciones de política energética en el archipiélago de las Islas Galápagos, República de Ecuador, realizado por la fundación Bariloche para el 2020, el consumo de diésel en el sector residencial alcanzó una participación de 0,11%<sup>28</sup>.

En 2014 el gobierno ecuatoriano estableció el programa PEC, con el fin de sustituir 3 millones de cocinas de GLP por cocinas de inducción, esto con el objetivo de reducir el subsidio otorgado al GLP [4]. Para el 2022 el programa PEC contó con 595.279 cocinas de inducción vendidas a través de SIPEC, así mismo, el programa PEC actualmente cuenta con 311 clientes distribuidos de la siguiente manera: Santa Cruz (147), San Cristóbal (73), Isabela (52) y Floreana (39)<sup>29</sup>.

Las ventajas de la sustitución de cocinas de GLP a cocinas de inducción eléctrica se centran en que dichas cocinas tienen una mayor eficiencia energética; sin embargo, la inversión inicial de estas es más costosa que las cocinas con vitrocerámicas y de gas.

En ese sentido, un programa “Clean Cooking”, mediante la sustitución de cocinas de GLP por tecnologías eléctricas de cocción, como cocinas de inducción, ollas multifuncionales eléctricas y ollas con aire caliente (airfryer) eléctricas, es uno de los principales mecanismos de mitigación en

términos de consumo y emisiones de GEI en las Islas Galápagos. Se considera la sustitución del 70% de las cocinas de GLP al 2030 y el 30% restante al 2040, la estrategia se centra en sustituir cerca de 13.000 cocinas de GLP por cocinas con tecnología eléctrica en las islas Isabela (2.730), San Cristóbal (4.420), Santa Cruz (5.720) y Floreana (130) en el sector residencial y comercial, con el fin de obtener una entrada de demanda escalonada, considerando el ingreso de nueva generación eléctrica por isla<sup>30</sup>.

Para el proyecto de sustitución de cocinas de GLP se estima una inversión de USD \$ 4.615.000. En términos de ahorro, dicha medida genera ahorros anuales para el estado cercanos a los dos millones de USD, ya que se pasa de consumir GLP en la cocción de alimentos a consumo de energía eléctrica. En ese sentido, por medio de la medida de sustitución se deja de consumir cerca de 1.668 Ton GLP al año, evitando al mismo tiempo la generación de emisiones de GEI en 4.670 TonCO2/año asociadas al uso de GLP<sup>31</sup>.

La medida de sustitución será implementada en un inicio en la Isla Santa Cruz, teniendo en cuenta que dicha medida puede absorber los vertimientos de energía que se pueden generar a partir de la implementación del proyecto Conolophus.

27 VER ANEXO: Gestión de la Demanda.

28 Fundación Bariloche «Escenarios de Demanda y Oferta Energética y opciones de política energética Archipiélago de las Islas Galápagos, República de Ecuador», 2020.

29 ELECGALAPAGOS

30 VER ANEXO: Gestión de la Demanda

31 VER ANEXO: Gestión de la Demanda – memoria de cálculo

### 5.1.4 Calentamiento de agua sanitaria

En las Islas Galápagos el agua caliente sanitaria a partir de calefones eléctricos es uno de los medios menos eficientes, por lo que la instalación de sistemas de energía solar térmica entre el 2025 y 2030 se considera una de las principales estrategias en pro de la disminución en el consumo de energía y en emisiones de GEI<sup>32</sup>. La sustitución de calefones a gas y calefones eléctricos por colectores solares para el calentamiento de agua sanitaria representa una inversión de USD \$915.600<sup>33</sup>, teniendo en cuenta

que dicha inversión considera la implementación de colectores solares que permitan la sustitución de calentadores eléctricos de agua sanitaria en las islas Isabela (159), San Cristóbal (237), Santa Cruz (317) y Floreana (80) significándole al archipiélago ahorros en el consumo de energía de 41.015 kWh/año, generando ahorros económicos anuales para el estado de USD \$13.945. Dicha sustitución representa una reducción en las emisiones de GEI de 32 TCO2/año<sup>34</sup>.

### 5.1.5 Iluminación pública

El alumbrado público es un servicio que requiere un consumo constante en la noche, razón por la cual el implementar y continuar con programas de renovación y sustitución de luminarias por lámparas más eficientes para el 2023 -2024<sup>35</sup>, es una de las principales estrategias en pro de la disminución del consumo de energía, teniendo en cuenta que las luminarias de vapor de sodio y las luminarias de inducción consumieron cerca de 3.139.698 kWh/año, en el año 2018.

Se establece como estrategia de mitigación la sustitución de 5.900 unidades de luminarias en las islas Isabela (1.180), San Cristóbal (1.770), Santa Cruz (2.360) y Floreana (590), generando ahorros de 625.438 kWh/año en el archipiélago, y generando ahorros para el estado anuales de USD \$212.649. Así mismo, en términos de impactos ambientales evita la generación de emisiones de GEI en 482 TCO2. Para dicha estrategia de mitigación se prevé una inversión necesaria de USD \$1.475.000<sup>36</sup> con el fin de sustituir las luminarias antiguas por iluminación tipo LED en las islas.

## 5.2 Medidas pasivas de optimización

### 5.2.1 Medidas en las edificaciones: Guía de construcción sostenible

Se propone promover una Guía de construcción sostenible, en línea con las medidas adoptadas por el gobierno ecuatoriano, adaptada específicamente a las características climáticas y ambientales del archipiélago de las Galápagos, que considere los diseños, materiales y medidas de eficiencia que mejor se adaptan a las condiciones de la zona en todo el año.

Con la expedición de la Guía en el corto plazo (2023-2025), se realizará un piloto en edificaciones nuevas en el archipiélago, que permita validar los ahorros energéticos previstos y promueva la implementación de medidas pasivas. A partir de la información disponible, según la cual el aumento anual del consumo de energía eléctrica entre 2010 y 2019 es de

32 Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables «Programa Nacional para el Uso de Energía Renovable en la Generación de Agua Caliente Sanitaria», 2011.

33 Se considera la implementación de colectores solares en el sector residencial en las islas Santa Cruz-Baltra, San Cristóbal, Floreana e Isabela. El precio medio unitario del colector solar térmico con capacidad unitaria de 300 litros es de USD \$1.200, tomando como referencia el Plan de Inversión para la Eficiencia Energética, Difusión del Conocimiento y Fortalecimiento Institucional para las islas de Galápagos (MRC & ITC, 2021).

34 Fundación Bariloche «Escenarios de Demanda y Oferta Energética y opciones de política energética Archipiélago de las Islas Galápagos, República de Ecuador», 2020.

35 Plan de Migración del Alumbrado Público a LED de la E.E. en Galápagos 2023 – 2024.

36 La sustitución de 5.900 luminarias públicas representa el 100% de luminarias actuales según la estadística a 2021, El precio promedio unitario de luminarias led es de USD \$250.

aproximadamente 6,9%, y considerando que en las nuevas edificaciones que generen ese aumento en la demanda se implementen medidas pasivas sin costos adicionales (reducir la superficie de ventanas en fachadas este y oeste, ventilación cruzada y grandes

superficies de ventanas, vidrio simple y mosquiteras), el ahorro de energía eléctrica anual sería de aproximadamente 20,1 MWh anuales que representan una reducción aproximada de emisiones de 18,1 TonCO<sub>2</sub>/año<sup>37</sup>.

## 5.2.2 Medidas en el sector turístico: Estándar de sostenibilidad

En cuanto al sector turístico, particularmente los hoteles, se propone establecer un estándar de sostenibilidad que abarque: gestión sostenible, impactos socioeconómicos, impactos culturales e impactos ambientales (incluido el consumo de recursos, la reducción de la contaminación y la conservación de la biodiversidad y los paisajes). En este punto es importante resaltar que, para tener sostenibilidad ambiental, se comienza desde la infraestructura, por lo tanto, en edificaciones nuevas orientadas al turismo, se deben considerar las medidas de construcción sostenible mencionadas previamente, de acuerdo con las condiciones locales ambientales. En las edificaciones de alojamientos existentes que no hayan sido diseñadas con dichos estándares, se deberá promover la implementación de medidas pasivas y/o activas para cumplir los requisitos de sostenibilidad.

A hora bien, para la implementación de dicho estándar, se hace necesario que, ya sea un hotel u otra

edificación con enfoque hacia el turismo, se diseñe e implemente una Estrategia de Sostenibilidad en el corto plazo (2023-2025), es decir, replantear el negocio de forma integral en clave sostenible, esto incluye tanto buenas prácticas, como medidas activas que pueden llevar a modificaciones en la infraestructura. Con este enfoque se trabaja activamente por la reducción de consumos y de residuos en el establecimiento, con el objetivo de reducir su impacto en el medioambiente. La reducción de consumos y de residuos invita de igual forma a “re-utilizar”, ya sea en el propio hotel o como forma de poner en marcha y potenciar iniciativas sostenibles en la comunidad.

Además, es de gran relevancia para fortalecer el proceso de transición energética que se generen incentivos para los diferentes sellos ambientales, de tal manera que estos sirvan como una señal para la inversión por parte de privados en proyectos sostenibles.

## 5.3 Otras medidas relacionadas

Como actividad previa a la implementación de la estrategia de gestión de la demanda se pretende en el corto plazo (2023 – 2025), actualizar la línea base a partir de los 14.022 usuarios con acceso a electricidad para cada uno de los sectores, identificando

los consumos finales de energía que permitan la verificación de impactos de las medidas a ser implementadas. Para la construcción de la línea base se considera una inversión de USD \$200.000.

### 5.3.1 Medidas de gestión de la demanda

Establecer una tarifa horaria en los sectores residencial y comercial, con la cual se incentive el

consumo de energía en los horarios que actualmente tienen menor demanda pero que tendrían una

<sup>37</sup> La metodología utilizada para este cálculo, consiste en tomar los porcentajes de ahorro de las medidas sin costo propuestas en el informe final de la “Consultoría para el levantamiento y desarrollo de Estándares de comportamiento sostenible de edificaciones del Archipiélago de Galápagos” de Tecnalía (2018), y aplicarlos al consumo de energía eléctrica promedio anual entre 2010 y 2019 del “Plan de Inversión para la Eficiencia Energética, Difusión del Conocimiento y Fortalecimiento Institucional para las islas de Galápagos” del BID (2021).

mayor generación con energías renovables (hacia el mediodía), y se desincentiven los consumos en las horas con mayores picos de demanda. Para ello será necesario contar con un estudio de línea base de usos finales de la energía actualizado en cada una de las islas.

En esta misma línea, es posible avanzar en la demanda desconectable, iniciando por la identificación de los clientes especiales que son sujetos de tele gestión, es decir, cuyos consumos de energía se pueden programar en horarios en los cuales se aprovechen los excedentes de energía generada en las horas de mayor radiación solar. Dentro de estos posibles clientes se pueden considerar las estaciones de recarga de bicicletas eléctricas, las plantas de potabilización de agua, entre otras, en las cuales se pueda aprovechar la energía en las horas de menor demanda, que en caso contrario sería vertida.

Asimismo, al actualizarse el etiquetado de eficiencia energética en el país de acuerdo con la situación tecnológica actual, se definirá un estándar mínimo de eficiencia energética (MEPS por sus siglas en inglés) especial para el archipiélago de las Galápagos, con lo cual no se permita el ingreso a las islas y la comercialización de electrodomésticos ineficientes. De esta manera, al reponer o sustituir los electrodomésticos utilizados actualmente, todas las alternativas presentes en el mercado serán eficientes, generando un efecto de reducción de la demanda de energía.

De manera transversal a las medidas propuestas, es importante establecer en el archipiélago una arenera regulatoria que armonice las estructuras socioeconómicas presentes en las Galápagos y las necesidades de inversión para la transición energética. La implementación de una arenera regulatoria,

la cual es un espacio de flexibilización de la norma existente, puede servir como una alternativa favorable entre 2023 – 2030 para validar la propuesta de valor de nuevas tecnologías y modelos de negocio. Este mecanismo puede ayudar a llegar a soluciones alternativas de problemas que suponen un reto en la planeación y en la operación del sistema eléctrico, mediante la financiación de iniciativas con modelos de operativos y de negocio disruptivos. Esta arenera buscará que los costos y beneficios de la transición energética se repartan de forma equitativa con todos los involucrados.

En el caso de las Galápagos la disponibilidad de generación de la energía eléctrica no es constante, pues depende de las fuentes de energías renovables, por lo que la regulación existente referente a las tarifas de energía eléctrica no se ajusta a la realidad del suministro de energía de la isla. Es así que la arenera regulatoria debe estar enfocada, en primera instancia, en la determinación de la tarifa conforme a la disponibilidad de generación, así como la implementación de programas de respuesta a la demanda, demanda desconectable y microrredes. Lo anterior con el fin de lograr un equilibrio entre la oferta y la demanda de energía eléctrica en tiempo real.

Con respecto a la financiación de las medidas de gestión de la demanda planteadas, es importante el rol que tendrá el desarrollo de proyectos como la generación distribuida en edificaciones del sector público y el desarrollo de sistemas compartidos de bicicletas, como detonantes para la inversión en gestión de la demanda en la isla, considerando que en los dos casos se reducirán los gastos del Estado en consumos y subsidios de energía eléctrica o combustibles.

### 5.3.2 Mecanismo de implementación de medidas propuestas

Para aportar a la implementación de las medidas propuestas se propone realizar un proceso de fortalecimiento institucional a ELECGALAPAGOS, en el cual se haga un acompañamiento al proceso de desarrollo de su modelo de negocio, estableciendo inicialmente los contactos con aliados estratégicos para la implementación de proyectos de eficiencia

energética y energías renovables. Además, en este mecanismo se requieren personas capacitadas en mantenimiento y reparación de sistemas de energía renovable y almacenamiento, lo cual permitirá la sostenibilidad del modelo. Este fortalecimiento institucional es competencia del MEM.

### 5.3.3 Oportunidades en movilidad eléctrica

Considerando la alta participación del transporte en el consumo de energía, la movilidad sostenible y eléctrica, son alternativas técnicamente viables para reducir los consumos de energía y la generación de emisiones de CO2 derivada.

Para tal fin se debe avanzar en un plan integral de transporte público basado en una flota de buses eléctricos en las islas con los mayores centros poblados, de tal manera que se minimicen los recorridos de otros medios de transporte basados en combustibles fósiles. La elaboración del plan integral de transporte público busca asegurar una oferta de frecuencias que incentiven a los habitantes de las islas a utilizar el transporte público para recorridos largos y minimizar el transporte privado o de taxis. En el plan integral de transporte público a desarrollar, se deberá tener en cuenta el desarrollo de estaciones de carga al servicio de la flota de buses y la optimización de los períodos de carga y descarga de tal manera que genere externalidades positivas a los sistemas eléctricos de las Islas, además de tener en cuenta el impacto social que tendría este transporte público en las islas en comparación con los sistemas de transporte actuales. Asimismo, este plan deberá considerar los requerimientos necesarios en

cuanto al incremento de la generación de energía, reforzamiento de la red y demás características técnicas. El costo de la estructuración del plan sería de aproximadamente USD \$ 180.000 y sería ejecutado en el corto plazo, para desarrollar en adelante las medidas definidas.

En cuanto a movilidad alternativa, se plantea el establecimiento de<sup>38</sup> sistemas de bicicletas compartidas en las islas de San Cristóbal y Santa Cruz, sistemas que contarían con bicicletas eléctricas y estaciones de préstamo y recarga que funcionen con energía solar fotovoltaica. La sostenibilidad de estos sistemas se dará a través del pago de los usuarios por el uso del servicio, y con tarifas diferenciales para residentes y turistas.

Para desarrollar esta acción, será importante contar desde el inicio con un estudio sobre la voluntad del uso de un sistema público de bicicletas con tarifa diferenciada por parte de los habitantes de las Galápagos, específicamente de las islas de San Cristóbal y Santa Cruz. A continuación, se describen las características del sistema de bicicletas compartidas propuesto.

Tabla 4 Oportunidades en movilidad eléctrica

Sistema	Número de estaciones	Número de bicicletas
San Cristóbal	4	100
Santa Cruz	5	200

Fuente: Elaboración propia.

La inversión inicial requerida para poner en funcionamiento los dos sistemas es de aproximadamente USD \$ 533.767; sin embargo, al tener un costo por su uso, la administración, operación y mantenimiento están cubiertas, y se puede contar con un sistema rentable que reduce el consumo de aproximadamente 3.285 galones de gasolina al año, lo cual equivale a 32,9 TonCO2.

Asimismo, la movilidad eléctrica en otros vehículos como automóviles, puede ser una herramienta para aprovechar la generación de energía en horas diferentes a los picos de demanda, dado que su recarga

se puede dar en horarios diferentes. La integración del vehículo a la red permite administrar el ciclo de carga de un EV y, si es posible, exportar energía de la batería del EV a la red. Al establecer comunicaciones con las estaciones de carga de vehículos eléctricos y los EV, los operadores de la red podrán señalar cuándo sería el mejor momento para cargar (o no cargar) y/o exportar. La propuesta para el caso de las Islas en el mediano plazo es implementar la aplicación de Carga Controlada Unidireccional (Unidirectional Controlled Charging - V1G) y a largo plazo Vehículo a la Red (Vehicle to Grid - V2G) utilizando el mejor modelo que se ajuste a las Islas.

38 Considerando que se fomente este tipo de movilidad, el turismo puede darle sostenibilidad al sistema y menores costos para los residentes.

Aunque se identificó inicialmente la posibilidad de sustituir algunas de las lanchas utilizadas en las islas por sistemas eléctricos, al evaluar su uso se considera que la potencia que tendrían con esta tecnología

no sería suficiente. En este sentido, la sustitución que se podría dar en el largo plazo, después de 2040, requiere la utilización de hidrógeno como un combustible sustituto más sostenible.

### 5.3.4 Impacto de las medidas del componente de optimización de la demanda

El Plan de Transición Energética en las Galápagos por medio del cual se busca la implementación de medidas activas para la optimización de los usos finales de la energía en el archipiélago requiere de una inversión total de USD \$ 19.975.835 con el fin realizar las acciones concretas presentadas anteriormente.

A partir de la implementación de las medidas de optimización de la demanda se esperan resultados gracias a la reducción en el consumo de energía eléctrica, tal como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 5 Impacto de las Medidas Activas de energía eléctrica del Componente de Optimización de la Demanda

Uso	Medida	Inversión USD	Consumo actual (kWh/año)	Ahorro energético	GE Evitadas (TCO2/año)	Uso Ahorrados
Climatización	Sustitución de aires acondicionados	7.120.800,00	12.960.000,00	7.199.712,00	5.544	2.447.902,08
Refrigeración	Sustitución de refrigerantes	4.185.668,00	8.903.351,57	1.588.472,89	1.223	540.080,78
Iluminación	Reemplazo de Luminarias Alumbrado Público	1.475.000,00	3.139.697,98	625.438	482	212.649
Calentamiento de agua	Colectores solares	915.600,00	959.045,48	41.014,75	31,58	13.945,02
	Total	13.697.068,00	25.962.095,03	9.454.637,40	7.280	3.214.576,72

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, a partir de la implementación de las medidas de optimización de la demanda se esperan

resultados gracias a la reducción en el consumo de gas propano<sup>39</sup>, tal como se muestra en la tabla.

Tabla 6 Impacto de las Medidas Activas de gas propano del Componente de Optimización de la Demanda

Uso	Medida	Inversión USD	Consumo actual (kWh/año)	Ahorro energético	GE Evitadas (TCO2/año)	Uso Ahorrados
Cocción	Sustitución Cocinas actuales por Cocinas eléctricas	4.615.000,00	1.668.000,00	1.371.283,00	4.670	1.741.200,00

Fuente: Elaboración propia.

39 Se debe tener en cuenta que el cálculo aplicado para la medida de sustitución de gas propano se hace a partir de la sustitución de una pipeta de gas de 15kg.

Por otro lado, las inversiones en medidas pasivas de optimización de la demanda y de ajuste regulatorio alcanzan USD \$1.663.767, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 7 Medidas Pasivas y Complementarias de Optimización de la Demanda

Proyecto	Precio en USD
Movilidad con Bicicletas Eléctricas	533.767,00
Guía de Construcción sostenible	150.000,00
Estándar de sostenibilidad en el sector Turístico	300.000,00
Tarifa Horaria	100.000,00
Demanda Desconectable	50.000,00
Establecimiento de MEPS para Galápagos con base en la actualización del etiquetado de eficiencia energética en el país	50.000,00
Arenera Regulatoria	300.000,00
Plan Maestro de movilidad	180.000,00
<b>Total</b>	<b>1.663.767,00</b>

Fuente: Elaboración propia.



## 6. Digitalización, Infraestructura y Automatización

Como soporte del Plan de Transición se hace necesario fortalecer en el archipiélago un componente que de manera conjunta forme una infraestructura que apalanca a los otros componentes del Plan, que incluye:

- Infraestructura Eléctrica
- Medición Inteligente (AMI)
- Sistema de Comunicaciones Operativas
- Plataforma Computacional en Nube (Cloud)
- Sistema de Comunicaciones de Ciudad Inteligente
- Automatización de la Operación

El detalle de cada elemento de: Infraestructura, AMI, Sistemas de Comunicaciones Operativas, Cloud y Comunicaciones de Ciudad Inteligente, se encuentran en el ANEXO: "Digitalización e Infraestructura". El detalle de Automatización de la Operación se encuentra en el ANEXO: "Automatización".

A continuación, ejecutivamente se detalla cada uno de estos elementos que aportan beneficios y que se incorporan en diferentes etapas del plan:

### 6.1 Infraestructura eléctrica

#### 6.1.1 Red eléctrica

Con miras al horizonte de 2030 del Plan las exigencias a la red eléctrica aumentan con la entrada progresiva de nuevos elementos tanto del lado de la

oferta como del lado de la demanda como se ilustra en la Figura 13.

Figura 13 Balance entre oferta y demanda en el horizonte de 2030

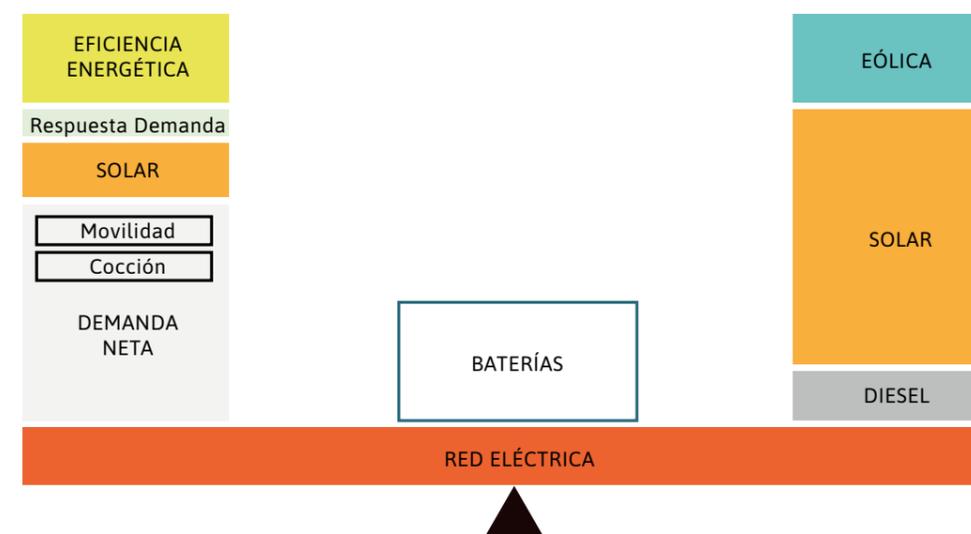


Figura: Elaboración propia

Por una parte, los recursos de generación se incrementan debido a la necesidad de aumentar la oferta energética y se orientan a incorporar una cantidad apreciable de recursos renovables en su mayoría de tipo solar y eólico para lograr los objetivos de descarbonización. Estos recursos se complementan con un aumento de la capacidad de las baterías las cuales pueden estar localizadas tanto como complemento de los parques solares o eólicos, o como complemento de la generación distribuida explicada más adelante.

En lo que se refiere a la demanda se identifica que esta se reduce por las siguientes causas:

- Medidas de eficiencia energética explicada en la sección 5.1.
- Respuesta de la demanda activada por los medios a reducir, previo a un acuerdo entre usuarios y ELECGALAPAGOS. La energía consumida, la cual se activa, por ejemplo, al cambiar el punto de operación de termostatos y otros dispositivos permite disminuir la demanda por condiciones técnicas, de emergencia o de economía en la operación.
- Generación distribuida, en su mayor parte solar PV, desarrollada por proyectos comunitarios o de usuarios individuales tanto públicos como privados como se explica en la sección 4.2.3. Previamente se indicó que, esta generación puede o no incluir baterías las cuales pueden aportar servicios adicionales.

Los recursos renovables y las baterías se conectan a la red eléctrica por medio de electrónica de potencia con inversores que se conocen como IBRs (Inverter Based Resource) por sus siglas en inglés.

El impacto de los IBRs sobre la operación del sistema eléctrico está ampliamente documentado e incide en aspectos tan importantes como la fortaleza de esta en impactos de corto circuito o en la disminución de la inercia del sistema eléctrico aumentando la variabilidad de la frecuencia de operación.

Por otro lado, la presencia de fuentes de generación inyectando en la red de distribución, causa que el flujo de corriente, normalmente direccionado de las plantas de generación hacia la carga, pueda cambiar de sentido con el correspondiente impacto en la operación. Esto requiere que ELECGALAPAGOS disponga de medios para autorizar la conexión conforme a la normativa que se defina.

Lo anterior, hace imperativo el requerimiento de automatismos y digitalización de la operación de los sistemas eléctricos lo cual se trata en la sección 5.6.

Para fortalecer las redes eléctricas en cada isla se incluye como parte del plan las siguientes medidas principales:

- Refuerzo de Topología de las redes en Santa Cruz – Baltra y en San Cristóbal creando en ambas una subestación de maniobra a 13,8 kV conectada a la barra de la subestación actual por un circuito expreso (sin carga).
- Digitalización de las subestaciones actuales para modernizar los mecanismos de protección y control acordes con los IBRs que se incorporan al sistema eléctrico.
- Automatización de los circuitos de distribución por medio de reconectores adicionales que permitan aislar rápidamente segmentos menores de carga y realizar las maniobras de aislamiento y reconexión de cargas en tiempos muy cortos mejorando la continuidad del suministro.
- Determinación de la capacidad de alojamiento de generación distribuida (hosting capacity) en procura de mantener la operación segura del sistema de distribución ante el impacto de los recursos distribuidos incluyendo generación/baterías, estaciones de carga de vehículos eléctricos, etc.

La implementación de lo anterior requiere de un estudio y diseño detallados que tengan en cuenta las condiciones actuales con una visión de los cambios esperados en el horizonte del plan.

## 6.1.2 Subestaciones

En el caso de las Galápagos se propone la digitalización de las principales bahías en las subestaciones de Santa Cruz y San Cristóbal, en especial las que corresponden a los recursos de energía distribuida.

Las principales ventajas de la digitalización de subestaciones incluyen:

- Escalabilidad y facilidad de añadir funciones.

- Las redes de comunicación reemplazan cableados de control y se mejora de la precisión en la medida.
- Se resuelven problemas con la operación entre equipos, incrementando la automatización y el nivel de gestión.
- Reducción de costos reflejados en la disminución de cableado, menor tiempo de implementación, menor tamaño y menos equipos.

## 6.1.3 Mayor velocidad de respuesta ante un fallo e información de mayor precisión. Alimentadores

Con la finalidad de mitigar los disturbios de la red eléctrica en ELECGALAPAGOS y mejorar los indicadores de calidad de servicio se plantea la complementación de la automatización de los principales alimentadores de la red eléctrica, con los siguientes beneficios:

- Minimizar tiempos de interrupción,
- Minimizar el número de usuarios afectados,
- Mejorar la localización de falla,
- Restauración de cargas críticas.

## 6.2 Medición Avanzada (AMI)

Como un elemento esencial para integrar efectivamente el usuario para el uso eficiente de la energía y para su participación en servicios tales como respuesta a la demanda este plan de transición energética contempla la implementación de infraestructura de medición avanzada (Advanced Metering Infrastructure, AMI, por sus siglas en inglés).

AMI proporciona al usuario y a las empresas de distribución la información y los medios necesarios para implementar mecanismos tales como tarifas de tiempo de uso (Time of Use, TOU) que pueden incentivar el desplazamiento y aplanamiento de la curva de carga. Adicionalmente, AMI soporta mecanismos de desconexión y respuesta a la demanda. La implementación de AMI requiere el desarrollo de los siguientes elementos:

- La estandarización de las funcionalidades soportadas por el AMI y de los protocolos de comunicación.

- La definición de los medios de comunicación que soporten el AMI desde los medidores hasta el centro de recopilación de los datos, pasando, si es del caso, por concentradores que faciliten la comunicación de última milla.
- La implementación de los sistemas de recopilación y procesamiento de datos de AMI, en plataformas de gestión de datos de AMI (Meter Data Management, MDM).
- Desarrollo de las interfaces de AMI con los sistemas corporativos y operativos de la empresa distribuidora, teniendo en cuenta la experiencia de otras empresas distribuidoras del continente que ya han implementado estas interfaces.

Teniendo en cuenta que los beneficios del AMI se traducen entre otros beneficios en la reducción de emisiones por el menor uso de combustible diésel, se parte de que el costo de la implementación de AMI sería a cargo mayoritariamente de la empresa eléctrica. En cuanto al número de medidores a

cambiarse, se considera que estos deben favorecer la economía de escala que, en este caso, se refiere a que los beneficios esperados de la implementación de AMI son mayores en función del consumo del usuario, debido a su mayor potencial de uso eficiente y participación en programas eficiencia energética y respuesta de la demanda.

En este sentido, se considera que el programa de implementación de AMI se lleve a cabo para el conjunto de zonas que tengan los mayores consumos, de forma que se pueda llegar por ejemplo a monitorear por AMI un 75% de la demanda. Esto favorecería también el desarrollo de las DER puesto que se podrían implementar mecanismos como el Net Metering u otros mecanismos que incentiven la generación distribuida.

### 6.3 Sistema de comunicaciones para operación

Para el funcionamiento confiable del sistema de control se requiere el refuerzo de las comunicaciones operativas entre las cuatro islas objetivo. Este refuerzo se demanda debido a los siguientes aspectos de riesgo de las comunicaciones actuales:

- Fallas reportadas con larga duración debido a diferentes problemas tanto de equipos como de repetidoras.

- Ancho de banda limitado lo cual afecta el uso para los fines operativos y del sistema de control.

La Figura 14 muestra en forma esquemática los enlaces de comunicaciones entre las islas y los enlaces locales proyectados.

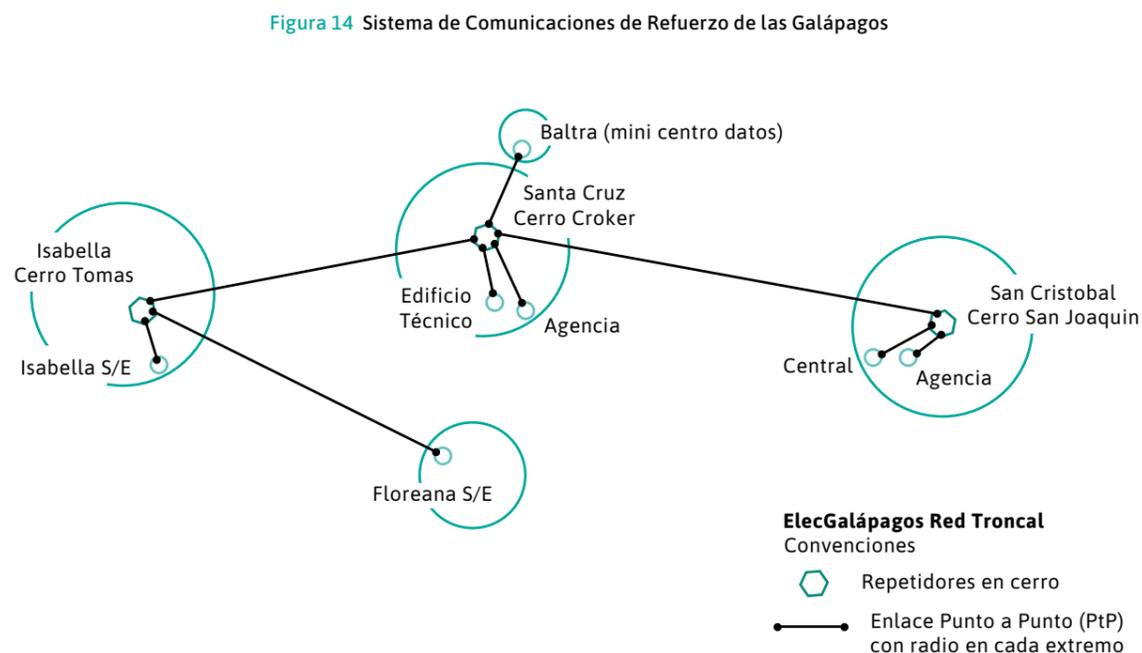


Figura: Elaboración propia

Por medio de comunicaciones se enlazarían los siguientes tipos de nodos:

- Centro de control principal en Santa Cruz
- Centrales térmicas
- Sitios con generación renovable y BESS
- Oficinas corporativas
- Sitios de automatización de distribución (reconectores)

En cada isla se identifican los nodos objeto de enlace con el sistema de radio proyectado, de forma que se defina el presupuesto referencial correspondiente.

Se especificará el sistema de comunicaciones de refuerzo con una disponibilidad de 99,99%, una estandarización de los equipos para un crecimiento flexible y uso de tecnologías robustas aplicables a las condiciones climatológicas imperantes en los sitios.

### 6.4 Plataforma computacional en nube (Cloud)

Para la implementación del Plan de Evolución Energética se requiere el desarrollo de una plataforma computacional que pueda soportar los sistemas informáticos que realicen las funciones no críticas de ELECGALAPAGOS, incluyendo la atención de usuarios con medición inteligente, operación y mantenimiento de activos, recopilación y registro histórico de datos (big data), aplicaciones de ingeniería, análisis de datos con herramientas de inteligencia artificial y de machine learning.

Para el desarrollo de la plataforma computacional se considera, que, dado el avance tecnológico de soluciones basadas en nube (cloud computing), los beneficios que se derivan de este tipo de soluciones justifican ampliamente su uso siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- Se disponga de telecomunicaciones de banda ancha, baja latencia y de alta confiabilidad en el archipiélago, lo cual requiere el uso de cable submarino para este propósito.
- Se cumpla con la regulación de Ecuador en materia del tratamiento de datos objeto de las funciones que se implementen.

- Se implementen los mecanismos de ciberseguridad apropiados.

Con la entrada en operación del cable submarino para telecomunicaciones proyectado para el 2023 se propone el uso de plataforma en nube (Cloud) como parte de la infraestructura de apoyo para el plan de transición, lo que permitiría una implementación de las nuevas funciones y servicios no críticos que requiera ELECGALAPAGOS en nube y una migración gradual de funciones existentes de tipo administrativo, por ejemplo, a este tipo de plataforma. En caso de que este supuesto no se cumpla se recomienda desarrollar una nube privada en las Galápagos, lo cual podría realizarse no solo para el sector eléctrico sino para todas las necesidades informáticas del archipiélago con el apoyo del gobierno local. Esta solución también requeriría reforzar las comunicaciones entre las islas en procura de fortalecer el enlace de comunicaciones entre ellas.

Debido a que varios países exigen que la información sensible no salga de las fronteras de un país, se debe considerar la posibilidad del desarrollo de este tipo de infraestructura en el Ecuador en caso de que la normativa imponga esta exigencia.

### 6.5 Sistema de comunicaciones de ciudad inteligente

Uno de los pilares del desarrollo de las ciudades inteligentes es el desarrollo de soluciones transversales de comunicaciones que atienda todos los tipos de uso derivados de implementación de infraestructura tal como medición inteligente, iluminación

inteligente, control de estaciones de carga de movilidad eléctrica, etc.

El desarrollo de una comunicación de área amplia (WAN por sus siglas en inglés) en cada una de las

islas del archipiélago es un elemento central para lograr la implementación del plan de Evolución Energética. Por lo anterior, se prevé la contratación de servicios de comunicaciones entre los puntos de concentración de datos de AMI, de puntos de iluminación inteligentes, de comunicación con inversores de generación distribuida, etc., con los puntos de recolección de datos de ELEGALPAGOS donde se

procesen los mismos y se realicen las funciones de supervisión, monitoreo y control.

Se propone que en cada una de las islas de las Galápagos converjan todos los servicios en una sola red de comunicaciones. Lo anterior permite el desarrollo de puntos de iluminación inteligente, que se presupuestan en el presente plan.

### 6.6 Automatización de la operación

La operación de los sistemas eléctricos con una alta componente de recursos renovables del tipo solar y eólico requiere mecanismos de automatización para el aprovechamiento óptimo de los recursos de generación tanto concentrados, de parques renovables, como distribuidos, que incluyen los denominados como detrás del medidor (behind the Meter) correspondientes a los implementados por los usuarios del servicio.

La Figura 15 presenta la arquitectura<sup>40</sup> funcional del sistema requerido para la automatización y control de la generación y coordinación con el control de automatización de las redes eléctricas del sistema de las cuatro islas habitadas del Archipiélago de las Galápagos: Santa Cruz – Baltra, San Cristóbal, Isabela y Floreana<sup>41</sup>.

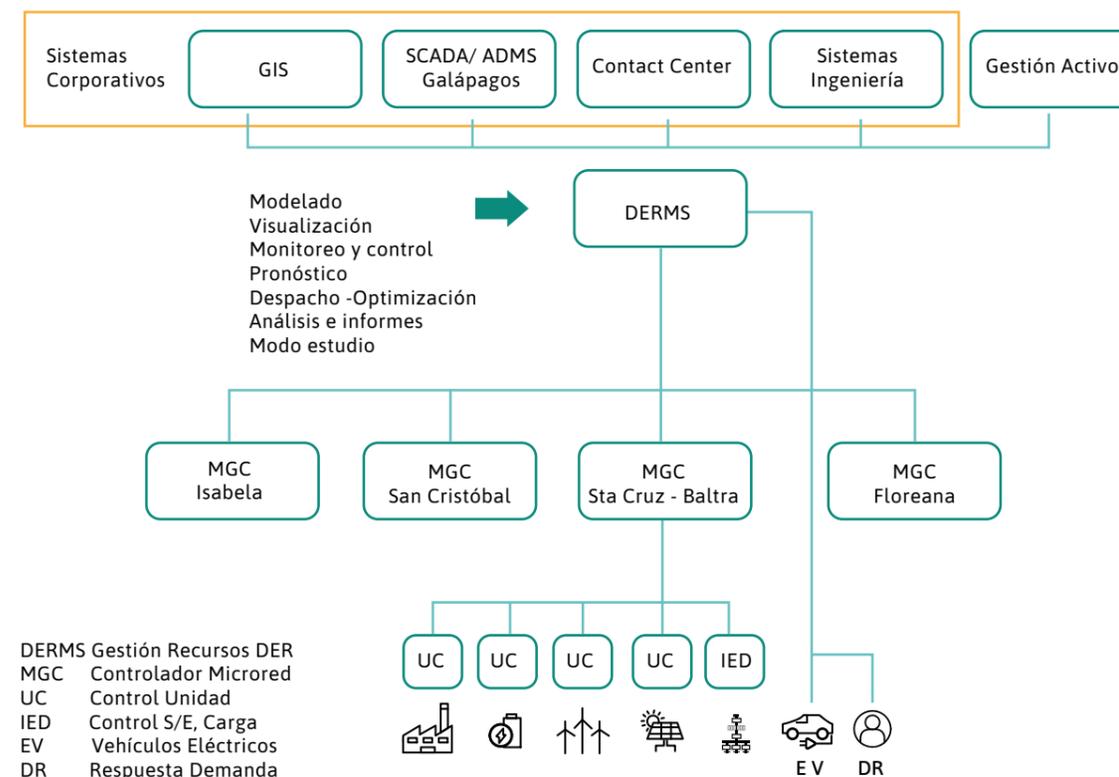
El sistema de control debe mejorar la operación de los sistemas de las cuatro islas como se menciona en los siguientes aspectos:

- Pronóstico de la generación y la carga de cada isla considerando las condiciones climatológicas

de cada una de ellas incluyendo datos como los de nubosidad, temperatura, velocidad del viento, etc., con diferentes horizontes de tiempo desde varios días de anticipación hasta periodicidades del orden de 5 minutos para tiempo real.

- Despacho centralizado optimizado para disminuir el uso de combustible diésel (minimización de emisiones) de cada una de las cuatro islas considerando mantenimientos programados, generación renovable concentrada y recursos energéticos distribuidos (DER, por su nombre en inglés) con horizontes de 24 horas para el día siguiente y redespachos según necesidad cuando se requiera.
- Coordinación de recursos tales como carga de vehículos eléctricos y respuesta a la demanda como parte de la gestión del Sistema de Gestión de Recursos Distribuidos (DERMS, por su nombre en inglés).
- Control local por un Controlador de MicroGrid (MGC, por su nombre en inglés) del seguimiento del despacho en cada isla automatizando las maniobras de arranque y parada de recursos (diésel, BESS, corte de renovable (*curtailment*)).

Figura 15 Esquema Conceptual de la Arquitectura del Sistema de Control<sup>42</sup>



DERMS Gestión Recursos DER  
 MGC Controlador Microred  
 UC Control Unidad  
 IED Control S/E, Carga  
 EV Vehículos Eléctricos  
 DR Respuesta Demanda

Fuente: Elaboración propia

Con las funcionalidades mencionadas se buscan los siguientes beneficios:

- Reducir la reserva rodante del sistema en términos de unidades diésel en funcionamiento, tratando en lo posible que la reserva sea asumida por los recursos BESS.
- Control de frecuencia con base en el apoyo de inversores del tipo *Grid Forming*, con el objetivo de lograr la operación con 100% de renovables para la mayor parte de las horas del día en cada una de las cuatro islas.
- Aumentar la eficiencia del uso del diésel al operar las unidades más cerca de su nivel de máxima eficiencia, esto de acuerdo con su curva de eficiencia particular, y operar cada una de las

unidades cuando se requiera, evitando la necesidad de utilizar varias unidades diésel en el modo de compartir la carga, de la misma forma para las unidades en línea.

- Disminuir la carga máxima diaria utilizando la gestión de la demanda para minimizar la entrada en operación de unidades adicionales de diésel en esos períodos.
- Disminuir la incidencia de fallas eléctricas por medio de una efectiva coordinación del control con los mecanismos de protección incluyendo por ejemplo el deslastre de carga.
- Recopilación de una importante cantidad de datos relacionados con la gestión de los activos de generación.

40 Se explican en detalle los criterios para establecer condiciones de generación mínima con diésel para sustentar los criterios de confiabilidad del suministro eléctrico para cada una de las islas. VER ANEXO::: GeneraciónAlmacenamiento.

41 VER ANEXO: Hoja de Ruta.

42 Cumplimiento de estándar IEEE 2030.5 armonizado con IEEE 1547. Protocolos de comunicación IEC (Vehículos eléctricos)

VER ANEXO: Automatización, Digitalización e Infraestructura  
 VER ANEXO: Modernización hoja de Ruta, Códigos de red.

## 6.7 Inversiones en Digitalización, Infraestructura y Automatización

Los requerimientos de infraestructura eléctrica incluyen el refuerzo de la red eléctrica a nivel de subestaciones y alimentadores, infraestructura de medición avanzada, sistema de comunicaciones para operación y facilitación de implementación de ciudades inteligentes, plataforma de nube<sup>43</sup>. Las

inversiones requeridas para implementar el diseño de la infraestructura de red fundamental para soportar el Plan de Evolución Energética de las Galápagos alcanzan USD \$33.452.388 y se presenta en detalle en la Tabla 8 a continuación.

Tabla 8 Inversiones en Infraestructura Eléctrica

Infraestructura Eléctrica		Presupuesto
Descripción		
Red Eléctrica	Santa Cruz	9.000.000
	San Cristóbal	4.000.000
	Isabela	1.500.000
	Floreana	1.200.000
Comunicaciones *	Santa Cruz	192.706
	Santa Cruz	142.724
	Isabela	100.297
	Floreana	16.661
Medición Avanzada		8.000.000
Cloud		3.800.000
Ciudad Inteligente		5.500.000
<b>Total</b>		<b>33.452.388</b>

Fuente: Elaboración propia.

\* Incluye: equipos, ingeniería e implementación, torres de 10m y 24, logística de transporte e imprevistos.

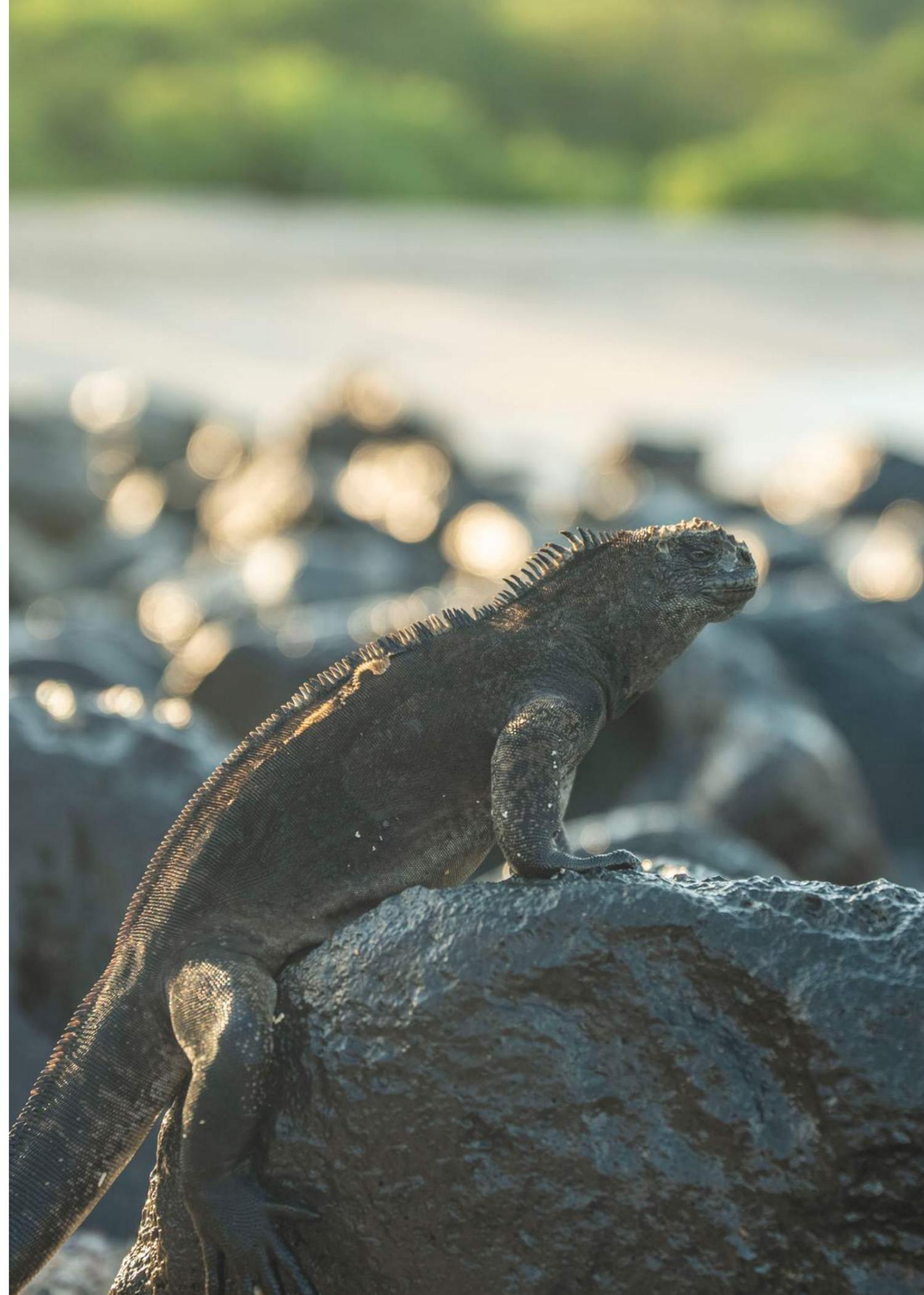
Tabla 9 Inversiones Automatización

Implementación de Sistema de Control y Sistema central con Funcionalidad DERMS para cada Isla Total					
Elementos	Santa Cruz - Baltra	San Cristobal	Isabela	Floreana	Subtotales
Interface	465.000	340.000	250.000	175.000	1.230.000
MGC	200.000	200.000	97.500	97.500	595.000
DERMS	750.000				750.000
Total Inicial	1.415.000	540.000	347.500	272.500	2.575.000
Expansion	285.000	120.000	75.000	50.000	530.000
<b>Total</b>					<b>3.105.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

43 VER ANEXO: Hoja de Ruta.

Nota: teniendo en cuenta que el proyecto Conolophus considera un control de microred, las inversiones en automatización para Santa Cruz – Baltra pueden tener ajustes para coordinar con las inversiones de ese proyecto.



## 7. Participación y consulta del plan con la ciudadanía

*La comunicación del plan de transición energética y la participación ciudadana en el proceso son componentes claves para garantizar el éxito en la implementación y sostenibilidad de la Evolución Energética de las Galápagos. De acuerdo con los hallazgos, el análisis de los diferentes grupos de interés, las posibles barreras y oportunidades, es necesario contemplar un plan de comunicación para cada fase en el ciclo de implementación del plan.*

Dentro de este marco, para el trabajo de comunicación con las comunidades es importante que los delegados por el Ministerio y ELEGALAPAGOS definan la información que van a divulgar en las reuniones de tal manera que haya homogeneidad en el mensaje, tono y lenguaje inclusivo.

Por otro lado, el plan servirá como vehículo para generar iniciativas de formación técnica en energías renovables y eficiencia energética. Educar a los residentes de las Galápagos en campos técnicos formales y no formales para los cuales existe una gran demanda en las islas, los convertirá en aliados expertos del plan y abrirá oportunidades laborales para jóvenes, mujeres y hombres en esta industria. Se requiere contar con personas capacitadas en aspectos como la implementación de las medidas pasivas de eficiencia energética adecuadas para diversas edificaciones, instalación y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos, entre otras capacidades que aporten a la implementación y sostenibilidad del Plan de Transición energética en el archipiélago.

De igual manera, existen oportunidades en educación formal a través de alianzas con las universidades presentes en las Galápagos y posibilidades de trabajo de investigación y desarrollo en lo referente a la transición energética del archipiélago.

Adicionalmente, es importante articular acciones de apoyo y comunicación conjuntas con fundaciones

que ya están trabajando en temas de sostenibilidad ambiental del archipiélago tales como EPI/ECOS, WWF, Galápagos Conservancy, Charles Darwin, así como también con líderes comunitarios reconocidos y la dirección del Parque Nacional de las Galápagos.

Con el objetivo de educar e informar sobre prácticas eficientes del uso y el consumo de energía en el archipiélago, se propone la implementación del Plan de Comunicaciones para Galápagos por medio del cual periódicamente se haga uso de canales de los medios comunicativos, canales orientados a la comunidad y canales interpersonales, para determinar aspectos cognitivos, actitudinales y participativos de los consumidores frente a lo pertinente al Plan de Transición Energética y a la conservación de los recursos naturales y energéticos de las islas. En ese sentido, el Plan de Comunicaciones para Galápagos se consolida como una herramienta decisiva para apoyar los esfuerzos de la gestión pública en la implementación del Plan de Transición Energética en el Archipiélago.

Entre las acciones a implementar en el Plan de Comunicaciones para Galápagos se destacan: I) Entrenamiento, capacitación y certificación de mujeres en trabajos operativos y técnicos; II) Capacitación en temas de eficiencia energética y cuidado del medio ambiente; III) Participación en congresos y seminarios; IV) Newsletter; V) Artículos científicos y artículos de divulgación; entre otros<sup>44</sup>.

44 VER ANEXO: Plan de Comunicación Interna y Externa

## 7.1 Enfoque de Género

Los instrumentos de política nacionales de Ecuador definen el marco jurídico para promover la igualdad de género en las políticas públicas, desde la Constitución de la República en donde se establece que “todas las personas son iguales y gozarán de los mismos derechos, deberes y oportunidades”.

La Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género 2021-2025<sup>45</sup> elaborada por el Consejo Nacional para la Igualdad de Género es la herramienta técnico-política que tiene como objetivo principal efectivizar el cumplimiento de los derechos y la transversalización de la igualdad de género en el país y por lo tanto la institucionalización de género en todas las instancias del Estado.

Las brechas de desigualdad de género en las islas pueden ser amplias<sup>46</sup>; sin embargo, las que serán tomadas en este plan de transición son las que se han identificado en el diagnóstico de género que se llevó a cabo en las islas y en especial por ELECGALAPAGOS<sup>47</sup>. Estas brechas de desigualdad están relacionadas con aspectos de educación de las mujeres y las niñas, empleo, violencia de género y acoso laboral o sexual. Estos ámbitos serán los que el plan puede abordar dentro de sus acciones y contribuir a disminuir en el marco del trabajo en energía.

Las acciones propuestas para el plan de transición están dirigidas a atraer más mujeres al sector, facilitar el acceso a los recursos energéticos para todas las mujeres, la participación de más mujeres en las instituciones y la formación y entrenamiento técnico en los aspectos de las energías. Para ver el detalle de esta propuesta, se sugiere ver el Anexo de Género.

En función del diagnóstico el plan en concreto se incluirán las siguientes acciones:

- Fortalecimiento de la igualdad de género de la empresa mediante el apoyo a la ejecución de la Estrategia y el Plan de acción realizado

por ELECGALAPAGOS a partir del Diagnóstico de género elaborado en el marco de este plan de transición. Las acciones del plan buscan disminuir la brecha de desigualdad de género en las áreas técnicas y niveles jerárquicos de la empresa, mejorar aspectos de ambiente laboral género sensible y mecanismos de prevención y denuncia de casos de violencia de género y acoso, prácticas de contratación con lenguaje inclusivo y de género y comunicación inclusiva en todo el que hacer de la empresa.

- Creación de un Programa de prevención de la violencia y acoso laboral y sexual realizado con asesoría de las organizaciones de mujeres de las islas especializadas en violencia<sup>48</sup>.
- Creación de un programa de sensibilización en la igualdad de género y no discriminación, dirigido a todo el personal de ELECGALAPAGOS que contenga cursos de capacitación, videos y que esté acompañado de una campaña de comunicación.
- Programa de comunicación y sensibilización en las unidades educativas sobre el uso de la energía y que contenga mensajes con lenguaje no sexista y no discriminatorio, usando por ejemplo imágenes tanto de hombres como mujeres en roles y trabajos técnicos en energía.
- Pasantías en ELECGALAPAGOS para jóvenes mujeres que estén cursando últimos años de carreras de energía.

Se propone ofrecer capacitaciones en energías renovables y eficiencia energética a mujeres y jóvenes de las islas. Estos cursos y programas educativos deberán ser acreditados y coordinados con instituciones técnicas o académicas existentes en Ecuador.

ELECGALAPAGOS liderará un programa enfocado en mujeres jóvenes de las islas, en colaboración con organizaciones de mujeres locales. Este programa incluirá la formación de mujeres linieras, capacitación en habilidades ejecutivas y entrenamiento

para trabajar en alturas. Estas iniciativas generan empleos para mujeres en el mantenimiento de aerogeneradores, en la reparación de líneas de distribución y en otras áreas relacionadas con el sector

eléctrico. También se promoverá el desarrollo de proyectos comunitarios para el empoderamiento económico, con prioridad para mujeres a través del acceso a la energía.

45 <https://ecuador.unfpa.org/es/publications/agenda-nacional-para-la-igualdad-de-g%C3%A9nero#:~:text=La%20Agenda%20Nacional%20para%20la,con%20la%20materialidad%20de%20los>

46 Se ha documentado ampliamente en los siguientes reportes: (1) Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, MIES, USFQ (2020), “Informe técnico de la situación cuali-cuantitativa para la prevención de las violencias y fortalecimiento de los sistemas especializados de protección integral de derechos de Galápagos.”; (2) Onumujeres (2020), “Estudio situación del derecho a una vida libre de violencias contra las mujeres en el archipiélago de galápagos, específicamente las islas de santa cruz e isabela, lineamientos de acción a la política pública.”

47 Diagnóstico de género, estrategia y plan de acción de ElecGalápagos. BID, 2023.

48 El diagnóstico identificó a las organizaciones MAGMA, Tejido Violeta y OMCA como protagonistas en las islas, con amplia experiencia en prevención de violencia de género y empoderamiento económico de mujeres vulnerables.

# 8. Hoja de ruta del Plan de Transición Energética

## 8.1 Hoja de ruta y principales acciones

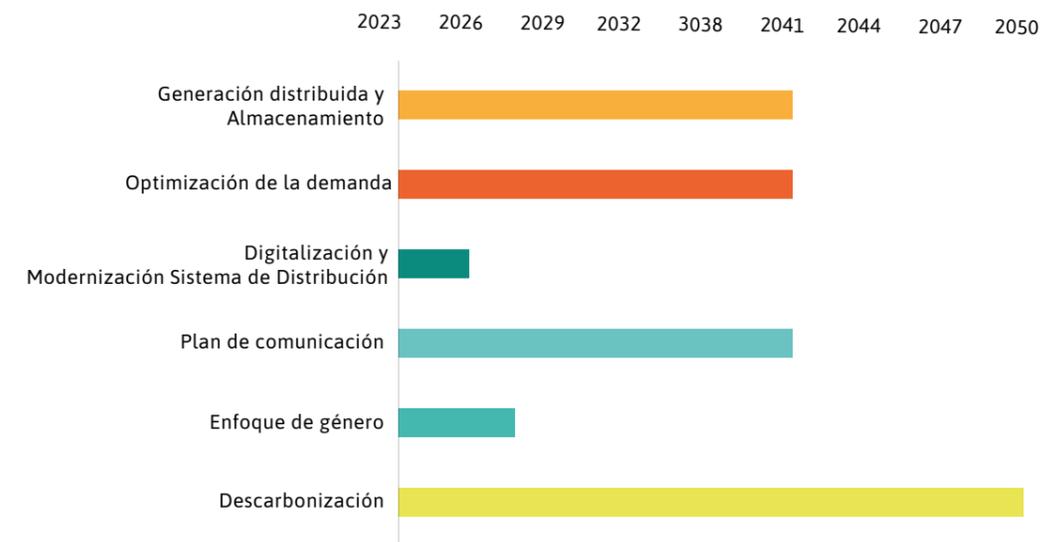
La meta del plan de transición energética es alcanzar la Transición Energética en las Islas Galápagos, tomando como pilar de esa transición la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica de tal manera que a 2030, el 85% de la energía eléctrica consumida provenga de fuentes de energía renovables y, en el largo plazo el 100%.

La transformación del sector transporte tendrá como base la transición de la matriz de energía eléctrica basada en fuentes de generación renovable, de tal manera que la construcción de un plan integral de

transporte público esté sustentada en flotas de buses eléctricos, sustitución hacia vehículos eléctricos y herramientas tecnológicas que minimicen los recorridos y en primera instancia el consumo de diésel.

Finalmente, es fundamental la construcción de un plan integral de transporte marítimo que en una primera etapa genere los incentivos que permitan optimizar el uso de diésel en las distintas actividades y, en una segunda etapa, en la medida que la tecnología lo permita, sustituir las embarcaciones utilizando nuevos vectores energéticos.

Figura 16 Hoja de Ruta Plan de Transición Energética



Fuente: Elaboración propia.



## 9. Bonos de carbono y Capital natural

La implementación de las acciones incorporadas en el Plan de Evolución Energética de las Islas Galápagos genera la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que de manera agregada

suma 122.915,55 TonCO<sub>2</sub> entre 2025 y 2030. En la Tabla 10 se presenta el aporte de cada componente del plan en la reducción las emisiones de CO<sub>2</sub> del archipiélago.

Tabla 10 Emisiones Evitadas de CO<sub>2</sub>

Emisiones Evitadas	Toneladas CO2 a 2030
Generación	96.936,00
Eficiencia Energética	7.280,07
Clean Cooking	4.670,40
Oportunidades en Movilidad: Bicicletas electricas	32,85
Automatización y Digitalización	13.996,23
<b>Total</b>	<b>122.915,55</b>

Fuente: Elaboración propia.

La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero abre la oportunidad para obtener certificados de reducción de emisiones en estándares tipo Gold Standard por su impacto en áreas de importancia ambiental estratégica. Los recursos obtenidos

pueden orientarse a la financiación de programas de adaptación basada en ecosistemas, adaptación basada en comunidades y soluciones basadas en la naturaleza dentro de las islas del archipiélago.

# 10. Implementación del plan

## 10.1 Financiación del plan

A lo largo del documento se ha presentado en cada una de las secciones el valor estimado de las inversiones para implementar el Plan de Evolución Energética de las Galápagos. El valor total de las

inversiones asciende a USD \$ 146.667.372 en dólares de diciembre de 2022, cuyo detalle se muestra en la Tabla 11 a continuación.

Tabla 11 Programa de Inversiones Plan de Transición Energética

Emisiones Evitadas	2025	2030
Generación y Almacenamiento	24.311.355	56.987.360
Generación distribuida	7.917.409	
Eficiencia Energética y Gestión de la Demanda	15.360.835	4.615.000
Infraestructura Eléctrica	33.254.388	
Automatización y Digitalización	3.557.387	
Participación y Consulta ciudadana & Enfoque de Género	216.000	
Fortalecimiento Institucional	700.000	
<b>Total</b>	<b>85.065.012</b>	<b>61.602.360</b>

Fuente: Elaboración propia

### 10.1.1 Oportunidades de financiación del Plan Evolución Energética

Dentro del marco general de asistencia técnica entre el Ministerio de Energía y Minas con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se ha planeado incorporar dentro de las convocatorias del Ministerio de Energía y Minas de Ecuador (OPS) las necesidades de generación y almacenamiento para las Galápagos, correspondiente a las Islas de Santa Cruz-Baltra y San Cristóbal.

De la misma manera se espera la vinculación, a través de una mesa, de donantes bilaterales y multilaterales, que a través de sus ventanillas de asistencia técnica no reembolsable y financiamiento climático apoyen los proyectos de Floreana e Isabela 100% renovables.

## 10.2 Recomendaciones de política pública para la implementación del Plan

En esta sección se presentan las recomendaciones complementarias para la implementación del Plan de Transición Energética de las Islas Galápagos,

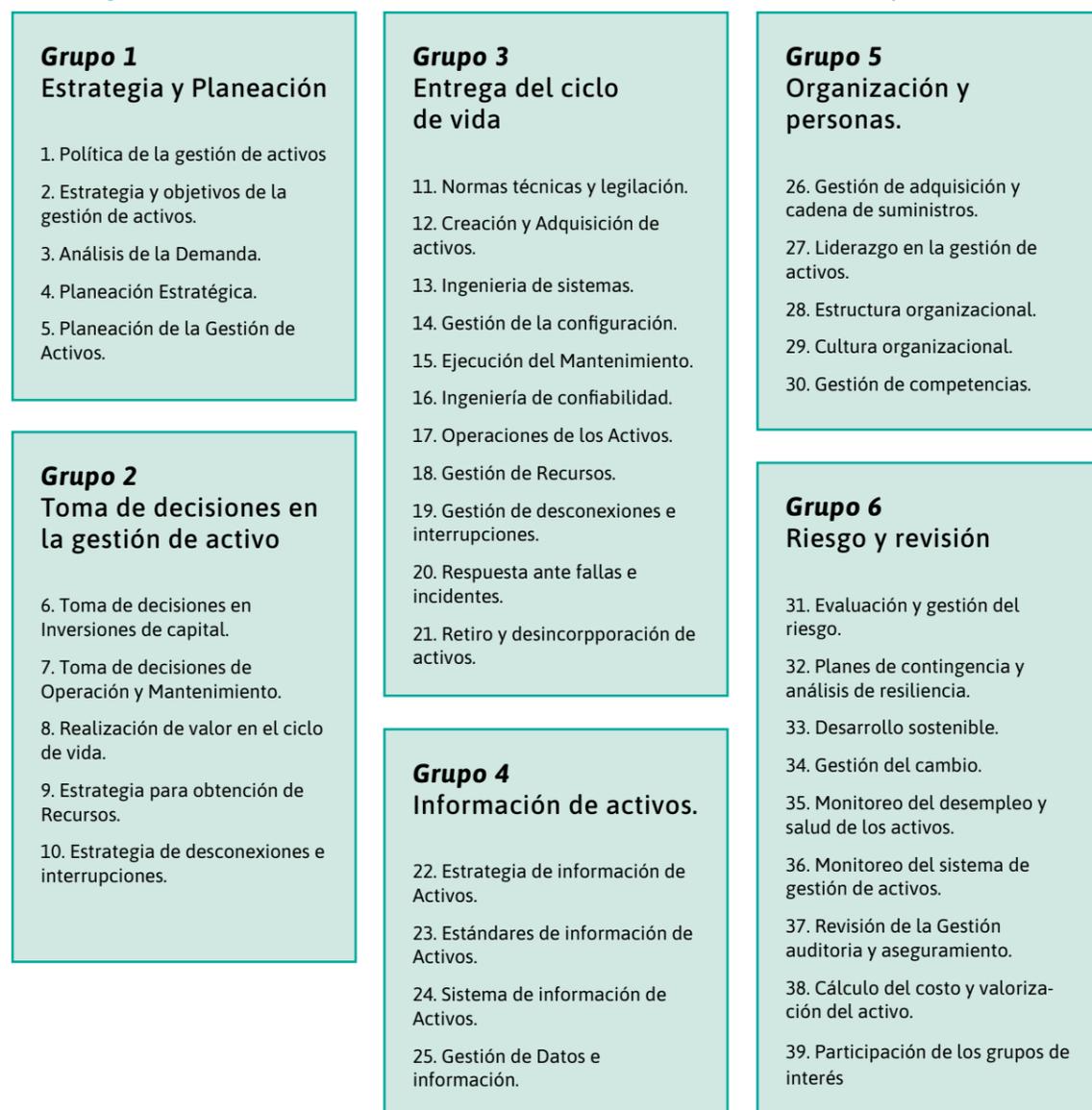
que buscan asegurar la sostenibilidad del plan en el largo plazo.

### 10.2.1 Construcción de un modelo operativo y económico sostenible en el largo plazo

La implementación del Plan de Evolución Energética debe ser sostenible en el largo plazo. Para tal fin se recomienda que se implementen las mejores prácticas internacionales en la gestión de activos, usando como guía lo definido por el Instituto de Gestión de Activos (IAM por su nombre en inglés).<sup>49</sup>

En general, el modelo conceptual del IAM para la gestión de activo comprende un conjunto de seis grupos que cubren un total de 39 temas para la gestión de activos. En la Figura 17, se presenta la alineación de los 39 temas del panorama en la gestión de activos con los seis grupos o temas.

Figura 17 Alineación de los 39 Temas del Panorama en la Gestión de Activos con los seis Grupos de Temas<sup>50</sup>



Fuente: The Institute of Asset Management. Gestión de Activos: Una Anatomía. 2021

49 The Institute of Asset Management

50 Cita de: The Institute of Asset Management. Gestión de Activos: Una Anatomía. 2021. VER ANEXO: Hoja de Ruta Modernización, Códigos de red.

La implementación de esta metodología dependerá de una visión de política que trace el Ministerio de Energía y Minas para ELEGALAPAGOS en el marco del fortalecimiento de la entidad que haga

posible la implementación del plan de transición energética. Para la implementación de este se presupuesta un acompañamiento técnico con un valor de USD \$300.000.

### Un marco regulatorio especial para las Islas Galápagos

Con el fin de llevar a cabo la planificación operativa, el despacho y la operación del sistema eléctrico en las Galápagos, es fundamental que ELEGALAPAGOS cumpla con las reformas y la codificación de la Regulación Nro. ARCERNNR 004/20 correspondiente a la Resolución Nro. ARCERNNR-001/2023.

contexto se avanzará en la identificación de los subsidios existentes y se trabajará en acciones hacia su mejor focalización.

También es esencial colaborar con todas las instituciones sectoriales del país, lideradas por el Ministerio de Energía y Minas, para avanzar en propuestas regulatorias complementarias para las islas que aborden los desafíos y oportunidades planteados por este plan para el territorio.

Se deben establecer mecanismos de promoción e incentivos en materia energética que permitan la generación de conductas que tiendan hacia la transición energética, así mismo, se establece la implementación de tarifas diferenciadas preferenciales y condiciones de financiamiento preferentes para los proyectos de eficiencia energética en el sector comercial y residencial del archipiélago<sup>51</sup>.

Los principales aspectos que el nuevo régimen regulatorio deberá abordar son: el código de red para ELEGALAPAGOS, incentivos para la participación de la demanda, la promoción de sistemas de micro generación y tecnologías que aseguren la implementación del Plan de Transición Energética en el largo plazo.

Además, para cumplir con las disposiciones establecidas en la LOSPEE y su Reglamento General, es necesario cumplir con las disposiciones regulatorias sobre el funcionamiento comercial y la gestión de las transacciones comerciales en el sector eléctrico, de acuerdo con la Regulación Nro. ARCERNNR 001/23 o la que la sustituya en lo posterior. En este

Para la implementación de este plan se incorpora un acompañamiento técnico cuyo presupuesto se estima en USD\$100.000.

### Código de Red

Es importante complementar el desarrollo del código de red en las Galápagos con base en la regulación existente, la propuesta de nueva regulación y análisis particular requerida para este fin<sup>52</sup>.

Una ventaja, especialmente para la energía solar fotovoltaica, es que la energía renovable se puede implementar a niveles de voltaje más bajos para el consumo directo, con una alta correlación de demanda. La energía renovable también es económica a largo plazo y produce electricidad asequible. Sobre esta tecnología es necesario tener un cuidado especial con los aspectos ambientales y sociales en las islas. Alternativamente, se puede almacenar en el sitio utilizando soluciones de almacenamiento de energía que podrían cubrir las cargas máximas o según lo requiera el operador del sistema.

Asimismo, se debe contemplar los códigos de conexión a la red para sistemas de energía con altas proporciones de energía renovable variable (VER): solar fotovoltaica (PV) y eólica, como se espera dé en las islas Galápagos. Por parte del ARCERNNR se deben establecer los códigos de conexión a la red que cumplan los requisitos técnicos para conectar los DER (Recursos de Energía Distribuida) y tecnologías habilitadoras como almacenamiento, vehículos eléctricos (VE) o de demanda flexible.

La naturaleza de los VER presenta desafíos para la operación del sistema. Los VER son variables,

51 Artículo 64. Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE).

52 VER ANEXO: Modernización hoja de Ruta, Códigos de red.

inciertas, tienen ubicación restringida y están basados en inversores, reemplazando las tecnologías convencionales de generación síncrona lo cual cambia el comportamiento dinámico del sistema de potencia ante eventos.

Además, tres tendencias que se observan en los sistemas eléctricos son: la descentralización, la digitalización y el acceso universal a los usuarios finales, que están impulsando el crecimiento del sistema eléctrico en una dirección nueva y diferente. Todo esto tiene un costo para el sistema. Por lo que, el operador del sistema debe asegurarse de que el sistema sea tanto flexible (capaz de adaptarse a los frecuentes desequilibrios entre la oferta y la demanda) como estable (capaz de recuperarse ante cualquier contingencia).

Con la evolución del sistema eléctrico en la operación, estructura y organización, existe la necesidad de un mejor seguimiento, un control coordinado de los diferentes activos, asignando sus roles y contribución al sistema en diferentes momentos del día. La coordinación entre diferentes actores y diferentes

activos solo es posible si existen normas o principios creíbles que rijan su conducta, como son los códigos de red.

La armonización y la interoperabilidad pueden ser difíciles de lograr debido a las diferencias en los rangos aceptables de parámetros dentro de cada sistema individual, pero los estándares del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), especialmente el IEEE 1547-2018 y IEEE 2030.5 pueden orientar sobre el rango de parámetros permitidos.

En el caso de las islas Galápagos, con su objetivo de alcanzar cerca del 100 % de las energías renovables a largo plazo (2050) se vuelve primordial el desarrollo de un código de red para brindar acceso a los avances técnicos y sus ventajas que representa. Un código de red alineado también podría permitir que las islas accedan a los beneficios de la importante ventaja de costos de VER. Si se implementa con éxito, puede ser un recurso valioso para el desarrollo futuro de códigos de red insulares armonizados internacionalmente en áreas como las Islas del Pacífico y el Caribe.

## Otras recomendaciones de política

- Para llevar a cabo la implementación del Plan de Transición Energética en Galápagos, se propone el establecimiento e implementación de políticas públicas que permitan promover la inversión privada y pública en el archipiélago en apoyo de la cooperación internacional y nacional. La implementación de estas políticas podrá generar en las Galápagos el desarrollo de nuevas industrias y la expansión de las ya existentes, así como el fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico con énfasis en la generación de empleo, en pro del consumo racional y eficiente de la energía.
- En ese sentido, es responsabilidad del Estado ecuatoriano incentivar la inversión privada y pública por medio de acciones concretas como el establecimiento de incentivos fiscales, la promoción de inversión en energías renovables que permitan contribuir a la sostenibilidad ambiental, y el establecimiento de alianzas público privadas para la transición energética del archipiélago.
- Promover incentivos que fomenten la electrificación del uso final de energía, que hoy en día se realiza a partir de combustibles fósiles (transporte, procesos de calor, cocción). En el transporte eléctrico, particular y público se promoverá el establecimiento de tarifas diferenciadas preferenciales como incentivos que fomenten el uso de la movilidad eléctrica en Ecuador, en ese sentido, el CNEE es el encargado de apoyar al gobierno de Galápagos en el cumplimiento de dicha meta, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE)<sup>53</sup>.
- El hidrógeno verde desempeña un papel importante en la transición energética hacia la incorporación de fuentes de energía más limpias y sostenibles. Teniendo en cuenta lo anterior se propone a mediano plazo la implementación de programas con base en hidrógeno verde en la producción de energía eléctrica, el transporte terrestre y marítimo y usos intensivos de la energía.
- Al ser producido a partir de energías renovables, no emite gases de efecto invernadero ni otros

contaminantes durante su proceso de producción y uso, razón por la cual es una alternativa más sostenible para mitigar el uso de combustibles fósiles en las islas.

- Así mismo, se debe tener en cuenta que el hidrógeno verde incentiva la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías, por lo cual su implementación en el archipiélago promueve la creación de nuevos empleos y oportunidades de inversión en el sector de energías renovables, fomentando significativamente la transición hacia una economía más limpia y sostenible en el largo plazo.
- La biomasa es una fuente de energía renovable considerada como una alternativa a los combustibles fósiles en diferentes aplicaciones como la producción de electricidad, calefacción y procesos industriales. En ese sentido, para la transición energética en las Galápagos se propone como recomendación de política pública

a mediano plazo, incentivar la biomasa como fuente de energía para abordar los desafíos energéticos en los diferentes sectores, incluyendo la industria, la agricultura y el transporte.

- En el contexto de las Galápagos, la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles ha sido una experiencia positiva en términos de sostenibilidad ambiental y reducción de la huella de carbono, gracias a la planta de generación con biodiesel en Floreana, la cual utiliza aceite de piñón como materia prima. En ese sentido, fortalecer dicha medida a mediano plazo permite mejorar la eficiencia y la calidad de los biocombustibles, así como garantizar su disponibilidad en el largo plazo.
- Para la Isla de Floreana 100% renovable, se deberá implementar un proyecto de cocción eléctrica eficiente Clean Cooking, sustitución de refrigeración y optimización de sistemas de bombeo.

## 10.2.2 Fortalecimiento institucional de la empresa eléctrica de las Islas Galápagos

ELECGALAPAGOS juega un papel fundamental en la implementación del Plan de Evolución Energética del Archipiélago. Los retos alrededor del desarrollo de las tareas en eficiencia energética, fortalecimiento de la infraestructura eléctrica y digitalización y automatización de la operación de los cuatro sistemas exige nuevas capacidades y conocimiento, así como una estructura corporativa robusta e integrada que asegure la implementación del plan presentado en este documento.

Adicionalmente, como líder institucional local de la prestación del servicio eléctrico requiere la organización de una plataforma de comunicaciones, usando medios como los virtuales y otros socioculturalmente apropiados en las islas, que eduque e informe las etapas de implementación del Plan de Transición Energética.

Se recomienda que el Ministerio de Energía y Minas, CENACE y ELECGALAPAGOS trabajen en colaboración para crear una propuesta de reestructuración de la compañía. Dicha propuesta deberá basarse en un análisis completo y actualizado que contemple las necesidades técnicas, institucionales, económicas y financieras asociadas con la transición energética en la región, incluyendo el uso de energías limpias, el almacenamiento, la digitalización, así como una mayor participación ciudadana con perspectiva de género.

Para la ejecución de esta actividad se presupuesta dentro del Plan de Transición Energética recursos por USD \$ 300.000 para apoyar el acompañamiento técnico del proceso de fortalecimiento institucional.

<sup>53</sup> Capítulo VI, Artículo 22 Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE). 2019.

### 10.2.3 Capacitación

Uno de los principales obstáculos que estas iniciativas emprenden es la capacidad de absorción de las personas y entidades directamente relacionados, así como de los usuarios de estos sistemas. Para este fin se propone el desarrollo de una agenda de conocimiento, información y actualización de todos los actores involucrados en la gestión de la energía en las islas.

Para esta se deberá diseñar cursos de capacitación, presenciales y virtuales para el personal del Ministerio de energía y Minas, ELECGALAPAGOS, las autoridades sectoriales nacionales en áreas

relacionadas con la transición energética, sobre cada uno de los componentes contenidos en este plan.

Para el público general se diseñarán e implementarán seminarios abiertos, donde todas aquellas personas interesadas en este plan y la ejecución y evolución de cada uno de sus componentes podrá asistir. Se dará énfasis especial a la participación de la mujer en el territorio.

Para la implementación de este proyecto se estiman recursos por USD\$100.000.

### 10.2.4 Principales Acciones y responsables Institucionales

Con el objeto de asegurar la coordinación institucional de las entidades del gobierno de Ecuador para la implementación del Plan de Evolución Energética de las Islas Galápagos se recomienda la conformación de un comité con capacidad de decisión, coordinación y seguimiento, liderado por el Ministerio de Energía y Minas y conformado por las siguientes entidades del gobierno ecuatoriano:

1. El ministro/a o viceministro/a de Energía o su delegado/a.
2. El ministro/a del Consejo de Gobierno del Régimen Especial de las Galápagos (CGREG) o su delegado/a.
3. El director/a ejecutivo de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNR) o su delegado/a.

4. El director/a ejecutivo del Operador Nacional de Electricidad (CENACE) o su delegado/a.
5. El Gerente General de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC-EP) o su delegado/a,
6. El Gerente General de la Empresa Eléctrica de las Galápagos o su delegado/a.

El comité realizará un seguimiento a la Tabla 12 donde quedan consignadas las actividades, responsables y presupuesto de referencia que se ha visualizado para la implementación del plan de transición energética, sin perjuicio de que, durante el desarrollo de implementación, el Comité modifique o agregue actividades de acuerdo con las realidades en el avance de los proyectos presentados en este plan.

Tabla 12 Panel de Control de Implementación del Plan de Transición Energética

Línea de Acción	Entidades Responsables	Presupuesto	Tiempo Ejecución	Fecha Estimada Inicio
Portafolio de proyectos	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	81.298.715	10 años	2023
Proyecto Conolophus	Ministerio de Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	60.000.000	3 años	2023
Proyecto: Isla Floreana 100 % Renovable	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	4.000.000	3 años	2023
Generación Distribuida	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	2.000.000	10 años	2023
Generación distribuida en el sector público	ElecGalapagos	1.929.434	2 años	2023
Construcción línea base sectorial de consumos energéticos	Instituto de Investigación Geológico y Energético - IIGE	200.000	2 años	2023
Sustitución de Aires Acondionads	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	7.120.000	2 años	2023
Sustitución de Refrigeradores	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	4.185.668	5 años	2025
Implementación de Cocción Eléctrica Eficiente	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	4.615.000	5 años	2025
Agua Caliente Sanitaria	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	915.600	5 años	2025
Sustitución en Alumbrado Público	ElecGalapagos	1.475.000	1 año	2023
Movilidad con Bicicletas Eléctricas	Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos	533,767	3 años	2023
Guía de Construcción Sostenible	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	150,000	2 años	2023
Estándar de Sostenibilidad en el Sector Turístico	Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos	300,000	2 años	2023

<b>Tarifa Horaria</b>	Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables	100,000	2 años	2023
<b>Demanda Desconectable</b>	ElecGalapagos	50,000	2 años	2023
<b>Establecimiento de MEPS para Galápagos con base en la actualización del etiquetado de eficiencia energética en el país.</b>	Ministerio de Energía y Minas	50,000	2 años	2023
<b>Arenera Regulatoria</b>	Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables	300,000	7 años	2023
<b>Infraestructura Eléctrica Santa Cruz - Baltra</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	9,000,000	5 años	2023
<b>Infraestructura Eléctrica San Cristóbal</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	4,000,000	5 años	2023
<b>Infraestructura Eléctrica Isabela</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	1,500,000	2 años	2023
<b>Infraestructura Eléctrica Floreana</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	1,200,000	2 años	2023
<b>Medición Avanzada (AMI)</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	8,000,000	4 años	2024
<b>Sistema de Comunicaciones para Operación</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	452,387	2 años	2023
<b>Plataforma Computacional en Nube (Cloud)</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	3,800,000	3 años	2025
<b>Sistema de comunicaciones de Ciudad Inteligente (Piloto en Isabela)</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	1,500,000	1 año	2025
<b>Sistemas de comunicaciones de Ciudad Inteligente (Otras Islas)</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	4,000,000	2 años	2026
<b>Automatización de la Operación</b>	Ministerio de Energía y Minas y ElecGalapagos	3,105,000	2 años	2023

<b>Participación y consulta del plan con la ciudadanía</b>	ElecGalápagos	86.000	5 años	2023
<b>Capacitación Entidades y Comunidades</b>	Ministerio de Energía y Minas	100,000	2 años	2023
<b>Enfoque de Género</b>	Organizaciones de mujeres MAGMA, Tejido Violeta y OMCA	30.000	5 años	2023
<b>Construcción de un modelo operativo y económico sostenible en el largo plazo</b>	Ministerio de Energía y Minas, ElecGalapagos, y CENACE	300,000	3 años	2023
<b>Un marco regulatorio especial para las Islas Galápagos</b>	Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables	100,000	2 años	2023
<b>Fortalecimiento institucional de la Empresa Eléctrica de Galápagos</b>	Ministerio de Energía y Minas, ElecGalapagos, y CENACE	300,000	3 años	2023

Fuente: Elaboración propia.

## 11. Bibliografía

Agenda Nacional de las Mujeres y Personas LGBTI (2021-2025), ANIG-2021, En: <https://ecuador.unfpa.org/es/publications/agenda-nacional-para-la-igualdad-de-g%C3%A9nero#:~:text=La%20Agenda%20Nacional%20para%20la,con%20la%20materialidad%20de%20los>

AEMO, Technical Integration of Distributed Energy Resources, “Improving DER capabilities to benefit consumers and the power system”, April 2019

ARCERNR, «Pliego Tarifario del Servicio Público de Energía Eléctrica,» 2021. [En línea]. Available: [https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/Anexo\\_1\\_pliego\\_tarifario\\_spee\\_2021.pdf](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/Anexo_1_pliego_tarifario_spee_2021.pdf).

Concejo de Gobierno del Régimen especial de Galápagos, MIES, USFQ. (2020). Informe técnico de la situación cuali-cuantitativa para la prevención de las violencias y fortalecimiento de los sistemas especializados de protección integral de derechos de Galápagos. Proyecto “Prevención de las violencias y fortalecimiento de los sistemas especializados de protección integral de derechos”, en el marco de Convenio de Cooperación entre Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos y el Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías de la Universidad San Francisco de Quito.

Convención Interamericana para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia Contra la Mujer.

Hawaiian Electric, Customer Energy Resources for Hawai'i, A Customer-First CER Strategy for a 100% Clean Energy Future, May 2021.

Horowitz, Kelsey, et al. 2019. An Overview of Distributed Energy Resource (DER) Interconnection: Current Practices and Emerging Solutions. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-6A20-72102. <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/72102.pdf>.

IEEE, Guide for Distributed Energy Resources Management Systems (DERMS) Functional Specification, IEEE Std 2030.11™-2021

IRENA (2019), Innovation landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2022), Grid codes for renewable powered systems, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. IRENA – International Renewable Energy Agency.

James Hansell, Navigant Consulting, California Energy Commission - Distributed Energy Resources Integration Research Roadmap, FINAL PROJECT REPORT (DRAFT), May 2020

JD Taft, JP Ogle, Grid Architecture Guidance Specification for FAST-DERMS V1.0, Pacific Northwest National Laboratory, April 2021

MRC & ITC, «Plan de inversión para la Eficiencia Energética, Difusión del conocimiento y Fortalecimiento institucional para las Islas de Galápagos,» 2021

MERNNR & IIGE, «Estudio de mercado para la implementación de proyecto de recambio de aires acondicionados en la provincia de Galápagos,» 2021.

MEER, «Consultoría para estudio de demanda en el sector residencial y usos finales de la energía,» 2017.

MERNNR, «Programa de Cocción Eficiente,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2021/04/gpr-PEC-4.pdf>.

Ministerio de Energía y Minas, «Balance Energético Nacional,» 2021. [En línea]. Available: [https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Cap\\_1\\_opt.pdf](https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Cap_1_opt.pdf)

Muñoz, Katerine y Pangol, Alberto (2021). Igualdad y no discriminación de la mujer en el ámbito laboral ecuatoriano. *Universidad y Sociedad*, 13(3), 222-232.

Onumujeres (2020), Estudio situación del derecho a una vida libre de violencias contra las mujeres en el Archipiélago de Galápagos, específicamente las islas de santa cruz e isabela, lineamientos de acción a la política pública, Plural Consultora, febrero

Plan de Transición Energética: Generación y Descarbonización.

Plan de Expansión Optimizado de Generación de Energía Eléctrica Renovable para Galápagos, BID, 15 de Septiembre de 2021.

Plan de Transición Energética: Modernización de la Infraestructura Eléctrica-Hoja de Ruta-Código de Red.

<https://www.qualitylogic.com/>.

Ryan L. Kelly, Reducing Fuel Consumption at a Remote Military Base, *IEEE Electrification Magazine*, Dec. 2013

Smart Electric Power Alliance, DERMS Requirements Distributed Energy Resource Management System, Version 2.0, Feb. 2019.





@RecNaturalesEC



@recyenergiaec



@RecNaturalesEC

## Ministerio de Energía y Minas



República  
del Ecuador