

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
EN EL ECUADOR Y PROPUESTAS DE NUEVAS MEDIDAS E
INDICADORES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO**

JOSUE ANTHONY ALVAREZ BURBANO

DIRECTOR: DRA. ING. XIMENA PATRICIA GAVELA GUAMÁN

Quito, septiembre 2022

AVAL

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Josue Anthony Alvarez Burbano, bajo mi supervisión.

Dra. Ing. Ximena Patricia Gavela Guamán
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Josue Anthony Alvarez Burbano, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

JOSUE ANTHONY ALVAREZ BURBANO

DEDICATORIA

A todas las personas que me tuvieron paciencia principalmente a mis padres y a mi abuelito que a pesar de no estar en este mundo terrenal nunca deja de enseñarme algo nuevo.

AGRADECIMIENTO

A mis papás y abuelos sobre todo a mi abuelito que siempre estuvieron para apoyarme incondicionalmente en cada aspecto de mi vida.

A mi tutora Dra. Ximena Gavela por su guía y paciencia durante todo este proceso de trabajo de titulación.

Y a todas las personas que de una u otra forma estuvieron durante toda mi vida universitaria: profesores, amigos, compañeros y familia. No queda más que decir GRACIAS.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.2 ALCANCE	2
1.3 MARCO TEÓRICO	4
1.3.1 RESEÑA HISTÓRICA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO	4
1.3.2 SITUACION ACTUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO	5
1.3.2.1 Capacidad Instalada.....	5
1.3.2.2 Generación.....	5
1.3.2.3 Consumo Energético	6
1.3.3 PLANES Y MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA IMPLEMENTADOS EN EL ECUADOR	7
1.3.3.1 Proyecto de “Sustitución Masiva de Focos Incandescentes por Ahorradores” (2008-2014)	7
1.3.3.2 “Proyecto piloto de cocinas de inducción” (2009).....	7
1.3.3.3 Programa de “Alumbrado público eficiente” (2012-2014).....	7
1.3.3.4 Programa para la renovación de equipos de consumo energético ineficiente: “Proyecto N° 1 Sustitución de Refrigeradoras” (2012-2016)	8
1.3.3.5 “Programa de eficiencia energética para cocción por inducción y calentamiento de agua con electricidad (PEC)” (2014-actualidad)	8
1.3.3.6 “Programa de Normalización y Etiquetado de Equipos que Consumen Energía” (2008-Actualidad)	8
1.3.3.7 Proyecto “Eficiencia Energética en la Industria” (2012-2015).....	9
1.3.3.8 Proyecto de “Aseguramiento de la Eficiencia Energética en los Sectores Público y Residencial del Ecuador” SECURE (2015-2017)	10
1.3.3.9 “Plan de Reducción de Pérdidas de Energía” (2008-Actualidad)	10

1.3.3.10	“Plan de Renovación del parque automotor (RENOVA)” (2008-2014)	10
1.3.3.11	Proyectos y Estudios por parte del INER	11
1.3.3.12	Iniciativas privadas	12
1.3.4	MARCO NORMATIVO PARA EL DESARROLLO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ECUADOR	13
1.3.4.1	Constitución de la República (2008)	13
1.3.4.2	Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (2015)	13
1.3.4.3	Ley Orgánica de Eficiencia Energética (2019)	14
1.3.4.4	“Plan Nacional de Eficiencia Energética” (2016-2035)	14
1.3.4.5	Reglamento general de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (2021)	15
1.3.4.6	Regulaciones vigentes de eficiencia energética	15
1.3.4.7	Tratados Internacionales	17
1.3.5	POLÍTICAS, PROGRAMAS Y MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE	17
1.3.6	POSICIONAMIENTO DEL ECUADOR A NIVEL REGIONAL	29
1.3.7	BARRERAS Y OBSTÁCULOS PARA EL DESARROLLO DE LA EE EN EL ECUADOR	32
1.3.7.1	Acciones a futuro para superar las barreras	33
2.	METODOLOGÍA	35
2.1	ETAPAS METODOLÓGICAS	37
2.2	ETAPA 1: ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE MEDIDAS DE EE QUE SERÁN EVALUADAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN	39
2.3	ETAPA 2: ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO	41
2.3.1	DEFINICIÓN DEL CASO MODELO	43
2.3.2	ESTIMACIÓN DE COSTOS TOTALES UNITARIOS	43
2.3.3	CÁLCULO DE AHORROS POTENCIALES UNITARIOS	44
2.3.4	FLUJO DE CAJA	44
2.3.5	CÁLCULO DE ÍNDICES DE RENTABILIDAD Y LIQUIDEZ	44
2.3.6	PROPUESTA DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO PARA EL MONITOREO DEL PROYECTO	45
2.3.7	COSTE TOTAL DE LA INVERSIÓN	46
2.3.8	ENERGÍA TOTAL AHORRADA	46
2.3.9	AHORROS MEDIOAMBIENTALES	46
2.4	ETAPA 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD NORMATIVA	46
3.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA	48
3.1	APLICACIÓN DE LA ETAPA 1: ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE MEDIDAS DE EE QUE SERÁN EVALUADAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN	48

3.1.1	APLICACIÓN DEL PRIMER FILTRO: PRIORIZACIÓN DE SECTORES	50
3.1.1.1	Criterio por Consumo.....	50
3.1.1.1	Criterio por Potencial de Oportunidades	58
3.1.2	APLICACIÓN DEL SEGUNDO FILTRO: MEDIDAS CON MAYOR POTENCIAL	61
3.1.2.1	Difusión de buenas prácticas de Eficiencia Energética	62
3.1.2.2	Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001	63
3.1.2.3	Implementación de Auditorías Energéticas.....	64
3.1.2.4	Etiquetado de EE en edificaciones	66
3.1.2.5	Fomentar la creación de empresas de servicios energéticos.....	67
3.1.2.6	Sistemas de calentamiento de agua con energía solar	68
3.1.2.7	Renovación de motores y calderas.....	70
3.1.2.8	Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos	71
3.1.2.9	Instalación de sistemas de medición avanzada (Inteligentes).....	72
3.1.2.10	Impulsar la participación de generación distribuida en el sector residencial	73
3.1.3	MEDIDAS SELECCIONADAS	76
3.2	APLICACIÓN DE LA ETAPA 2: ANÁLISIS ENÉRGETICO Y ECONÓMICO.....	77
3.2.1	IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE ENERGÍA: NORMA ISO 50001	77
3.2.2	IMPLEMENTACIÓN DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS.....	80
3.2.3	SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR.....	84
3.2.4	INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN AVANZADA.	88
3.2.5	IMPULSAR LA PARTICIPACIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA	92
3.3	APLICACIÓN DE LA ETAPA 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD NORMATIVA....	96
3.3.1	MEDIDAS FACTIBLES CON EL ESCENARIO NORMATIVO ACTUAL.....	96
3.3.2	MEDIDAS FACTIBLES CON CAMBIOS NORMATIVOS O REGULATORIOS.	98
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	103
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
5.1	CONCLUSIONES.....	106
5.2	RECOMENDACIONES.....	108
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
	ANEXOS.....	113

RESUMEN

En este trabajo de titulación se presenta un diagnóstico de la situación actual de la Eficiencia Energética (EE) en el Ecuador y una metodología para evaluar posibles medidas e indicadores de desempeño energético para mejorar la eficiencia dentro del ámbito eléctrico.

Para el análisis de la situación actual de la Eficiencia Energética en el Ecuador se examinan los programas, medidas, políticas y normativas que se han implementado en el sector eléctrico, asimismo se analiza el posicionamiento del país a nivel regional para lo cual se presenta un análisis de los avances logrados en programas e iniciativas que se han impulsado para la eficiencia energética en América Latina y el Caribe, identificando las principales barreras que los países han tenido que enfrentar en el proceso, para lo cual se propone una lista de acciones futuras como soluciones concretas a largo plazo.

Se presenta una metodología para valorar las posibles medidas a implementar considerando las acciones futuras enlistadas anteriormente, con lineamientos y criterios para su implementación en base a un estudio de factibilidad normativo, técnico y económico. La metodología propuesta consta de tres etapas: la primera etapa es un análisis para preseleccionar medidas de EE candidatas a ser evaluadas, en la segunda, se evalúan las medidas bajo un conjunto de criterios previamente definidos, dentro de esta etapa se identifican un conjunto de indicadores de desempeño energético para el monitoreo de las medidas, y finalmente, la tercera etapa contempla un análisis de factibilidad normativo.

En base a los resultados obtenidos se enlistan un conjunto de posibles medidas de eficiencia energética factibles de ser implementadas en el país.

PALABRAS CLAVE: Diagnóstico, eficiencia energética, políticas energéticas, factibilidad de medidas, metodología para evaluación.

ABSTRACT

In this degree work, a diagnosis of the current situation of Energy Efficiency in Ecuador and a methodology to evaluate possible measures and indicators of energy performance to improve efficiency within the electrical field are presented.

For the analysis of the current situation of Energy Efficiency in Ecuador, the programs, measures, policies and regulations that have been implemented in the electricity sector are examined, as well as the positioning of the country at the regional level, for which an analysis about the progress made in programs and initiatives that have been promoted for energy efficiency in Latin America and the Caribbean is presented, identifying the main barriers that the countries have had to face in the process, for which a list of future actions is proposed as solutions concrete in the long term.

A methodology is presented to assess the possible measures to be implemented considering the future actions listed above, with guidelines and criteria for their implementation based on a normative, technical and economic feasibility study. The proposed methodology consists of three stages: the first stage is an analysis to preselect EE measures that are candidates to be evaluated, in the second, the measures are evaluated under a set of previously defined criteria, within this stage are identified a set of indicators of energy performance for the monitoring of the measures and finally the third stage contemplates a normative feasibility analysis.

Based on the results obtained, a set of possible energy efficiency measures that can be implemented in the country are listed.

KEYWORDS: Diagnosis, energy efficiency, energy policies, feasibility of measures, methodology for evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética tiene como objetivo lograr un menor consumo de energía, sin un cambio en la calidad de vida de los usuarios. Su implementación ha tomado relevancia en los últimos años dado que la demanda se encuentra en constante crecimiento y se debe asegurar su abastecimiento, además, la responsabilidad con el cambio climático hace que exista una mayor preocupación desde el sector eléctrico, en dejar la dependencia de combustibles fósiles y un cambio urgente de modelo que contemple todos los principios a los que se apegan la eficiencia energética.

El Ecuador no ha sido ajeno a esta realidad, y en los últimos años, a través de distintas iniciativas e Instituciones se han implementado una serie de programas orientados a la reducción o ahorro en el consumo de energía eléctrica. Entre estos programas se destacan, por ejemplo, el cambio de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas para el sector residencial, planes de reemplazo de aparatos de refrigeración ineficientes, alumbrado público eficiente, etiquetado de aparatos de consumo eléctrico, entre otros. Dentro del ámbito de la oferta de generación, se ha realizado un importante esfuerzo por lograr un cambio en la matriz energética, lo que ha permitido que hoy en día el parque generador en el Ecuador sea mayoritariamente renovable.

Por otra parte, en el ámbito de la institucionalidad de la eficiencia energética o su formalización en el país, se tiene que en el año 2015 a través de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) [1] se creó la figura del 'Plan nacional de eficiencia energética' PLANEE [2] y en el año 2019 se aprobó la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE) [3], misma que establece principios y directrices generales para promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía. Estos instrumentos legales establecen de forma general que los proyectos de eficiencia energética contarán con incentivos, sin embargo, para el planteamiento y priorización de programas, medidas, metas y objetivos de las iniciativas que se proponga, es fundamental contar con una línea base de la situación energética del país; es importante disponer de indicadores energéticos, conocer hacia qué sectores y usuarios se deberían enfocar las medidas o metas, ya que, si bien existen un sin número de propuestas o medidas de eficiencia que podrían implementarse, no todas arrojarían los mismos beneficios, por lo tanto se necesitan de análisis previos que permitan su priorización.

Dentro de este contexto, se visualiza la necesidad de un estudio acerca de la situación de la eficiencia energética a nivel macro, que luego aterrice a situaciones concretas. Para el efecto, el presente trabajo de titulación presenta una revisión de la evolución y análisis de

la eficiencia energética en el Ecuador, planes y medidas implementadas, marco normativo, su posicionamiento a nivel regional y las barreras a superar en este ámbito. Toda esta información constituye el punto de partida para el desarrollo de una metodología para evaluar posibles medidas a implementar en base a un estudio de factibilidad normativo, técnico y económico, considerando su potencial de ahorro y priorizando aquellas medidas que brinden mejores resultados en base a las condiciones únicas de cada sector.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un diagnóstico de la situación actual de eficiencia energética en el Ecuador y desarrollar una propuesta de medidas e indicadores de desempeño energético para mejorar la eficiencia dentro del ámbito eléctrico.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y levantar los principales indicadores relacionados con la producción y consumo de energía eléctrica para el diagnóstico de la situación actual de la eficiencia energética en el Ecuador.
- Analizar los programas y políticas energéticas que se han implementado en el país y el marco normativo nacional aplicable a la eficiencia energética.
- Analizar proyectos y medidas de eficiencia energética que se han desarrollado a nivel internacional y las condiciones que se necesitan para la implementación y control en el Ecuador.
- Desarrollar una metodología para evaluar el ahorro y la factibilidad desde el punto de vista técnico y normativo de medidas de eficiencia energética que puedan proponerse para implementarlas en el Ecuador.
- Proponer una lista de medidas de eficiencia energética priorizadas para el Ecuador, con sus respectivos indicadores y criterios para su seguimiento.

1.2 ALCANCE

- En este trabajo de titulación se presenta un diagnóstico de la situación actual de eficiencia energética en el Ecuador dentro del ámbito eléctrico, tanto para la

demanda eléctrica (a nivel de los sectores residencial, comercial e industrial), como para la generación de energía eléctrica, para lo cual se identifican a su vez una serie de indicadores energéticos. El diagnóstico abarca un análisis del cómo se ha desarrollado la eficiencia energética en el país, para lo cual se analizan los programas y políticas energéticas que se han implementado, y el análisis del marco normativo nacional actual, con el objeto de identificar los principales logros alcanzados, así como las barreras y oportunidades existentes para el desarrollo de la eficiencia energética; adicionalmente, se analizará cuál es el posicionamiento del país a nivel regional en lo que respecta a medidas instauradas para la generación y consumo eficiente de energía eléctrica.

- Se identifican y evalúan las posibles medidas que promuevan la eficiencia energética en la producción y uso de la energía eléctrica. Para el análisis de las medidas de eficiencia, se desarrolla una metodología que permite evaluar a un nivel “macro” su potencial de ahorro, costos estimados de implementación (en los casos que aplique), así como los indicadores que permitan monitorear y controlar la consecución de los resultados esperados con los programas o medidas sugeridas; además se determinará la factibilidad de implementación de las medidas priorizadas desde el punto de vista técnico y normativo.

Dentro de las medidas que se evalúan se han considerado, entre otras, las siguientes:

- Implantación de la norma ISO 50001: Sistemas de gestión de la energía por parte de las industrias y centrales de generación.
- Esquemas tarifarios para la participación de la generación distribuida (cogeneración con sistemas fotovoltaicos) para el sector residencial, como el net metering o diferentes tipos de incentivos.
- Otras medidas que han tenido éxito en ciertos países de Latinoamérica, para las cuales se analizan los potenciales de ahorro y los requerimientos técnicos, y normativos, así como los ajustes que se podrían proponer para implementarlas en el país.

1.3 MARCO TEÓRICO

1.3.1 RESEÑA HISTÓRICA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO

Los primeros avances en eficiencia energética en el Ecuador se registran en la década de los 90, concretamente en el año de 1994 cuando el entonces Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), junto con orientación internacional, realiza un “estudio previo a la Implantación de un Programa de Administración de la Demanda y Uso Eficiente de Energía Eléctrica, denominado AD&UREE” [4], dicho estudio mostró que, en un horizonte de 15 años, con la implementación de medidas como:

- Cambio de luminarias poco eficientes de usuarios y de alumbrado público.
- Sustitución de refrigeradoras de tecnología obsoleta, por otras más eficientes, al final de la vida útil de las existentes.
- Mejoras en la operación de los tanques para calentamiento de agua, uso de equipos similares más eficientes y calentadores solares.
- Sustitución de equipos de aire acondicionado por otros más eficientes, al final de la vida útil de los existentes.
- Motores eléctricos más eficientes con mejores controles.
- Programa de auditorías energéticas especialmente en grandes industrias.

Se podría desplazar la demanda en 238MW y se alcanzaría un ahorro de 422GWh/año, “con una inversión anual del 1 al 2% de los ingresos anuales brutos de las empresas distribuidoras del país” [4]. Sin embargo, estas acciones no se aplicaron adecuadamente debido a la desaparición del INECEL en 1998.

En 1999, bajo la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) se inicia una reforma del sector eléctrico, en el que la inversión privada en generación y transmisión toma relevancia, pero que, detiene los avances en eficiencia energética, debido a la baja inversión y al alto riesgo que conllevaban los proyectos energéticos bajo la responsabilidad de la iniciativa privada en aquella época. A nivel estatal, fue el entonces Ministerio de Energía y Minas con el apoyo del CONELEC, quien, durante el año 2000, implementó programas de acciones educativas y publicitarias para el uso de focos fluorescentes compactos en reemplazo de los incandescentes.

Más adelante, ya en el año 2008, mediante una nueva constitución de la República, el Estado toma control del sector eléctrico y pasa a ser obligación de estado el impulso a la

eficiencia energética con el fin de aprovechar los recursos energéticos disponibles, a partir de los cuales se empiezan a evidenciar algunos cambios en el modelo energético nacional. Por ejemplo, un hecho a destacar es la transformación de la matriz energética, históricamente de tipo convencional, a una matriz mayoritariamente renovable, lo que ha permitido no solo fortalecer la capacidad nacional de generación, contribuir a la reducción de las emisiones contaminantes, sino que ha logrado además reducir paulatinamente la dependencia del petróleo y sus derivados, recursos que han sido fundamentales en la economía del país y en el sector de transporte (sector de mayor consumo energético) [5].

1.3.2 SITUACION ACTUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO

1.3.2.1 Capacidad Instalada

La capacidad instalada en el territorio nacional es de aproximadamente 8 712,1MW, provenientes de hidroeléctricas 58,5% (5 096,6MW), centrales térmicas 39,2% (3 415,14MW) y de otro tipo de energías renovables 2,3% (200,38MW) [5].

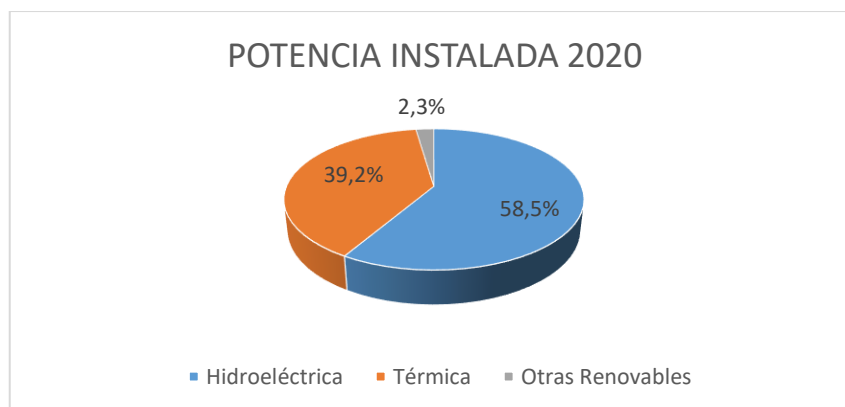


Figura 1.1. Potencia Instalada 2020 [5]

1.3.2.2 Generación

Entre el 2010 al 2020, la generación de energía eléctrica aumento en un 54%, pasando a producir 31 499GWh, incrementando principalmente la generación hidráulica. La producción de energía a partir de recursos renovables represento el 79,1% (24 915,7GWh), en tanto que de recursos no renovables e interconexión represento el 20,9% (6583,3GWh) [5].

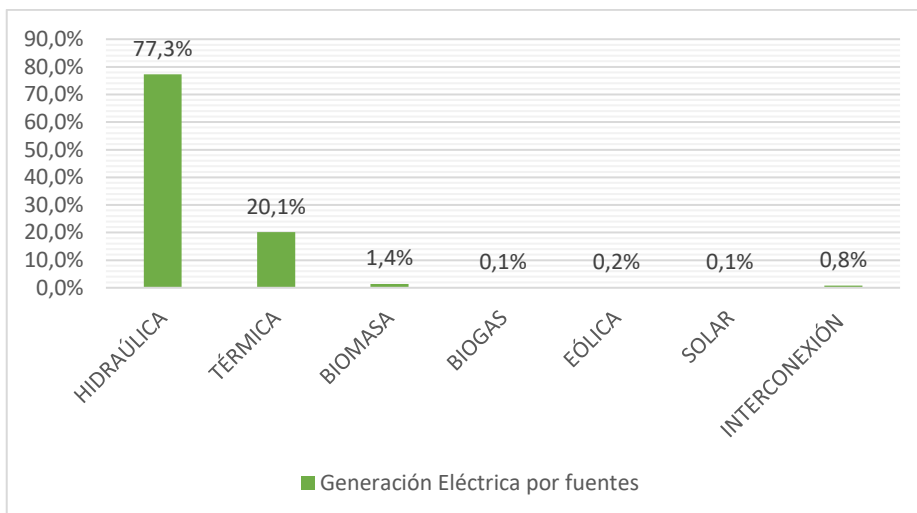


Figura 1.2. Generación Eléctrica 2020 [5]

1.3.2.3 Consumo Energético

Los datos del Balance Energético Nacional de 2020, publicado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNNR), determinan que el consumo energético a nivel nacional se encuentra distribuido de la siguiente manera: 45,4 % sector transporte, 17,4% sector industrial, 15,7 sector residencial, 6,4 sector comercial y servicio público, 4,7% consumo propio, 1,2% agro, pesca y minería, y 9,2% de otros sectores [5].

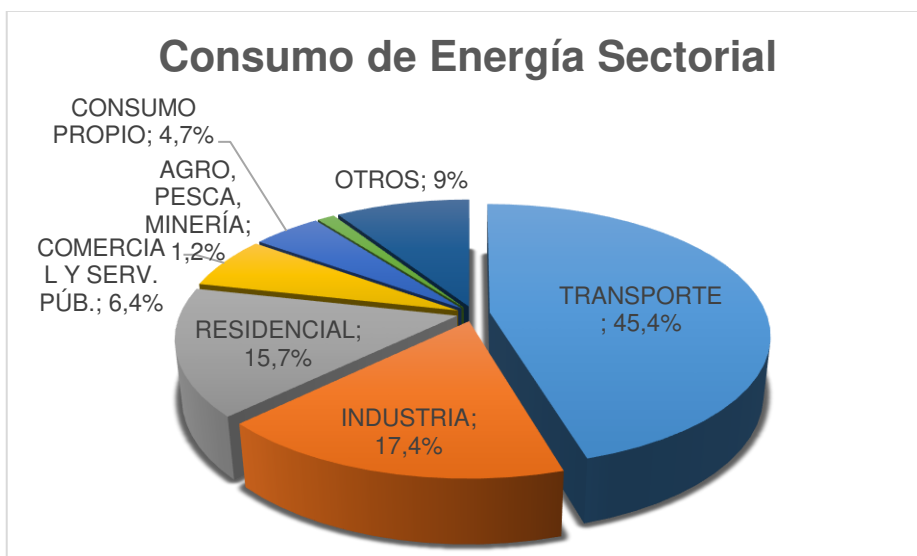


Figura 1.3. Consumo de Energía Sectorial 2020 [5]

1.3.3 PLANES Y MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA IMPLEMENTADOS EN EL ECUADOR

El Ecuador a través del anterior Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), implementó diferentes programas y medidas de EE en los sectores: residencial, comercial, industrial, público y transporte, entre los más destacados están:

1.3.3.1 Proyecto de “Sustitución Masiva de Focos Incandescentes por Ahorradores” (2008-2014)

Se creó con el objetivo de disminuir un 24% el consumo de energía eléctrica en los hogares, a través de:

- Distribución gratuita de 6 millones de focos ahorradores en el sector residencial.
- Sustitución de aproximadamente 10 millones de focos de alto consumo en los sectores de educación, salud, servicio social y residencial.

Este proyecto impulso la eliminación de los aranceles para la importación de lámparas compactas fluorescentes (CFL) y para tubos fluorescentes tipos T5 y T8, además de prohibir las importaciones de focos incandescentes entre los rangos de 25 a 100W. En términos generales, la medida logró una reducción estimada de consumo en 287 000MWh/año y 263 MW de potencia [2].

1.3.3.2 “Proyecto piloto de cocinas de inducción” (2009)

El proyecto tenía como finalidad sustituir cocinas de gas por cocinas de inducción, en este piloto se entregaron 2870 cocinas gratuitas [6] como plan piloto previo al programa de cocinas de inducción que luego se implementó en el 2014.

1.3.3.3 Programa de “Alumbrado público eficiente” (2012-2014)

El programa se creó con el objetivo de reducir el consumo de energía en el alumbrado público mediante la sustitución de luminarias de alto consumo por luminarias eficientes. Se sustituyeron 61 610 luminarias de vapor de mercurio de 175 W de potencia por luminarias de vapor de sodio de 100 W, con lo que se logró una reducción considerable en el consumo de alumbrado público anual de aproximadamente 20 037MWh y 4,6 MW de potencia [2].

1.3.3.4 Programa para la renovación de equipos de consumo energético ineficiente: “Proyecto N.º 1 Sustitución de Refrigeradoras” (2012-2016)

Se creó con el objetivo principal de sustituir 330 000 refrigeradores de alto consumo por equipos nuevos y más eficientes fabricados en el país, con lo que se esperaba lograr una reducción de 216GWh al año.

Se sustituyeron 95 652 refrigeradores por medio de las Empresas Eléctricas Distribuidoras a nivel nacional, con lo que se logró un ahorro estimado de 38 200MWh/año en consumo y 5,53 MW de potencia [2].

1.3.3.5 “Programa de eficiencia energética para cocción por inducción y calentamiento de agua con electricidad (PEC)” (2014-actualidad)

El programa tiene como objetivo sustituir el uso de cocinas y calefones a gas, por inducción. Cuenta con un incentivo tarifario de hasta 20kWh/mes para calentador eléctrico de agua y hasta 80kWh/mes para cocinas de inducción, además de que los usuarios pueden solicitar al Estado una tasa preferencial para la adquisición de cocinas de inducción y para los equipos de calentamiento de agua.

Hasta febrero del 2021 se incorporaron aproximadamente 596 mil cocinas de inducción, y desde marzo de este mismo año el programa se encuentra congelado [7].

1.3.3.6 “Programa de Normalización y Etiquetado de Equipos que Consumen Energía” (2008-Actualidad)

El programa tiene como objetivo colocar una etiqueta de eficiencia energética para identificar el consumo de energía de varios equipos eléctricos y electrodomésticos. La etiqueta energética viene colocada en los equipos eléctricos, para que los consumidores puedan informarse de la eficiencia y el consumo de los artefactos. Para esto, con base a colores y letras, se identifican a los equipos eficientes con la letra A y con el color verde, y al equipo menos eficiente con la letra D y el color rojo. Existen equipos muy eficientes que vienen con la letra A+ y A++.

El MERNNR con el apoyo del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y el Comité de Comercio Exterior (COMEX) han establecido varias normas obligatorias y voluntarias para promover el uso eficiente de la energía.

Los reglamentos técnicos ecuatorianos o normas obligatorias de eficiencia energética que deben cumplir fabricantes e importadores de aparatos eléctricos, incluyen etiquetado de equipos como: lámparas, artefactos de refrigeración, televisores, máquinas secadoras de ropa, ventiladores, hornos eléctricos, entre otros.

Las normas técnicas ecuatorianas o normas voluntarias de eficiencia energética que se tienen están enfocadas a: motores eléctricos estacionarios, edificaciones, cocinas de inducción, sistemas de calentamiento de agua y cámaras de refrigeración de automóviles.

De igual manera, se tienen distintas resoluciones para la eliminación de aranceles de equipos de alta eficiencia, y la prohibición de importación de artefactos eléctricos de alto consumo.

Actualmente, se tienen 23 Reglamentos Técnicos Ecuatorianos (RTEs) que tienen como objetivo exigir un rango mínimo de eficiencia para los equipos eléctricos de alto consumo, y 11 normas de eficiencia energética para impulsar la gestión de energía y la construcción eficiente.

Con respecto a los Sistemas de Gestión de Energía se busca implementar la norma ISO 50001 (vigente en el país desde 2013), en las Centrales de Generación Térmica, para lo que en el año 2018 se capacitó a personal del sector eléctrico y representantes de CELEC EP con el objetivo de conocer los fundamentos para la implementación de esta norma [4], se busca que los Sistemas de Gestión de Energía sean obligatorios en la parte pública y se tengan como referencia en la parte privada.

1.3.3.7 Proyecto “Eficiencia Energética en la Industria” (2012-2015)

El programa se creó con el objetivo de promover la adecuada gestión energética en la industria, a través de varias acciones como son:

- Capacitación de 200 industrias sobre temas relacionados con el uso eficiente de la energía.
- Formación de expertos en sistemas de gestión de energía y en optimización de sistemas eléctricos motrices y de vapor.

Al final del proyecto se implementaron Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn) en 39 empresas y se capacitaron aproximadamente a 2000 técnicos a nivel nacional para la identificación de mejoras energéticas en los sistemas motrices eléctricos y de vapor.

En términos generales se logró un ahorro estimado de consumo en 13 400MWh/año y de 57 272 bep/año en combustibles [2].

1.3.3.8 Proyecto de “Aseguramiento de la Eficiencia Energética en los Sectores Público y Residencial del Ecuador” SECURE (2015-2017)

El proyecto tenía como objetivo “incrementar la participación de equipos eléctricos eficientes en los sectores residencial y público mediante la promoción y difusión del Distintivo de Máxima Eficiencia Energética (DMEE)” [2], que es un instrumento de reconocimiento a los equipos eléctricos que presenten los mejores niveles de eficiencia energética, para esto se realizan estudios en laboratorios certificados.

En octubre del 2017 se lanzó el DMEE, en donde las primeras empresas nacionales en recibir este distintivo fueron ECASA e INDURAMA. Además, hasta finales del 2017 se logró el fortalecimiento y acreditación de laboratorios nacionales del INEN e INER para el cumplimiento y la verificación de eficiencia energética en equipos eléctricos [8].

1.3.3.9 “Plan de Reducción de Pérdidas de Energía” (2008-Actualidad)

Este proyecto tiene como objetivo brindar a las empresas distribuidoras, políticas para un control continuo y reducción de pérdidas de energía, algunas acciones que se han realizado son: instalación de medidores, inspecciones a clientes industriales y comerciales, cambio de redes eléctricas desnudas a redes aisladas, entre otras [8].

Se logró una reducción de pérdidas de 8,21% en el periodo 2008-2018, teniendo actualmente un índice de pérdidas de aproximadamente del 11%, siendo Ecuador el único país en la región que ha mantenido una tendencia constante de reducción de pérdidas de energía [4].

1.3.3.10 “Plan de Renovación del parque automotor (RENOVA)” (2008-2014)

Este proyecto fue impulsado por el Gobierno Nacional y tenía como objetivo renovar el parque automotor mediante la sustitución de unidades de transporte público y comercial.

Se logró chatarrizar 16 123 unidades e ingresar 19 614 unidades nuevas.

1.3.3.11 Proyectos y Estudios - INER

Dentro de los avances que se han dado en el ámbito institucional, en el año 2012 el anterior MEER crea el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER)¹ con la misión de investigar y desarrollar aportes que promuevan la eficiencia energética y el uso de energías renovables en el país [9], para esto se desarrollaron varios proyectos en generación y en 4 líneas básicas: transporte, edificación, alumbrado público e industria, dentro de los cuales destacan:

- a) **Transporte:** se realizó un “estudio de consumo de energía, usos finales, estratos y rangos” [9], así como un “análisis de la situación actual de eficiencia energética en el sector de transporte con el objetivo de enfocar los esfuerzos en áreas claves del transporte” [9].
- b) **Alumbrado Público:** se implementaron laboratorios de luminotecnia, para el desarrollo de EE en alumbrado público [9].
- c) **Edificaciones:** se construyeron edificaciones de bajo consumo energético en Yachay, asimismo se implementó un laboratorio para “Caracterización térmica de materiales” [9], con esto se busca consolidar una base de datos sobre materiales térmicos y sistemas estructurales utilizados en la construcción.
- d) **Industria:** se efectuaron estudios para mejorar la eficiencia en centrales termoeléctricas por medio de plantas de energía que aprovechen el calor residual, el “primer prototipo utiliza el Ciclo Orgánico Rankine y se implementó en la Central Termoeléctrica de Quevedo a principios del año 2017” [10].
- e) **Generación:** se realizaron estudios para evaluar el potencial de energías renovables en el país, para esto se instalaron estaciones meteorológicas y se elaboraron mapas de potencial solar y eólico, además se llevaron a cabo investigaciones para producir energía a partir de la Biomasa donde se destacan “el diseño de tecnologías para obtener hidrogeno a partir de los desechos del banano y el plan piloto para captura de carbono y producción de biocombustibles mediante micro algas” [9].

El INER promovió la investigación como uno de sus pilares fundamentales por lo que se realizaron seminarios y congresos internacionales en donde se buscaban oportunidades de eficiencia energética donde el sector académico era el más activo [11].

¹ Actual Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE)

1.3.3.12 Iniciativas privadas

Se han tenido varias iniciativas por parte del sector privado para impulsar el desarrollo de eficiencia energética, como por ejemplo el caso de la banca, como el Banco ProCredit que desde el año 2012 brinda financiamiento para actividades de eficiencia energética por medio de su iniciativa “EcoCredit” [12].

En la Tabla 1 se pueden observar los objetivos que se plantearon para los programas y proyectos implementados por el MEER, así como los resultados obtenidos:

Tabla 1.1. Lista de Programas y Medidas impulsados por el MEER

Nombre del Programa	Entidad encargada	Periodo de vigencia	Objetivo	Resultados
Sustitución Masiva de Focos Incandescentes por Ahorradores	MEER	2008-2014	Disminuir un 24% el consumo de energía eléctrica en los hogares	Reducción estimada de consumo en 287 000MWh/año y 263MW de potencia.
Alumbrado público eficiente	MEER	2012-2014	Reemplazar luminarias de alto consumo por luminarias eficientes.	Reducción en el consumo de alumbrado público anual de aproximadamente 20 037MWh y 4,6 MW de potencia.
Proyecto N.º 1 Sustitución de Refrigeradoras	MEER	2012-2016	Sustitución de 330 000 refrigeradores de alto consumo por equipos nuevos y más eficientes fabricados en el país.	Ahorro estimado de 38 200MWh/año en consumo y 5,53MW de potencia.
Programa de eficiencia energética para cocción por inducción y calentamiento de agua con electricidad (PEC)	MEER	2014-Actualidad	Sustituir el uso de GLP por electricidad para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua en el sector residencial	En ejecución.
Programa de Normalización y Etiquetado de Equipos que Consumen Energía	MEER	2009-Actualidad	Colocar una etiqueta de eficiencia energética para identificar el consumo de energía de varios equipos electricos y electrodomésticos	En ejecución.
Eficiencia Energética en la Industria	MEER	2012-2015	Promover la adecuada gestión energética en la industria	Ahorro en consumo de 13 400MWh/año y de 57 272 bep/año en combustibles.

Nombre del Programa	Entidad encargada	Periodo de vigencia	Objetivo	Resultados
Aseguramiento de la Eficiencia Energética en los Sectores Público y Residencial del Ecuador (SECURE)	MEER	2015-2017	Incrementar la participación de equipos eléctricos eficientes en los sectores residencial y público mediante la promoción y difusión del Distintivo de Máxima Eficiencia Energética (DMEE)	Lanzamiento del DMEE y del procedimiento requerido para su otorgamiento. Fortalecimiento y acreditación de laboratorios para verificar el cumplimiento de eficiencia energética en equipos eléctricos.
Plan de Reducción de Pérdidas de Energía	MEER	2008-Actualidad	Brindar a las Empresas distribuidoras políticas para un control continuo y reducción de pérdidas de energía.	En ejecución.
Plan de Renovación del parque automotor (RENOVA)	MEER	2008-2014	Sustituir las unidades de transporte público y comercial que han cumplido su vida útil.	Chatarrización de 16 123 unidades e ingreso de 19 614 unidades nuevas.

1.3.4 MARCO NORMATIVO PARA EL DESARROLLO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ECUADOR

En la actualidad el país cuenta con el siguiente marco normativo que de algún modo promueve la eficiencia energética en todos sus ámbitos:

1.3.4.1 Constitución de la República (2008)

Específicamente en el artículo 413 “el Estado se compromete a promover la eficiencia energética, además del uso y desarrollo de tecnologías limpias, tal como energías renovables” [13].

1.3.4.2 Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (2015)

En los artículos 74, 75 y 76 se mencionan algunos objetivos que se esperan lograr con el establecimiento de mecanismo para eficiencia energética, dentro de estas se encuentra la necesidad de políticas en este ámbito [1].

Si bien es cierto, al año 2015 el país tuvo un desarrollo y un cambio muy importante en materia de oferta de energía, con la incorporación de proyectos hidroeléctricos y el uso de

energías renovables no convencionales; uno de los principales problemas del Ecuador en el ámbito de la eficiencia energética era la falta de un marco normativo consolidado e instrumentos concretos que promuevan la misma. En el año 2019 se aprobó la Ley Orgánica de Eficiencia Energética como un primer paso para crear una base sólida que considere a la EE como política de estado y se promueva un cambio cultural en las empresas y consumidores:

1.3.4.3 Ley Orgánica de Eficiencia Energética (2019)

Plantea a la EE como de interés nacional y establece lineamientos para: la creación del Sistema Nacional de Eficiencia Energética (SNEE) como vínculo de todos los elementos en materia de EE para cumplir con los objetivos establecidos en el PLANEE, la creación del Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE) y la elaboración del Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE) con un horizonte de 10 años y una actualización de 2 años; para monitorear los resultados se prevé contar con una base de indicadores y datos de EE [3].

1.3.4.4 “Plan Nacional de Eficiencia Energética” (2016-2035)

Este plan surge como creación de la LOSPEE y se ratifica en la LOEE. El ente encargado de su elaboración es el ministerio rector de las políticas energéticas. El PLANEE busca incorporar e incrementar la eficiencia energética en los sectores de consumo de energía del país.

El primer PLANEE del país fue aprobado en el 2016, y se enfocó en los sectores: jurídico, residencial, industrial, comercial, transporte y Galápagos, cada uno con diferentes líneas de acción que conllevan metas establecidas, se contemplan proyectos y programas como: Proyecto de Consolidación del Marco Regulatorio, Proyecto de fortalecimiento del Marco Institucional para promover la EE en el país, Proyecto de Creación de un Sistema de Indicadores Nacional de EE, Proyecto de Difusión de las mejores prácticas de EE, Programa de Normalización y Etiquetado de equipos que consumen energía, entre otros [2].

El PLANEE define 3 etapas de acción: acciones inmediatas, acciones de corto plazo y acciones de mediano plazo, finalizando cada una, se monitorea los resultados obtenidos y se los compara con los resultados esperados [2]; al momento se encuentra finalizando la primera etapa del PLANEE.

1.3.4.5 Reglamento general de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (2021)

Establece las normativas necesarias para cumplir con los objetivos dispuestos en la Ley Orgánica de Eficiencia Energética LOEE, donde se presenta: las funciones del Comité Nacional de Eficiencia Energética CNEE, entre estas, la cooperación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados GADs; el seguimiento del PLANEE que será responsabilidad del ministerio rector de EE; las diferentes obligaciones que tienen los consumidores de energía de los sectores regulados, principalmente los grandes consumidores que tendrán la obligación de implementar la Norma ISO 50001 hasta el 2025; los requisitos necesarios para poder ser catalogado como prestador de servicios energético; diversos mecanismos para el fomento de la eficiencia energética, como son: la creación de un Fondo Nacional de Inversión en Eficiencia Energética FNIEE, tarifas preferenciales, estándares y etiquetado, certificados de ahorro de energía, entre otros [14].

1.3.4.6 Regulaciones vigentes de eficiencia energética

A nivel de regulaciones, existen dos normativas importantes relacionadas al tema de Generación Distribuida:

- **Regulación Nro. ARCERNNR-001/2021 “Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica”** vigente desde abril del 2021 y tiene como objetivo establecer las directrices necesarias para la implementación, control y operación de sistemas de generación distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados [15].
- **Regulación Nro. ARCERNNR-002 /21 “Marco normativo para la participación en generación distribuida de empresas habilitadas para realizar la actividad de generación”** vigente desde mayo del 2021 que tiene como objetivo establecer las condiciones técnicas y comerciales para el desarrollo y operación de centrales de generación distribuida [16].

Referente a la Autogeneración se cuenta con:

- **Regulación No. CONELEC 001/09 “Participación de los autogeneradores a través de la cogeneración”** vigente desde febrero del 2009 y establece los lineamientos principales para la participación de los autogeneradores a través de la Cogeneración [17].

- **Regulación No. CONELEC 001/14 “Participación de Autogeneradores en el Sector Eléctrico”** vigente desde enero del 2014, tiene como objetivo establecer las condiciones técnicas y económicas necesarias para la participación de autogeneradores en el sector eléctrico [18].

La participación de autogeneradores dio paso a que ingenios azucareros puedan utilizar el exceso de bagazo de caña, como fuente primaria de energía y así complementar su demanda [19].

Concerniente a la movilidad eléctrica se encuentran en vigencia 2 regulaciones:

- **Resolución No. ARCONEL-038/15 “Esquema Tarifario para la Introducción de los Vehículos Eléctricos en el Ecuador”** vigente desde el 2015 que tiene como objetivo establecer un esquema tarifario para vehículos eléctricos con régimen de carga liviana o lenta, para niveles de tensión baja de hasta 10kW [20].
- **REGULACIÓN Nro. ARCERNNR 003/20 “Modelo de Contrato de suministro para los proveedores del servicio de carga de energía a vehículos eléctricos”** vigente desde noviembre del 2020 y tiene como objetivo establecer un modelo de contrato de suministro, suscrito entre la empresa eléctrica de distribución y personas naturales o jurídicas proveedoras del servicio de carga de energía eléctrica a vehículos eléctricos [21].

Cada año se actualizan los precios del servicio público de energía eléctrica y se dan a conocer mediante el pliego tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución.

El “**Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución**” cambia cada año por medio de resoluciones encargadas por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR), tiene como objetivo exponer el régimen tarifario para el servicio público de energía eléctrica que aplicaran las empresas distribuidoras, en el ámbito de eficiencia se puede recalcar las tarifas diferenciadas dependiendo del horario en el que se consume energía[22].

1.3.4.7 Tratados Internacionales

Se conoce que uno de los objetivos fundamentales de la eficiencia energética es la mitigación del cambio climático, para lo cual el país se ha comprometido internacionalmente en varios puntos tratados en el Acuerdo de París:

“El Acuerdo de París (AP)” suscrito en julio de 2016 por varios países, entre ellos el Ecuador, es un tratado internacional que tiene como objetivo facilitar la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), para mejorar la respuesta global frente a este fenómeno que actualmente representa el principal problema ambiental, económico y social que enfrenta la humanidad. El AP compromete a los países a implementar acciones y medidas que permitan una descarbonización progresiva de sus economías y aumentar sus niveles de resiliencia frente a fenómenos climáticos extremos. En términos de compromisos concretos, los países deberán preparar, comunicar e implementar sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs) que cubran políticas domésticas de mitigación, adaptación, financiamiento, transferencia de tecnología y transparencia. Ecuador ratificó el Acuerdo de París a mediados de 2017, mediante Decreto Ejecutivo Nro. 98 del 27 de julio de 2017 y en ese marco asumió la responsabilidad de presentar sus compromisos referentes a acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, que constituirán las metas a ser cumplidas y reportadas a partir de 2020 en los diferentes sectores prioritarios para la gestión del cambio climático en nuestro país. Cabe mencionar que a finales de 2015 Ecuador presentó su Contribución Intencional Determinada Nacionalmente, INDC (por sus siglas en inglés), sin embargo, dado que, al momento de presentarlas, las previsiones del Acuerdo de París aún no habían sido definidas, el Gobierno Ecuatoriano tomó la decisión de no transformar directamente el INDC en NDC, sino que se optó por iniciar un proceso de actualización/optimización del INDC con un carácter eminentemente participativo [23].

1.3.5 POLÍTICAS, PROGRAMAS Y MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

La eficiencia energética es un tema clave para el desarrollo de un país ya que permite mejorar la calidad del sector energético, aumentando la accesibilidad a los servicios eléctricos y contribuyendo a la reducción de gases de efecto invernadero. En América Latina y el Caribe (LAC) se viven situaciones diferentes en el ámbito energético de eficiencia, no obstante países como México y Brasil han tenido avances considerables

reforzando sus marcos normativos e institucionales con el afán de respaldar la ejecución de varios programas y medidas de EE que han tenido resultados exitosos.

A nivel regional se observa un fortalecimiento del marco legal, principalmente en la promulgación de leyes orientadas a la EE, cabe mencionar que países que no cuentan con una ley de estas propiedades, disponen de anteproyectos para su creación, como es el caso de Argentina y Chile. Por otro lado, como se sabe el marco normativo no es suficiente para lograr resultados, sino que se necesitan instrumentos de política adicionales, en tal sentido, la gran mayoría de países han optado por la creación de unidades especializadas en el tema de EE, reestructurando el esquema institucional del sector energético a las necesidades del país, estableciendo comités de gestión dentro de ministerios públicos o agencias separadas que pueden ser privadas o mixtas; claros ejemplos son el “Comité Nacional de Eficiencia Energética en Paraguay; la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía, en Colombia; y la Comisión Nacional de Conservación de Energía, en Costa Rica” [24].

Pese a la desigualdad de condiciones que existe entre los países de LAC, existe un creciente aumento de programas y proyectos de EE en diferentes sectores de consumo, entre los más recurrentes están: la sustitución de equipos eléctricos y luminarias ineficientes, difusión de buenas prácticas de EE, certificación a empresas por ahorro de energía, aprovechamiento de recursos renovables como fuentes de energía, y como acciones destacadas podemos mencionar: el proceso de implementación de normativas técnicas y etiquetado para electrodomésticos, motores, vehículos, edificaciones, entre otros; la introducción de sistemas de gestión de la energía en industrias y comercios, la creación de Fideicomisos para financiar programas de EE como en el caso de México [24]. En el lado de la oferta se tiene la implementación de cogeneración en las industrias, como es el caso de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú, y el impulso que han tenido todos los países de la región por utilizar sus fuentes renovables para generación, en el que destaca Ecuador.

Igualmente es importante mencionar el avance en el Programa Regional de Información de Eficiencia Energética (BIEE) desarrollado por la CEPAL que busca promover la evaluación de EE en América Latina y el Caribe, dicho programa cuenta con una base de datos entre políticas y medidas de 19 países de la región, y ofrece un análisis de la evolución de la eficiencia mediante indicadores de desempeño energético. Países como Argentina, Brasil, Chile y México cuentan con indicadores institucionalizados de EE. En el caso de Ecuador dentro del PLANEE se planteó como línea de acción en el eje jurídico el desarrollo e implementación del “Proyecto de Creación de un Sistema de Indicadores Nacionales de

Eficiencia Energética (SINEE)” con el objetivo de establecer una línea base de indicadores energéticos para monitorear los avances en programas de EE, no obstante, hasta la fecha no se cuenta con este Sistema [24].

Por otro lado, en varios países de Latinoamérica y el Caribe, se ha impulsado la implementación de normativa internacional relacionada a la eficiencia energética, como la ISO 50001, la cual es de carácter voluntario. Los datos oficiales publicados por la “The ISO Survey of Management System Standard Certifications” en el año 2020, muestran la cantidad de certificaciones por países y por sectores industriales previamente definidos. En la Fig. 1.4, se presenta la información más relevante en materia de certificaciones registradas por país, en la cual se observa que los países con mayor número de certificaciones son Brasil y Perú con 116 y 93 respectivamente[25], mientras que la implementación en el Ecuador aun es incipiente, quedando mucho por hacer aún en este sector.



Figura 1.4. Elaborado en base a los datos publicados por The ISO Survey 2020 [25]

En la tabla 1.2 se resumen los programas y políticas más importantes que se han realizado por los países con el objetivo de brindar una panorámica de la situación de EE en la región.

Tabla 1.2. Programas y Medidas de Eficiencia Energética en Latinoamérica y el Caribe [24]

Eficiencia Energética en Latinoamérica y el Caribe						
País	Normas, Políticas y Programas de EE	Programas y Medidas de EE Implementados				
		Sector Residencial	Sector Industrial y Comercial	Sector Transporte	Sector Público	Sector Generación u Oferta
Argentina	<p>Proyecto de Ley de Eficiencia</p> <p>Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) [24].</p> <p>Normas Técnicas: Resolución N°319/19 y el Decreto N°140/2007</p> <p>Programa de etiquetado energético [24].</p> <p>Ley de prohibición de comercialización de lámparas halógenas [24].</p> <p>Ley de promoción de calefones sin llama piloto [24].</p>	<p>Etiquetado energético de viviendas.</p> <p>Sustitución de focos incandescentes.</p>	<p>Diagnósticos energéticos en Pymes industriales y comerciales.</p> <p>Implementación de Sistemas de gestión de la energía (ISO 50001) [24].</p> <p>Programa de eficiencia energética en edificios.</p> <p>Sustitución de motores de baja eficiencia por motores de alta eficiencia.</p> <p>Eficiencia de calderas en industrias.</p>	<p>Plan de transporte inteligente en el sector carretero de cargas.</p>	<p>Programa de alumbrado público.</p> <p>Programa de eficiencia energética en edificios.</p> <p>Auditorias en edificios públicos [24].</p>	<p>Implementación de Cogeneración.</p> <p>Impulsar la generación con energías renovables.</p> <p>Reemplazo de equipamientos viejos en centrales térmicas [24].</p>
Barbados		<p>Proyecto piloto para la promoción de lámparas fluorescentes compactas [24].</p>	<p>Programa de Eficiencia Energética en Hoteles del Caribe apoyo del BID [24].</p>		<p>Programa de Energía Inteligente para el Sector Público (PSSEP). Modernización en edificios</p>	<p>Impulsar la generación distribuida en edificios públicos.</p> <p>Promover el uso de energías renovables</p>

			Promoción del uso de energía generada a partir de fuentes renovables		gubernamentales y alumbrado público [24].	en la parte de generación [24].
Bolivia	Plan Estratégico de Ahorro y Eficiencia Energética [24]. Normas para el etiquetado en electrodomésticos, lámparas fluorescentes, entre otros. Normas para la iluminación pública eficiente.	Sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores. Cambio de calefactores que utilizan GLP por calefactores solares. Auditorías energéticas en construcciones.	Proyecto de EE para la industria en Bolivia, en donde se abarca: auditorías energéticas en industrias, certificados energéticos y financiamientos para EE en Pymes [24].	Sustitución progresiva de vehículos gubernamentales por vehículos eléctricos. Impulsar la distribución de vehículos que funcionen con GLP y gas natural en el transporte público.	Programa de Oficinas Eficientes en el Sector Público, en donde se reemplazan equipos que tienen alto consumo de electricidad por equipos eficientes [24]. Sustitución de luminarias publicas convencionales por luminarias LED.	Impulsar la generación con energías renovables [24].
Brasil	Ley de Eficiencia Energética [24]. Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica (PROCEL). Programa Nacional de Racionalización del Uso de los Derivados de Petróleo y del Gas Natural (CONPET) Programa Brasileño de Etiquetado (PBE), etiquetamiento en equipamientos eléctricos y vehículos livianos	Programa de EE en edificios (PROCEL EDIFICA). Sustitución de luminarias y equipos eléctricos ineficientes. Difusión de buenas prácticas de EE en el hogar.	Programa de EE en la industria (PROCEL INDUSTRIA) Sustitución de motores ineficientes. Mejoramiento de la eficacia en procesos industriales. Sustitución de uso de leña por gas natural en las industrias.	Capacitaciones con el tema de conducción eficiente. Programa de Eficiencia en los sistemas de transporte en las ciudades más grandes.	Gestión de Energía en Municipalidades. Programa de EE en edificios públicos (PROCEL EPP). Sustitución de luminarias públicas convencionales por luminarias más eficientes (PROCEL RELUZ). Programa de EE en Saneamiento Ambiental (PROCEL SANEAR).	Programa de Incentivo de las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA). Mejorar la eficiencia en procesos térmicos y proyectos de cogeneración. Aumentar el uso de residuos naturales para procesos de cogeneración en industrias.

Chile	Proyecto de Ley de Eficiencia [24]. Programa de etiquetado energético.	Certificación para la vivienda nueva, donde se califica la EE en base al consumo y la demanda. Introducción de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos en viviendas.	Acuerdos para la reducción del consumo de energía con empresas [24]. Implementación de Sistemas de gestión de la energía (Norma ISO 50001). Otorgamiento del sello de EE para impulsar el uso tecnologías eficientes.	Sistema de etiquetado para vehículos. Creación de incentivos para la compra de vehículos eléctricos. Mejoramiento de las cadenas logísticas en el transporte de carga.	Proyecto de sustitución de alumbrado público [24]. Programa gestión de energía en el sector público.	Proyectos de cogeneración en la industria, hospitales.
Colombia	Ley 697 se declara como interés nacional el uso racional y eficiencia de la energía [24]. Programa para el Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales de Energía [24]. Plan Colombiano de Normalización, Certificación y Etiquetado de equipos de uso final de la energía [24].	Programa de EE en edificaciones [24]. Programa de Sustitución de refrigeradores [24]. Reemplazo masivo de focos incandescentes.	Programa de Gestión Integral de EE en la industria. Reemplazo de tecnologías obsoletas por tecnologías más eficientes [24]. Fomentar buenas prácticas en instalación, mantenimiento y operación de sistemas industriales. Sustitución de motores. Implementación de variadores de velocidad.	Reemplazo de taxis por vehículos eléctricos en las ciudades más grandes. Reemplazo de vehículos gubernamentales por vehículos eléctricos.	Sustitución de luminarias en alumbrado público por luminarias LED.	Impulsar el uso de FNCER por medio de incentivos tributarios.
Costa Rica	Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía [24].	Fomentar una cultura de EE en los consumidores.	Incentivar EE en industrias con grandes consumos.	Exoneraciones de impuestos para	Modernizar los equipos eléctricos	Aprovechamiento de recursos renovables

	Plan Nacional de Energía 2015-2030. Reglamento Técnico obligatorio y voluntario [24].	Reemplazo de luminarias en el sector residencial.		vehículos híbridos y eléctricos.	que se utilizan en el sector público [24].	como fuentes de generación. Ajustar las tarifas eléctricas para grandes consumidores.
Cuba	Programa de Eficiencia Energética [24]. Programa de Normalización y Etiquetado [24].	Sustitución de Equipos ineficientes en los que se comprende focos incandescentes, refrigeradoras, aires acondicionados, ventiladores, televisores y motobombas [24].			Reemplazo de luminarias en el alumbrado público [24].	Promoción del uso de fuentes renovables de energía.
El Salvador	Programa “El Salvador Ahorra Energía”. Elaboración de reglamentos técnicos de EE [24].	Reemplazo de focos incandescentes por focos ahorradores [24]. Proyecto de sustitución de refrigeradoras. Sustitución de equipos de cocción de leña por GLP.	Capacitación para la implementación de medidas de EE al personal técnico en pequeñas y grandes empresas [24]. Reemplazo de equipos por maquinarias más eficientes [24].	Proyecto piloto para el uso y mezcla de etanol carburante.	Programa de EE en edificios públicos, donde se busca reducir el consumo de energía introduciendo medidas de EE en los edificios públicos [24].	Incentivar el uso de energías renovables.
Guatemala	Política Energética 2013, cuarto eje enfocado en la eficiencia y ahorro de la energía [24]. Plan Nacional de Eficiencia Energética 2017 [24].	Sustitución de cocinas de leña o GLP a cocinas de inducción [24]. Promover buenas prácticas de EE en el usuario residencial [24].	Programa de administración de la Energía, consiste en capacitar a personal técnico de empresas en medidas de EE. Proyecto de creación de negocios basados en el modelo ESCO.	Impulsar el ingreso de vehículos eléctricos. Promover el uso de combustibles alternos y tecnologías híbridas en el transporte,	Auditorías energéticas en entidades públicas. Promover una cultura de ahorro y eficiencia de la energía [24].	Promoción del uso de recursos renovables para generación eléctrica.

	Normas voluntarias de eficiencia energética en construcción, sistemas de gestión y equipos de consumo.					
Guyana	Política de construcción eficiente [24].	Programa de Sustitución de electrodomésticos y luminarias [24]. Desarrollo de estándares mínimos de EE para lámparas fluorescentes compactas, LED y refrigeradores domésticos.	Proyecto para implementar sistemas de Gestión de Energía. Auditorías en edificios comerciales.	Restricción de importación de vehículos usados. Programa de Eficiencia en el sector del transporte.	Auditorías energéticas en edificios públicos. Sustitución de luminarias públicas por luminarias más eficientes.	Modernización de las turbinas en las centrales hidroeléctricas. Utilización de biocombustibles. Implementación de Proyectos Hidroeléctricos.
Jamaica		Estándares mínimos de eficiencia para la construcción de edificaciones [24].	Incentivar el uso de tecnologías eficientes en los procesos industriales.	Introducción de tecnologías eficientes en el sector transporte.	Sustitución de energía eléctrica generada por sistemas térmicos por sistemas fotovoltaicos en escuelas. Ahorro de energía en el sector público por medio de remodelaciones en edificios públicos.	Desarrollo de Proyectos de generación eólica y solar. Incrementar la eficiencia en plantas de generación.
Honduras	Proyecto de Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía Normas de eficiencia energética voluntarias en	Sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores,	Desarrollar esquemas financieros para la promoción de EE por parte del sector comercial e industrial.		Auditorías energéticas a los edificios públicos. Plan de ahorro y Eficiencia en instituciones públicas.	Incentivos para la generación por medio de recursos renovables. Plan de reducción de pérdidas técnicas.

	iluminación y aire acondicionados [24].		Programa “Green Hotels” [24]. Proyecto “Apoyo al desarrollo de la competitividad de las MiPymes a través de mecanismos de EE” [24].			
México	Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía [24]. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética [24]. Ley de Transición Energética [24]. Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética [24].	Programa de Calentamiento solar de agua [24]. Programa de sustitución de electrodomésticos. Programa para mejorar la EE en la vivienda, con el objetivo de adquirir tecnología eficiente y sustentable para el sector residencial como paneles fotovoltaicos, aislamiento térmico, calentadores de agua, entre otros [24].	Programa de implementación de Sistemas de gestión de la Energía. Programa de Eficiencia Energética en industrias. Proyecto PyMEs de México [24].	Implementar acciones para hacer un uso inteligente de la energía en el transporte. Sustituir vehículos poco eficientes por vehículos eléctricos.	Proyecto de Eficiencia Energética en municipios. Sustitución del alumbrado público ineficiente [24]. Programa de Ahorro de Energía en inmuebles de la Administración Pública Federal [24].	Impulsar la generación a partir de fuentes renovables [24]. Apertura a la participación privada para proyectos de cogeneración, autoabastecimiento y generación distribuida [24].
Nicaragua	Ley Orgánica de Eficiencia Energética [24]. Normas Técnicas Obligatorias para equipos de aire acondicionado, refrigeradores y lámparas incandescentes [24].	Programa de sustitución de focos incandescentes por LFC [24].	Proyecto piloto “Ahorro de Energía en el sector industrial” [24]. Auditorías energéticas en empresas. Sustitución de motores ineficientes.		Plan de ahorro en alumbrado público, que consiste en la sustitución de lámparas ineficientes por lámparas LFC o LED en el alumbrado público.	Impulsar proyectos de generación con energías renovables.

Panamá	Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía [24].	Programa de etiquetado para aires acondicionados y refrigeradores [24]. Reemplazo de focos incandescentes por focos ahorradores [24].	Sustitución de equipos ineficientes en empresas e industrias. Programa de Administración de la Energía [24].	Implementación de trenes eléctricos para el transporte de pasajeros.	Reducción del consumo eléctrico en entidades públicas. Charlas en escuelas y entidades públicas acerca del uso racional y eficiente de la energía [24].	Promoción del uso de fuentes renovables para generación. Desarrollo de la producción de energía eléctrica a partir de biomasa [24].
Paraguay	Plan nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía [24].	Implementación de estándares mínimos de EE en la construcción de edificaciones [24]. Fomentar las buenas prácticas de EE en el consumidor residencial [24].	Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía [24]. Mejoramientos en los procesos y equipos industriales [24].	Introducción de vehículos eléctricos. Plan de renovación del parque automovilístico. Mejoramiento de la cadena logística en transporte de carga pesada.	Proyecto piloto de uso eficiente para edificios públicos [24].	Impulsar los proyectos de cogeneración. Impulsar el uso de biocombustibles.
Perú	Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía [24]. Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Energía Eléctrica [24]. Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía 2009-2018 (PRUEE) [24]. Proyecto de Normas de Etiquetado de Eficiencia Energética [24].	Programa de Sustitución de focos incandescentes [24]. Programa de Sustitución de calentadores de agua eléctricos por calentadores de agua solares. Programa de Sustitución de Cocinas tradicionales por cocinas mejoradas. Implementación de requisitos mínimos de	Sustitución de motores ineficientes en industrias [24]. Proyecto de mejoramiento y renovación de calderas [24].	Proyecto de conducción eficiente y restricción vehicular [24].	Proyecto de mejora de tecnologías en edificios públicos [24]. Proyecto de Iluminación eficiente en el sector público.	Impulsar proyectos de cogeneración.

		EE en edificaciones para el sector residencial.				
República Dominicana	Proyecto de Normalización y Reglamentación en Eficiencia Energética [24].	Proyecto “Bombillas de Sol”. Etiquetado de Eficiencia Energética en luminarias y electrodomésticos.	Auditorías energéticas en industrias [24]. Programa de Gestión de la Energía [24]. Proyecto de Certificación a empresas de servicio de Eficiencia energética [24].		Proyecto de Sustitución de aires acondicionados y bombas de agua en institutos públicos [24].	Impulsar por medio de incentivos fiscales la creación de Proyectos de generación a través de fuentes renovables [24].
Trinidad y Tobago			Incentivos fiscales a empresas que apliquen EE [24].	Incentivos para quienes compartan el vehículo.		Promover el uso de recursos naturales como fuentes de energía.
Uruguay	Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía. Plan Nacional de Eficiencia Energética 2015 – 2024. Programa de Normalización y Etiquetado [24].	Proyecto “Plan Solar” [24]. Proyecto piloto de redes inteligentes con fines residenciales. Fomentar buenas prácticas de EE en el hogar [24].	Promoción de la Energía Solar y Eólica en la Industria. Promover el uso de la energía solar en el sector comercial. Programa Sello de EE para emprendimientos.	Implementación de cursos de técnicas de conducción eficiente. Control vehicular en el transporte pesado para aumentar su EE.	Programa de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público [24]. Auditorías Energéticas en el Sector Público. Compra de equipos eficientes para oficinas en entidades públicas.	Proyectos de generación por medio de fuentes renovables [24]. Impulsar la micro generación en baja tensión, permitiendo al usuario generar energía y vender a la red.
Venezuela	Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía [24].	Programa de etiquetado en equipos eficientes.	Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía.		Modernización en equipos de oficina y computadores en edificios públicos [24].	

		Reemplazo de iluminación poco eficiente. Sustitución de refrigeradoras y aires acondicionados.				
--	--	---	--	--	--	--

1.3.6 POSICIONAMIENTO DEL ECUADOR A NIVEL REGIONAL

Para de alguna manera medir el nivel de EE que tiene el Ecuador dentro de la región es necesario compararlo con otros países mediante indicadores de desempeño energético. Uno de los indicadores más comunes es la intensidad energética, que es la “relación entre el consumo energético y el PIB a precio constante, es decir, mide la cantidad necesaria de energía para generar una unidad de PIB” [26].

Países como Bolivia y México registran desde 2008 un aumento en su intensidad energética, en Bolivia se debe a la crisis económica y financiera que atravesaron y al consumo masivo de biomasa en los últimos años, en México debido a la alta intensidad en el sector industrial, en cambio países como Colombia, Argentina y Uruguay presentan un decrecimiento de este indicador en los años en el que sus políticas o Planes de EE entraron en acción, no obstante, este indicador fluctúa de acuerdo a variaciones en las estructuras económicas, al estilo de vida, al clima, a la matriz de generación, entre otros, por lo que se le considera como un indicador de “productividad energética” [27].

En Ecuador el aumento y descenso del precio del petróleo es uno de los principales factores por lo que la intensidad energética varía, sin embargo, desde el año 2010 existe una reducción de este indicador por la implementación de medidas de EE y el uso de energías renovables en generación.

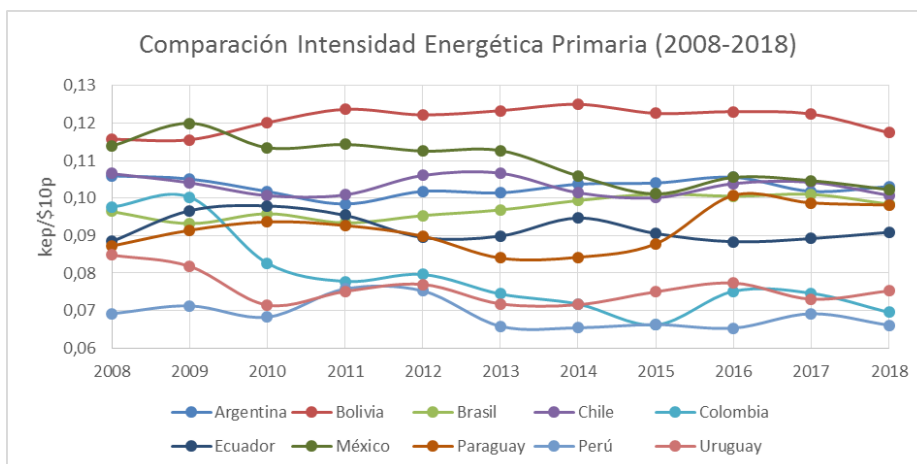


Figura 1.5. Intensidad Energética final en América Latina [28]

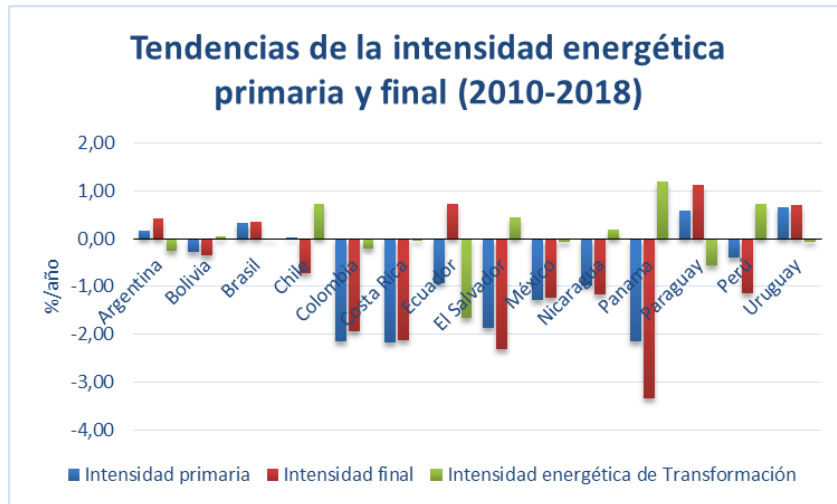


Figura 1.6. Tendencia de la intensidad energética primaria y final en LAC [28]

Para entender de mejor manera la intensidad energética primaria o total se debe analizar la parte de transformación y de uso final, en Ecuador la intensidad energética de transformación es negativa, debido a la incorporación de energías renovables en el sector eléctrico y a la reducción de pérdidas eléctricas en la transmisión y distribución. En contraste, países como Panamá, El Salvador y Chile tienen una mayor productividad energética para los consumidores finales debido al aumento del consumo en el sector eléctrico.

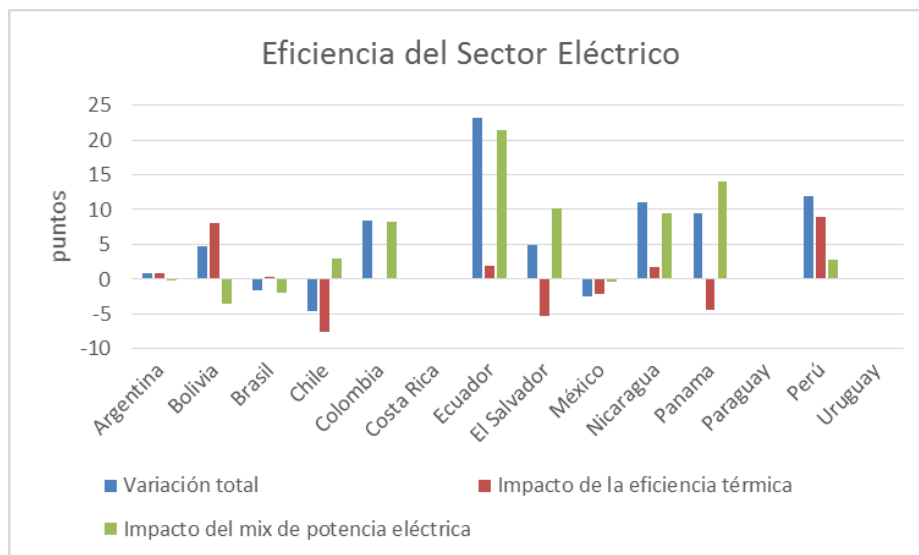


Figura 1.7. Eficiencia media de la Generación de Electricidad [28]

La eficiencia en la generación eléctrica depende de la eficacia en centrales térmicas y de la adhesión de centrales de energía renovables, la eficiencia en centrales térmicas puede mejorar usando un mejor tipo de combustible e incorporando ciclos combinados de gas

como es el caso de Perú y Bolivia. En cambio, países como Ecuador y Panamá incorporaron centrales hidroeléctricas para mejorar su eficiencia en generación y disminuir su intensidad energética. La Figura 1.7 muestra la eficiencia media de la Generación de Electricidad en ALC [28].

En Ecuador durante el periodo 2010-2020, la intensidad energética se ha mantenido en una variación promedio de 1,28 BEP/miles USD (2007), cabe mencionar que el año de referencia para el precio constante del PIB es el año 2007. “El sector de mayor intensidad energética es el de transporte con un valor promedio de 8,46 BEP/miles USD (2007), seguido del sector industrial con 1,86 BEP/miles USD (2007) y del sector residencial con 0,29 BEP/miles USD (2007)” [5].

En el 2020 se produjo una caída de la intensidad energética de casi un 5%, debido a la reducción en el consumo como consecuencia de las medidas restrictivas impuestas por la pandemia de Covid19.

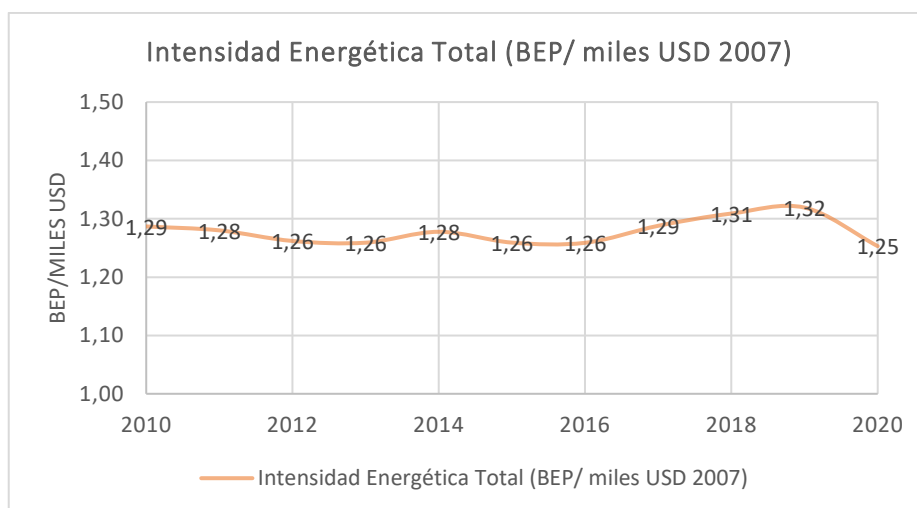


Figura 1.8. Intensidad Energética Total en Ecuador [5]

Tal como se evidencia, el Ecuador ha logrado un progreso significativo en el sector energético con la adopción de políticas, medidas, y la fuerte inversión estatal en la parte de la oferta con proyectos de generación hidroeléctrica.

No obstante, frente a lo que establece la LOSPEE, actualmente el cambio de visión ha sido evidente, a futuro se busca una mayor participación privada, lo que demanda de medidas urgentes que permitan establecer una estrategia de planificación clara, en la que se involucre no solo la expansión en generación, sino además se gestione de forma eficiente la demanda, para lo cual es fundamental involucrar temas de eficiencia energética en el país.

1.3.7 BARRERAS Y OBSTÁCULOS PARA EL DESARROLLO DE LA EE EN EL ECUADOR

A nivel regional las iniciativas o medidas de eficiencia energética, enfrentan constantemente brechas y barreras desde su etapa de elaboración hasta su etapa de implementación, barreras que están principalmente asociadas con la falta de financiamiento para medidas que buscan implementarse en países en desarrollo que debe atender otras prioridades y necesidades en salud, educación, vivienda, y trabajo, y que una vez formuladas, durante su implementación, deben superar barreras impuestas por la falta de institucionalidad, cooperación, financiamiento, desconocimiento social, débil seguridad jurídica, entre otras.

Para el caso concreto del Ecuador, en la Tabla 1.3, se identifican los principales factores que han limitado el desarrollo o la consecución de avances en el ámbito de la eficiencia energética, aspecto que es sumamente importante identificar, ya que, a partir de esta información, se deben buscar alternativas que permitan superarlas.

Tabla 1.3. Principales barreras de EE en el Ecuador [29]

Barreras de Eficiencia Energética en el Ecuador	
Barreras Informativas	Falta de información acerca de los beneficios que se pueden obtener al migrar a tecnologías más eficientes, provoca que medidas de EE implementadas no tengan los resultados esperados, además de derivar en un desinterés por parte de las personas en materia de eficiencia.
Barreras Tecnológicas	Poco desarrollo de tecnologías en el país y falta de laboratorios acreditados para la evaluación de eficiencia o normalización.
Barreras Conductuales	La poca evidencia de un modelo exitoso de EE conlleva a que las personas se rehúsen al cambio de su comportamiento. El desconocimiento, temas culturales y tradicionales provocan esta barrera.
Barreras Económicas	El subsidio actual de la electricidad, hace que los consumidores no sean conscientes del verdadero costo de la energía por lo que no perciben necesario un cambio, además para proyectos de EE se tienen pocas líneas de crédito por diversos motivos entre los cuales está la falta de instrumentos para evaluar la solidez de forma correcta.
Barreras Técnicas	En el país son reducidas las empresas que brindan asesoría en el desarrollo e implementación de proyectos de EE, debido a la falta de personal capacitado en esta área. Esto deriva en pocos

Barreras de Eficiencia Energética en el Ecuador	
	instrumentos de evaluación de los beneficios que podrían obtenerse, poca competencia y desarrollo, lo que su vez conlleva a elevados precios de instalación, mantenimiento y reparación de tecnologías alternativas volviendo a los proyectos de EE poco atractivos.
Barreras Normativas de Incentivo	La falta de incentivos en tecnologías de EE provoca que las empresas no se motiven a realizar cambios sustanciales en su consumo. Dado que generalmente se trata de proyectos con alta inversión, se rehúsan a realizar cambios y prefieren continuar con tecnologías obsoletas.
Desarticulación Institucional	La LOEE determina que los GADs deben brindar incentivos y control al tema de eficiencia, para lo cual deberán desarrollar políticas articuladas con la normativa de los diferentes sectores (eléctrico, construcción, transporte, etc), sin embargo, la falta de interés institucional y la desarticulación presente entre el gobierno central y los municipios no han permitido que este tipo de normativas se desarrollen.

1.3.7.1 Acciones a futuro para superar las barreras

Debido a la importante inversión estatal, en el Ecuador la oferta energética ha ido evolucionando hasta alcanzar una participación renovable mayoritaria, lo que implica un gran avance en el tema de la oferta de generación. En contraste, la situación de la eficiencia en el sector de la demanda aún es incipiente dadas las barreras antes mencionadas y a la falta de sostenibilidad a largo plazo. Para lograr superar estas barreras, se deben analizar a profundidad soluciones concretas orientadas a los sectores prioritarios del consumo.

Por ejemplo, para el caso concreto de Ecuador, se visualiza que el subsector del transporte es el mayor consumidor de energía, por lo que es fundamental la implementación de medidas de eficiencia que promuevan el uso de vehículos híbridos y eléctricos, optimizando el transporte de carga, promoviendo el uso de transporte público, para lo cual el trabajo coordinado entre GADs y gobierno central es fundamental. Así mismo se identifica la necesidad de la incorporación de mayores mecanismos de gestión de la demanda.

Ejemplos de medidas que podrían evaluarse son:

- Incorporar proyectos de mantenimiento y sustitución de equipos ineficientes para centrales de generación, con el fin de aumentar el rendimiento y factores de planta, que se traducen en costos de generación más bajos.

- Prohibir la compra de equipamiento de alto consumo y eliminar aranceles a equipos eficientes con el fin de garantizar la adquisición de esta clase de equipos.
- Realizar capacitaciones periódicas a personal técnico especializado en EE, tanto en el sector público como privado.
- Establecer estándares mínimos para edificaciones, utilizando etiquetas que muestren el desempeño energético, para ellos es imperativo la coordinación del gobierno central y los gobiernos descentralizados.
- Instaurar de manera obligatoria sistemas de gestión de la energía (ISO 50001) en grandes empresas, anexados de incentivos y programas de financiación.
- Continuar con los proyectos RENOVA del parque automotor enfocándose en las flotas de transporte público y pesado.
- Establecer estándares mínimos para la importación de vehículos nuevos.
- Rearticular la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica y la Ley de Eficiencia Energética con incentivos claros para que todos los sectores se vean interesados e involucrados, además exigir el trabajo conjunto entre el gobierno central y gobiernos descentralizados para el desarrollo de regulaciones y normativas viables con la realidad actual del Ecuador.
- Informar a la sociedad acerca de los múltiples beneficios que se pueden obtener a partir de la EE. Motivar a los dirigentes de diferentes sectores mediante capacitaciones que amplíen su conocimiento en EE, además difundir los beneficios de la eficiencia energética con campañas que incentiven la inversión en tecnología eficiente.
- Buscar la participación activa de academia en soluciones de EE y promover fuentes de finamiento para la investigación y desarrollo en proyectos de EE.
- Brindar incentivos tributarios al sector industrial y comercial que motiven la inversión de proyectos de EE, además focalizar los subsidios, puesto que no todos los beneficiarios actuales son de un nivel socioeconómico bajo.
- Fomentar la creación de empresas de servicios energéticos y acreditación de auditores energéticos, a fin de contar con personal capacitado en el área, así como generar un ambiente de competencia o mayor oferta de servicios energéticos.
- Implementar mecanismos de financiamiento para la implementación de medidas y programas de EE, mediante créditos accesibles y tasas preferenciales.
- Instalar medidores inteligentes en industrias y residencias para el monitoreo y gestión de la energía, de esta manera programar un consumo controlado y detectar fallas en el sistema.

2. METODOLOGÍA

En este capítulo se desarrolla la metodología propuesta para evaluar el ahorro y la factibilidad de implementación de un conjunto de medidas de eficiencia energética para el Ecuador; la evaluación se realiza desde el ámbito técnico y normativo, para lo cual además se determina un orden jerárquico, con el fin de priorizar aquellas medidas que brinden mejores resultados en base a las condiciones únicas de cada sector.

Como etapa preliminar se parte de una lista de posibles medidas a evaluar, las cuales parten del análisis realizado en el capítulo anterior, y que se resumen en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Lista de posibles medidas de EE a evaluar

Nombre de la medida	Sector	Descripción
Difusión de buenas prácticas de Eficiencia Energética	Residencial/ Comercial y Servicio Público	Desarrollar programas de capacitación sobre buenas prácticas de EE.
Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001	Industrial	Impulsar la obtención del certificado ISO 50001 por parte de las industrias.
Difusión de técnicas de conducción eficiente.	Transporte*	Desarrollar programas de capacitación sobre técnicas de conducción eficiente.
Implementación de Auditorías Energéticas	Industrial/ Comercial y Servicio Público	Implementar auditorías energéticas como mecanismo de ahorro y eficiencia energética.
Etiquetado vehicular	Transporte*	Implementar sistemas de etiquetado vehicular para identificar el rendimiento energético.
Etiquetado de EE en edificaciones	Residencial/ Comercial y Servicio Público	Implementar el etiquetado de EE en edificaciones.
Fomentar la creación de empresas de servicios energéticos.	Industrial	Incentivar la creación de empresas ESCOs en el país por medio de incentivos.

Nombre de la medida	Sector	Descripción
Sistemas de calentamiento de agua con energía solar.	Residencial	Promover la instalación de sistemas de calentamiento de agua con energía solar en residencias.
Renovación de motores, y calderas	Industrial	Reemplazar motores y calderas ineficientes en el sector público y privado por medio de incentivos.
Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos.	Industrial/ Comercio y Servicio Público	Instalar sistemas de variación de frecuencia en motores asíncronos.
Instalación de sistemas de medición avanzada (Inteligentes)	Industrial/ Comercial y Servicio Público	Instalación de medidores inteligentes de energía, para conocer de forma detallada el consumo energético.
Reactivación del Plan RENOVA Vehicular	Transporte*	Reactivar y expandir el programa RENOVA, para reemplazar vehículos ineficientes que prestan servicio de transporte.
Incorporación de vehículos eléctricos, híbridos y de nuevas tecnologías.	Transporte*	Establecer las condiciones mínimas para la importación de vehículos de este tipo, de igual manera establecer incentivos para la fabricación nacional e importación de vehículos HEV, EV.
Fomentar la participación de la generación distribuida	Residencial	Establecer nuevos mecanismos para incentivar el uso de energías renovables.
Controladores demanda Pico	Residencial/ Industrial	Establecer un límite de demanda energética y asignar prioridades para la desconexión de cargas, para no superar el valor configurado.
Controladores de Factor de Potencia	Residencial/ Industrial	Permiten monitorear los principales parámetros eléctricos en una instalación, para disminuir o eliminar las pérdidas por bajo factor de potencia.

Nombre de la medida	Sector	Descripción
Control Inteligente de Iluminación y Temperatura	Residencial/ Industrial	Permiten controlar y automatizar los sistemas de iluminación y temperatura.
Aprovechamiento de calor en las Industrias	Industrial	Utilizar el calor residual de los procesos productivos para generar energía utilizando procesos de generación termoeléctrica.
*En el capítulo anterior se planteó una serie de medidas de eficiencia a nivel multisectorial, no obstante, este capítulo se centra en medidas que puedan ser implementadas o desarrolladas por el sector eléctrico, es decir, el sector transporte solo se considerara en el primer filtro de la primera etapa de la metodología, donde se identifica como un sector potencial para el ahorro energético, pero que para fines de este trabajo de titulación no se evalúa.		

2.1 ETAPAS METODOLÓGICAS.

Para el desarrollo de la metodología propuesta en este trabajo de titulación, se tomó como referencia el documento “Estado de la Eficiencia Energética en Ecuador: Identificación y Cuantificación de Oportunidades” elaborado por la Dirección de Análisis y Estrategia de Energía (DAEE) pertenecientes a la Corporación Andina de Fomento (CAF) [30]. La metodología consta de tres etapas (Figura 2.1.), mismas que se describen a continuación:

- **ETAPA 1:** *Análisis macro de medidas de EE potenciales que pueden desarrollarse en distintos sectores de consumo energético (residencial, comercial y servicio público, industrial).* El análisis toma en cuenta parámetros como: consumo por sectores, potencial de ahorro, alcance, entre otras. De este análisis pasarán para la evaluación a la siguiente etapa, aquellas medidas que ofrezcan un mayor potencial de beneficios o ahorros.

Objetivo: Priorización de sectores de consumo donde deben implementarse medidas de EE e identificación de medidas en cada sector priorizado con mayor potencial de ahorro o beneficios, desde un punto de vista macro.

- **ETAPA 2:** *Evaluar casos tipo para valorar los beneficios concretos de las medidas seleccionadas en la etapa anterior.* La evaluación económica y energética toma en consideración parámetros como: consumos, costos, grupos objetivos, índices de rentabilidad, entre otros parámetros.

Objetivo: Obtención de ahorros y costes estimados de cada una de las medidas de EE seleccionadas e identificación y propuesta de indicadores de desempeño energético para el monitoreo de resultados.

- **ETAPA 3:** *Análisis de factibilidad normativa para cada una de las medidas de EE seleccionadas.* El análisis considera las normas y leyes que rigen en la actualidad en el tema de ahorro y eficiencia energética, así como, las distintas barreras que no permiten la implementación de las medidas.

Objetivo: Identificación de las medidas de EE a implementarse a corto y largo plazo.

En la figura 2.1 se presenta un esquema general de la metodología propuesta con la secuencialidad de las etapas de análisis consideradas.

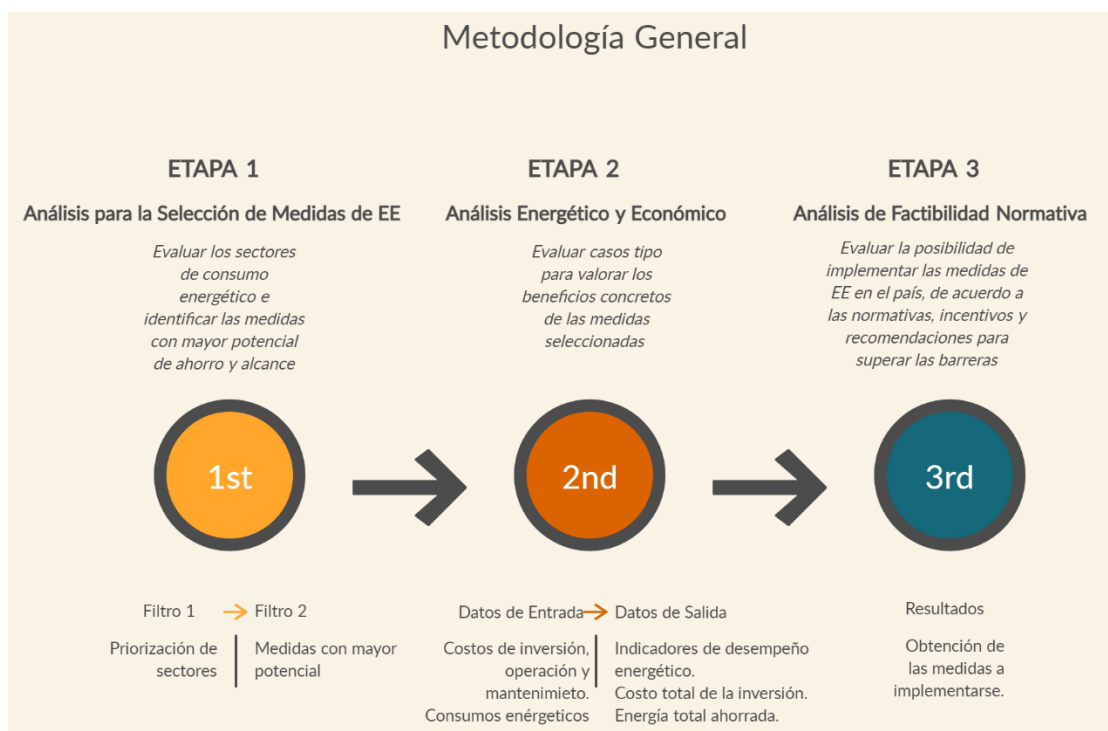


Figura 2.1. Esquema de la metodología general.

2.2 ETAPA 1: ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE MEDIDAS DE EE QUE SERÁN EVALUADAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN

La etapa 1 tiene como objetivo seleccionar un conjunto de medidas que en función de su potencial de ahorro energético sean las que se consideren para la implementación por ser las más beneficiosas para el país. Para el efecto se consideran medidas dentro de los sectores: residencial, industrial, comercial y servicio público. Previo al desarrollo de esta etapa se consideró al sector transporte, sin embargo, este sector queda excluido, ya que se seleccionarán medidas que puedan ser implementadas dentro del sector eléctrico.

Para cada medida seleccionada se estiman los ahorros potenciales tomando como referencia resultados encontrados en países como: Estados Unidos, España, otros de LAC, con esto se busca obtener una lista de medidas candidatas a ser implementadas². Todo este proceso considera dos filtros: uno que prioriza los sectores dependiendo de su consumo y otro donde se exponen los ahorros conseguidos citando experiencias internacionales.

2.2.1 PRIMER FILTRO: PRIORIZACIÓN DE SECTORES

Se realiza un análisis a nivel macro de los sectores de consumo energético y un vistazo general del estado de la EE en el Ecuador, con esto se busca conocer qué sectores y subsectores consumen la mayor cantidad de energía eléctrica, de esta manera enfocar los esfuerzos en implementar medidas de EE en estas áreas[30].

Para la priorización de los sectores y subsectores más importantes se consideran los siguientes criterios:

- **Consumo**

Indica la demanda de energía media por sector de consumo con el objetivo de identificar el alcance que presenta cada sector en el país, para esto se tienen en cuenta factores como: número de consumidores y empresas que corresponden a cada sector, contribución

² Es claro que cada país según sus condiciones propias generará beneficios en mayor o menor nivel, como resultado de la implementación de medidas de eficiencia energética. El uso de esta referencia es únicamente con el fin de identificar medidas exitosas a nivel mundial, que podrían desarrollarse localmente y generar sus propios ahorros o beneficios, mismos que se evaluarán en la siguiente etapa metodológica.

al PIB por actividad económica, consumo de energía eléctrica de cada sector y evolución de la energía a lo largo del tiempo [30].

- **Potencial de oportunidades**

Identifica las oportunidades con mayor potencial de ahorro que tiene cada sector, para esto se tienen en cuenta factores como: políticas de EE implementadas en el país, inversiones realizadas en el sector a enfocarse y el precio de la energía [30].

2.2.2 SEGUNDO FILTRO: MEDIDAS CON MAYOR POTENCIAL

Este filtro tiene como propósito determinar las medidas de EE con mayor potencial de ahorro y alcance, de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Ahorro Potencial Unitario**

Indica el ahorro que se obtendría al implementar dicha medida en empresas o industrias, para esto se aborda cada una de las medidas y se exponen los porcentajes de ahorros estimados que han tenido otros países [30].

- **Alcance y Escalabilidad**

Indica el nivel de penetración que se obtiene al implementar la medida, en la actualidad y a lo largo del tiempo, para esto se evalúan factores como: Grupo objetivo al cual beneficie la medida, barreras actuales, penetración actual y futura de la medida de acuerdo a las necesidades del país [30].

2.2.3 MEDIDAS SELECCIONADAS

Una vez finalizado el análisis se realiza una valoración conforme a los criterios mencionados anteriormente. Se califica con hasta 3 puntos (valoración alta) cada uno de los parámetros (ahorro potencial unitario y alcance y escalabilidad). De esta manera se elabora una lista de medidas de EE priorizadas.

2.3 ETAPA 2: ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

La etapa 2 tiene como objetivo evaluar a un nivel “macro” el impacto económico y energético de cada una de las medidas priorizadas en la etapa anterior. Para el efecto se consideran dos tipos de análisis: un análisis económico, donde se evalúa el estado financiero de cada proyecto, considerando el impacto que tiene cada medida dentro de la sociedad, es decir, los costes y ahorros estimados dependerán del grupo objetivo y el tipo de medida a implementarse (varían dependiendo del tipo de tecnología y el personal técnico capacitado disponible) y los beneficios serán tangibles (monetarios) e intangibles (ahorros medioambientales); y un análisis energético donde se estime la energía total ahorrada por medida. No obstante, para ciertos casos se necesitará de un análisis diferente al propuesto.

Este análisis es conservador y asume el precio de la energía (variable que cambia con el tiempo) constante, es decir, que solo cambia con la inflación [30], lo cual se acerca mucho a la realidad nacional.

El siguiente análisis estima los costes y ahorros de implementar las medidas seleccionadas, en base a los resultados de “casos modelos” realizados por una empresa dedicada al ámbito energético en el país.

Para cada una de las medidas seleccionadas, se plantea un análisis económico donde se incluye un análisis de rentabilidad y liquidez, y un análisis energético donde se proponen indicadores de desempeño que permitan monitorear y controlar la consecución de los resultados esperados.

A continuación, en la figura 2.2 se muestra la metodología propuesta para el análisis energético y económico de cada una de las medidas de EE a implementar.

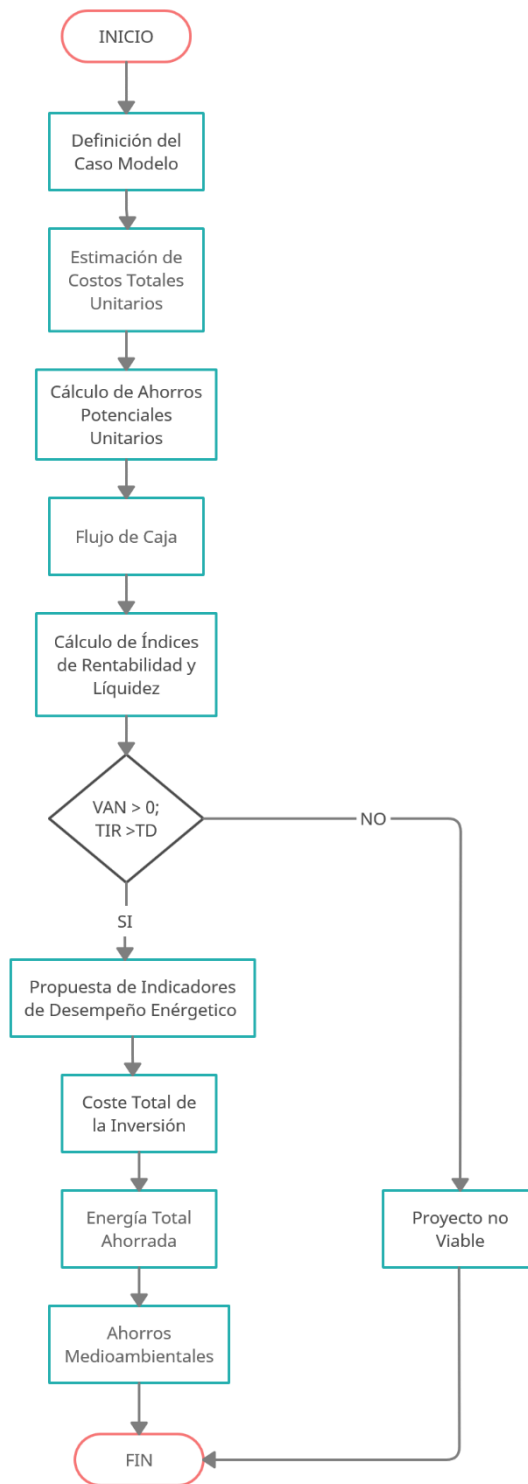


Figura 2.2. Diagrama de flujo para la evaluación de las medidas seleccionadas.

2.3.1 DEFINICIÓN DEL CASO MODELO

Para comenzar se describe de manera general el caso modelo de la medida propuesta, en este paso se analizan los requisitos que debe tener las empresas o consumidores:

- **Grupo objetivo o clientes potenciales:** Clientes a los cuales está enfocado la medida [30].
- **Horizonte temporal de la inversión:** Periodo de tiempo medido en años en el que se evalúa el proyecto, se puede tomar como la vida útil de una tecnología [31].

Para la evaluación monetaria y energética se toman como referencia datos reales de empresas, los cuales se mostrarán en la sección 3.2. Se asume que estas empresas son casos “modelos” y generalizables a grandes rasgos para la evaluación de medidas de eficiencia posibles.

Dentro de la información a utilizar para la evaluación de medidas están:

- Estimación de costos unitarios
- Estimación de consumos unitarios

2.3.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS TOTALES UNITARIOS

Los costos totales unitarios comprenden los costos de inversión, los costos de operación y mantenimiento, además se considera el precio de la energía y la tasa de descuento elegida para el cálculo de rentabilidad y liquidez.

- **Costo de inversión:** Costos asociados con la obtención de elementos productivos que generan beneficios en el tiempo, donde se consideran costo de equipos, instalaciones, capacitaciones, licencias, entre otros [31].
- **Costo de Operación y Mantenimiento:** Costos anuales relacionados con la producción en la planta o empresa por la aplicación de la medida en mención [31].
- **Precio de la Energía:** Para los casos de estudio solo se considerará el precio de la electricidad que se presenta en el Anexo A (pliego tarifario del servicio público de energía eléctrica) [22], y el precio del diésel (de ser necesario) a 1.50USD/gal.

- **Tasa de descuento:** Se refiere a la tasa que se utiliza para estimar los valores futuros al valor presente, en todos los casos de estudio la tasa de descuento elegida es la tasa de interés que brindan los bancos para proyectos de líneas verdes [31].

2.3.3 CÁLCULO DE AHORROS POTENCIALES UNITARIOS

El cálculo de ahorros potenciales unitarios se realiza con los datos de consumo de energía actual medidos dentro de las instalaciones y el consumo estimado posterior a la aplicación de la medida.

- **Ahorro en consumo anual de electricidad:** Es el resultado de la diferencia entre el consumo actual y el consumo posterior por año [30].
- **Ahorro económico por consumo anual de electricidad:** Es el resultado de la diferencia entre el consumo actual multiplicado por el precio de la electricidad y el consumo posterior por año multiplicado por el precio de la electricidad [30].

2.3.4 FLUJO DE CAJA

El flujo de caja es un análisis financiero entre los ingresos (ahorros y beneficios) y egresos (costos estimados) durante el horizonte temporal de la inversión, esta operación sirve para calcular los índices de rentabilidad y liquidez [30].

2.3.5 CÁLCULO DE ÍNDICES DE RENTABILIDAD Y LIQUIDEZ

- **Valor Actual Neto (VAN):** Indicador para estimar la ganancia al implementar un proyecto, considerando la inversión inicial, el flujo de caja y la tasa de descuento [31].

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^T \frac{Fc}{(1+t)^n} \quad (2.1)$$

Donde:

- I_0 : Costo de inversión [USD]
- T : Horizonte temporal de la inversión [años]
- Fc : Flujo de caja [USD]

- t : Tasa de descuento [%]

Tomando en cuenta el resultado del VAN se analiza el proyecto:

- El proyecto produce ganancias cuando $VAN > 0$
 - El proyecto produce pérdidas cuando $VAN < 0$
 - El proyecto no produce ganancias ni pérdidas cuando $VAN = 0$
- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Es la tasa de interés a la cual el valor actual neto se anula, indica si el proyecto es viable o no [31].

Tomando en cuenta el resultado del TIR se analiza el proyecto:

- El proyecto es viable cuando $TIR > \text{Tasa de descuento}$
 - El proyecto no es viable cuando $TIR < \text{Tasa de descuento}$
- **Período de recuperación:** Periodo de tiempo estimado de recuperación de la inversión, es la relación entre los costos de inversión y los ahorros anuales [31].

2.3.6 PROPUESTA DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO PARA EL MONITOREO DEL PROYECTO

Los indicadores de desempeño energéticos (IDEns) son utilizados para medir los resultados de un proyecto relacionado con el uso de la energía, consumo de la energía y eficiencia energética. Estos indicadores muestran un valor cuantitativo que pueden ser un único parámetro, un único cociente o un modelo complejo [32].

Los IDEns pueden variar dependiendo del proceso, servicio o equipo que se utilice, los que se consideraran para este análisis son:

- Consumo de energía por unidad de tiempo.
- Consumo de energía por unidad de producción.

No obstante, para determinar las variables que inciden en el consumo de energía, como por ejemplo la temperatura o la producción de un producto, se evalúa la relación entre estos dos factores mediante distintos métodos matemáticos, uno de ellos es la regresión lineal,

de esta manera si el factor de correlación es mayor a 0.75, estas variables se pueden utilizar para monitorear los ahorros del proyecto, casi contrario no.

Otros indicadores utilizados para el monitoreo del proyecto que se tomaron en cuenta fueron la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI y el consumo de combustible (en el caso que aplique) [33].

2.3.7 COSTE TOTAL DE LA INVERSIÓN

Es el total estimado de la inversión requerida para implementar la medida en el país, para esto se tiene en consideración el grupo objetivo y el costo de inversión unitario [30].

$$\text{Inversión total} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Costo Inversión unitario} \quad (2.2)$$

2.3.8 ENERGÍA TOTAL AHORRADA

Es el total estimado de la energía ahorrada al implementar la medida en el país, se obtiene mediante la multiplicación del ahorro unitario en consumo anual de electricidad por el grupo objetivo [30].

$$\text{Energía ahorrada} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Ahorro unitario de electricidad} \quad (2.3)$$

2.3.9 AHORROS MEDIOAMBIENTALES

Es una estimación total de la reducción de gases de efecto invernadero al implementar la medida en el país, se calcula utilizando el factor de emisión de CO₂ [30].

$$\text{Reducción de emisiones de CO}_2 = \text{Energía ahorrada} \times \text{Factor de emisión de CO}_2 \quad (2.4)$$

- **Factor de emisión de CO₂:** “Es la masa estimada de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera, por cada unidad de MWh de energía eléctrica generada en base a la combustión de combustible fósil” [34].

2.4 ETAPA 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD NORMATIVA

La metodología propuesta se basa en evaluar medidas que puedan tener un alto impacto, identificando los costos-beneficios, no obstante, cabe recalcar que si estas medidas no vienen acompañadas con un conjunto de acciones políticas complementarias no tendrán

los resultados esperados, por esta razón es necesario realizar un análisis de factibilidad considerando la actualidad normativa del Ecuador.

Esta última etapa completa la metodología general y tiene como objetivo analizar la factibilidad normativa de cada una de las medidas seleccionadas, considerando las normas y leyes que rigen actualmente en el país, así como, las barreras que tiene cada medida para su implementación.

En este punto se evaluará de manera breve las medidas de EE seleccionadas categorizándolas en dos secciones: medidas factibles con el escenario normativo actual y medidas factibles con cambios normativos o regulatorios.

- **Medidas factibles con el escenario normativo actual:** se refiere al conjunto de medidas factibles de implementarse de manera inmediata.
- **Medidas factibles con cambios normativos o regulatorios:** se refiere al conjunto de medidas que necesitan cambios en las políticas actuales para poder implementarse en un futuro.

Para finalizar, se evalúan las principales barreras (económicas, informativas, conductuales, entre otras) y beneficios (incentivos, ahorros económicos y energéticos, entre otros) que tiene cada medida seleccionada y de esta manera englobar toda la metodología planteada.

3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

La metodología propuesta se aplica a todas las medidas multisectoriales descritas en la tabla 2.1 del capítulo Metodología, sin embargo, a medida que se analicen las etapas y las secciones de cada etapa, estas medidas serán priorizadas y solo las que cuenten con los mayores beneficios y ahorros serán tomadas en cuenta para su implementación.

Tomando en consideración los objetivos principales de este trabajo de titulación se priorizarán aquellas medidas que contribuyan a mejorar la eficiencia energética dentro del sector eléctrico, es decir medidas dentro del sector transporte no se considerarán, posterior a su análisis macro en la primera sección de la etapa 1.

3.1 APLICACIÓN DE LA ETAPA 1: ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE MEDIDAS DE EE QUE SERÁN EVALUADAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN

Para evaluar el estado de la Eficiencia Energética en el Ecuador es necesario conocer el consumo total de energía en el año base (2020) y las principales medidas que se han venido aplicado en los diferentes sectores de consumo energético (industrial, transporte, residencial, comercial y servicio público).

Según datos del Balance Energético Nacional en el año 2020 el consumo total de energía fue de aproximadamente 83,1 millones BEP, siendo el sector de transporte el de mayor consumo con 37,74 millones BEP, seguido del sector industrial con 14,7 millones BEP y el tercer sector de mayor consumo es el residencial con 13,03 millones BEP[5].

En la figura 3.1. se puede observar el consumo energético por sectores.

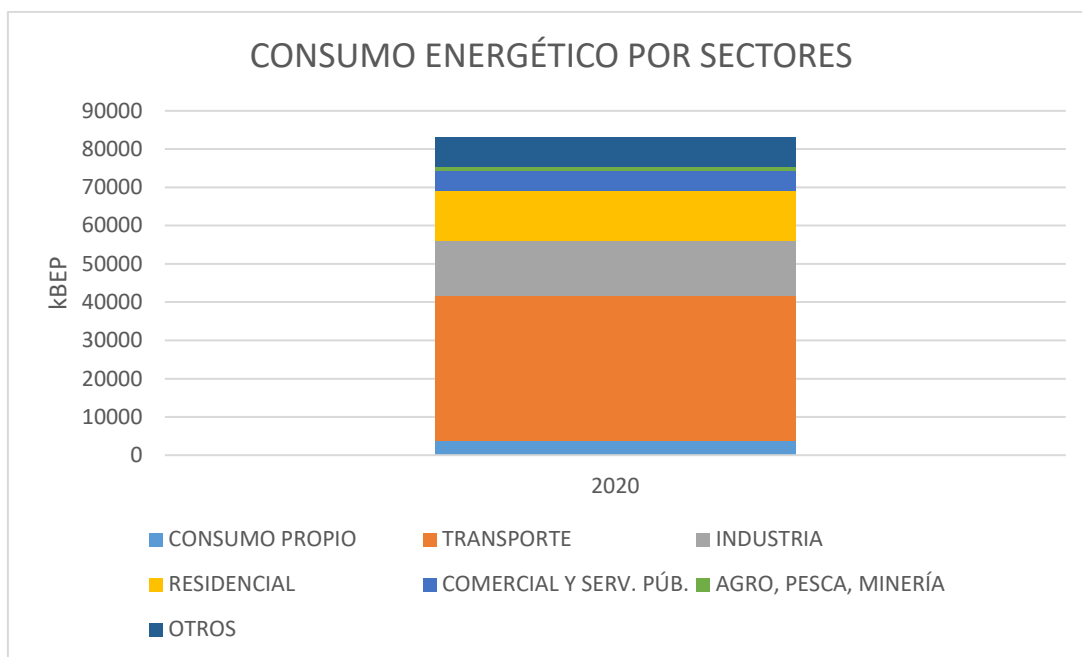


Figura 3.1. Consumo Energético por sectores [5].

A continuación, en la Tabla 3.1. se presenta un resumen de las principales normas y medidas de EE implementadas por sectores de consumo.

Tabla 3.1. Normas y medidas de EE implementadas por sector de consumo energético

Sector	Normativas y Medidas de EE
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Normalización y Etiquetado de Equipos que Consumen Energía. <ul style="list-style-type: none"> Eficiencia Energética en la Industria. Participación de Autogeneradores en el Sector Eléctrico. Participación de los Autogeneradores a través de la cogeneración. Marco normativo para la participación en generación distribuida de empresas habilitadas para realizar la actividad de generación
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Renovación del parque automotor (RENOVA). Esquema Tarifario para la Introducción de los Vehículos Eléctricos en el Ecuador. Modelo de Contrato de suministro para los proveedores del servicio de carga de energía a vehículos eléctricos.
Residencial	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución masiva de focos incandescentes por ahorradores. <ul style="list-style-type: none"> Proyecto N° 1 Sustitución de Refrigeradoras. Programa de eficiencia energética para cocción por inducción y calentamiento de agua con electricidad (PEC). Programa de Normalización y Etiquetado de Equipos que Consumen Energía. Aseguramiento de la Eficiencia Energética en los Sectores Público y Residencial del Ecuador (SECURE).

Sector	Normativas y Medidas de EE
	<ul style="list-style-type: none"> • Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica.
<p align="center">Comercial y Servicio Público</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aluminado público eficiente. • Programa de Normalización y Etiquetado de Equipos que Consumen Energía. • Aseguramiento de la Eficiencia Energética en los Sectores Público y Residencial del Ecuador (SECURE). • Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica.

3.1.1 APLICACIÓN DEL PRIMER FILTRO: PRIORIZACIÓN DE SECTORES

En este filtro se busca realizar un análisis macro de los principales sectores de consumo de energía y priorizar cada uno de estos sectores de acuerdo con las necesidades del país, tomando principalmente los sectores de consumo eléctrico y describiendo ciertas oportunidades de ahorro y eficiencia de energía.

Para el efecto se consideran los siguientes criterios para la valorización:

3.1.1.1 Criterio por Consumo

Cómo se mencionó anteriormente en la metodología, el objetivo de este criterio es identificar que tan representativo es cada sector energético en el país, esta información será de utilidad para saber el público objetivo de cada sector, para esto se describen los siguientes factores:

- **Número de clientes, empresas y vehículos consumidores de energía**

En la Tabla 3.2. se presenta la evolución histórica del número de clientes de las empresas distribuidoras desde 2011 hasta 2020, datos que se pueden adquirir del documento “Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico 2020”, elaborado por la Agencia de Regulación Y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables [35].

Tabla 3.2. Evolución histórica del número de clientes de empresas distribuidoras [35].

Año	Clientes Regulados					Total		
	Residencial	Comercial	Industrial	Otros	SAPG	Regulados	No Regulados	General
2011	3.675.992	413.904	47.137	52.081	364	4.189.478	57	4.189.535
2012	3.853.176	439.253	48.068	57.802	211	4.398.510	57	4.398.567
2013	4.010.640	445.946	49.204	68.263	308	4.574.361	58	4.574.419

Año	Clientes Regulados					Total		
	Residencial	Comercial	Industrial	Otros	SAPG	Regulados	No Regulados	General
2014	4.117.661	456.055	48.390	72.010	557	4.694.673	57	4.694.730
2015	4.224.115	465.847	46.682	74.014	387	4.811.045	106	4.811.151
2016	4.333.914	470.042	44.567	75.825	504	4.924.852	116	4.924.968
2017	4.468.496	481.571	43.231	77.997	231	5.071.526	164	5.071.690
2018	4.559.192	486.337	42.839	79.210	267	5.167.845	190	5.168.035
2019	4.654.883	495.793	42.058	80.671	-	5.273.405	195	5.273.600
2020	4.751.187	495.079	41.251	80.976	-	5.368.493	204	5.368.697

Los clientes no regulados son grandes consumidores o autogeneradores con consumo propio, estos se conectan directamente a la red de transmisión o distribución de acuerdo a sus necesidades, en cambio los clientes regulados son consumidores que reciben el suministro de la energía eléctrica directamente de la empresa distribuidora.

En la Tabla 3.2. se observa que la mayor cantidad de clientes se encuentran en el sector residencial y comercial, no obstante, el sector industrial (incluyendo la energía generada no disponible para sector público y la energía entregada a grandes consumidores) es el mayor consumidor de energía eléctrica del país [5].

Las empresas en el país por sectores económicos (Figura 3.2) y tamaño (Figura 3.3), en el año 2020 según el INEC fue de 846 265 [36].

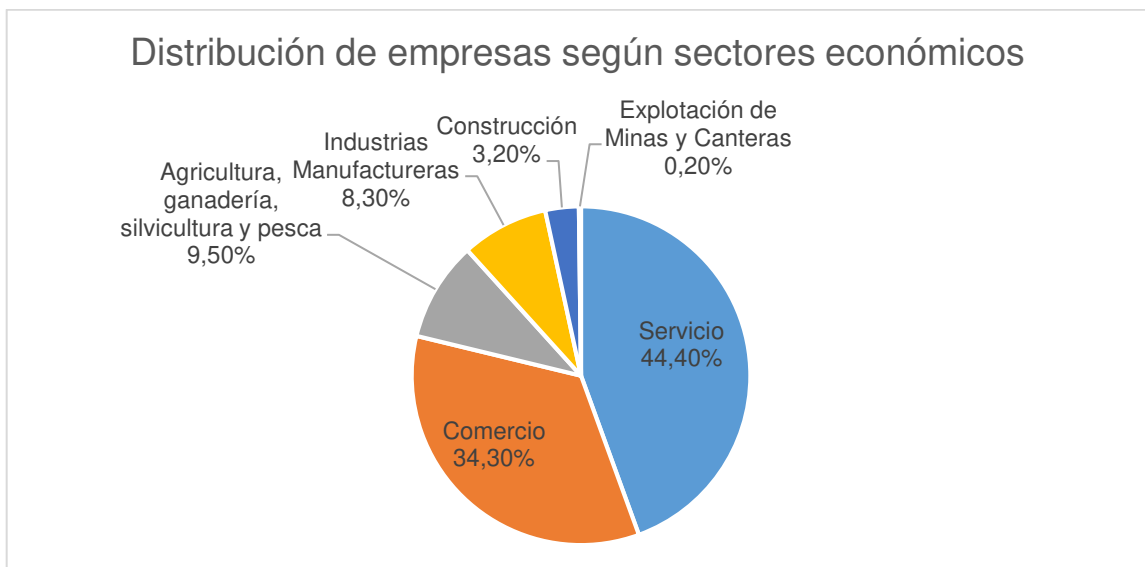


Figura 3.2. Distribución de empresas según sectores económicos [36].

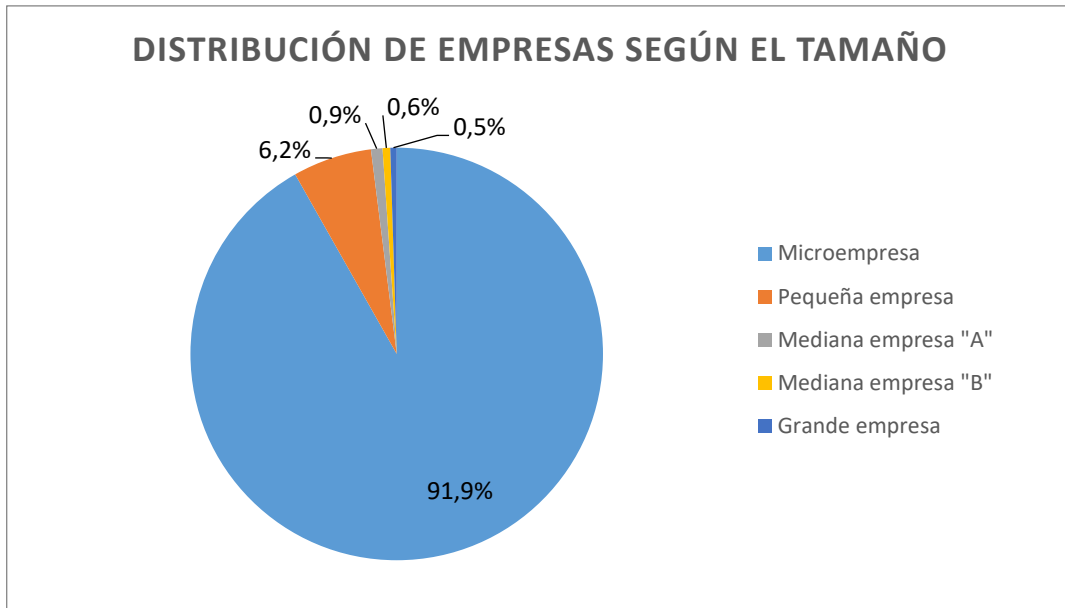


Figura 3.3. Distribución de empresas según el tamaño [36].

En el sector transporte se identifican qué tipo de vehículos existen en mayor cantidad en el país, para este sector solo se toma en cuenta el transporte terrestre que es el de mayor consumo energético en el país [5]. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) nos indica que “el número de vehículos motorizados matriculados es de 2 361 175, de estos el 29,6% son automóviles; 26,7% motocicletas; 18,1% camionetas; 16,8% SUVs; 4,5% camiones y el 4,4% pertenece a la categoría otros, donde se incluyen ambulancias, tráileres, vagonetas, autobuses, furgonetas y otros sin clasificar”[37],

- **Contribución al PIB por actividad económica no petrolera.**

Así mismo, para conocer hacia qué sectores o tipo de empresas enfocarse se considera la contribución al PIB por actividad económica, que se observa en la figura 3.4.

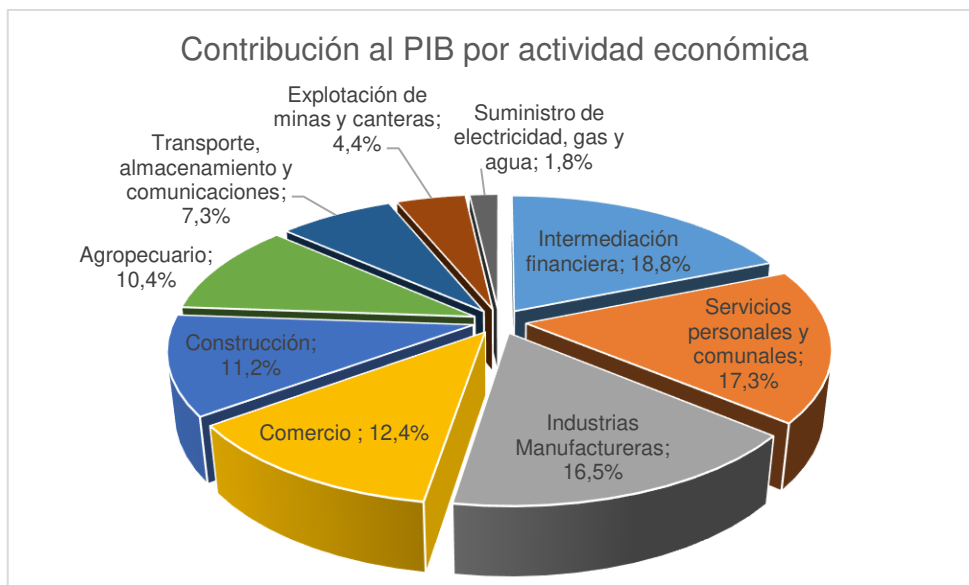


Figura 3.4. Contribución al PIB por actividad económica³.

- **Rango de consumo eléctrico por sectores**

Dentro del Reglamento de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética los sectores dependiendo del tipo de actividad se clasifican por rango de consumo de energía eléctrica (grande, medianos y pequeños consumidores), esta clasificación se observa en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Clasificación de consumidores de energía eléctrica (KWh-mes)[14].

Sector	Actividad	Grande	Mediano	Pequeño
Secundario	Industrial	Mayor a 500 000	Entre 20 000 y 500 000	Menor a 20 000
	Comercial	Mayor a 500 000	Entre 20 000 y 500 000	Menor a 20 000
Terciario	Público	Mayor a 500 000	Entre 20 000 y 500 000	Menor a 20 000
	Residencial	Mayor a 1 500	Entre 300 y 1 500	Menor a 300

- **Consumo de energía por fuentes en cada sector**

Se identifica el consumo por fuentes de cada sector del país en el año 2020, información entregada por el Balance de Energía Nacional:

³ <https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/perfil-nacional.html?theme=2&country=ecu&lang=es>

Transporte: El sector transporte se define como el mayor consumidor de energía del país, demandando aproximadamente 99% de energía proveniente del diésel y de las gasolinas. En la figura 3.5 observamos el consumo energético por fuentes del sector Transporte.

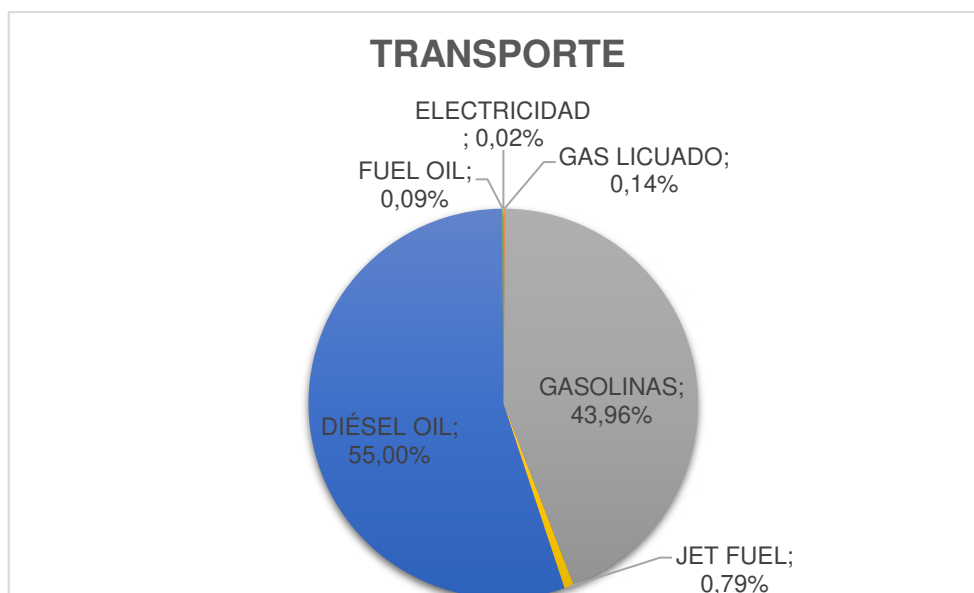


Figura 3.5. Consumo Energético por fuentes del sector Transporte [5].

El transporte terrestre presentó una demanda del 94%, siendo el transporte de carga pesada el subsector con mayor participación. Además, respecto al consumo de gasolinas los vehículos de pasajeros (autos, SUVs, motos, taxis) fueron los mayores consumidores con 47,1% [5].

Industrial: En el sector industrial las principales fuentes de energía fueron la electricidad con 43,5% y el diésel con 25,6% de participación, además, el mayor crecimiento de consumo fue en los productos de caña pasando a consumir un 72% más desde el 2010 al 2020 [5], esto significa un incremento en cogeneración sobre todo en industrias azucareras que aprovechan este recurso. En la figura 3.6 observamos el consumo energético por fuentes del sector Industrial.

El consumo de energía eléctrica en este sector alcanza aproximadamente los 4 820GWh para clientes regulados [35], sin embargo, tomando en cuenta la energía entregada a grandes consumidores y la energía producida que no está disponible para servicio público la demanda del sector industrial alcanza 10 143GWh [5].

El sector industrial a pesar de tener un elevado consumo de energía con respecto a otros sectores, se mantiene bajo en relación a otros países de la región [30].

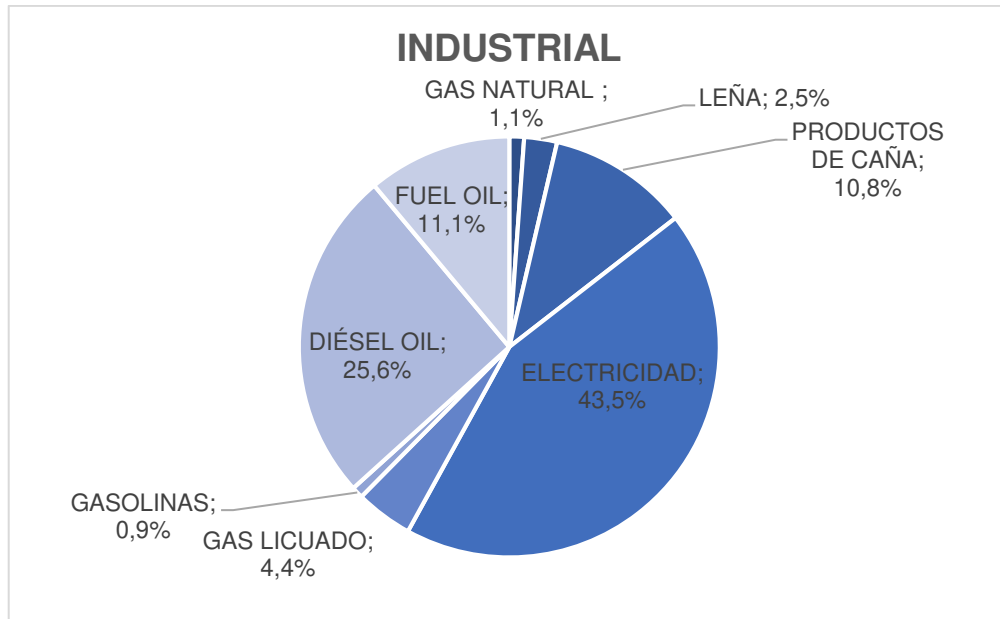


Figura 3.6. Consumo Energético por fuentes del sector Industrial [5].

Residencial: En el sector residencial la fuente de energía más demandada fue el GLP con el 51,8%, seguido de la electricidad con el 38,4%, lo que representa 8 063GWh de consumo eléctrico [5]. En la figura 3.7. observamos el consumo energético por fuentes del sector Residencial.

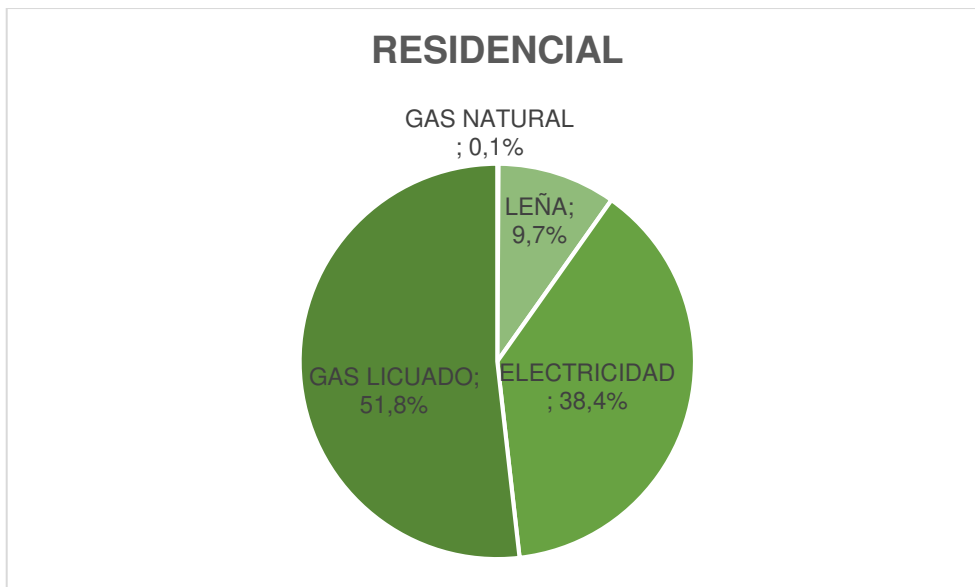


Figura 3.7. Consumo Energético por fuentes del sector Residencial [5].

Comercial y Servicio Público: En el sector comercial y de servicio público las fuentes de mayor demanda fueron la electricidad con el 77% y el diésel con el 14,8%. En la figura 3.8. observamos el consumo energético por fuentes del sector Residencial.

El consumo de energía eléctrica en el sector comercial fue de 3 420GWh [35], sin embargo, dentro de este sector se considera servicios, administración pública y el sistema de alumbrado público que aumenta la demanda a 6 648GWh [5].

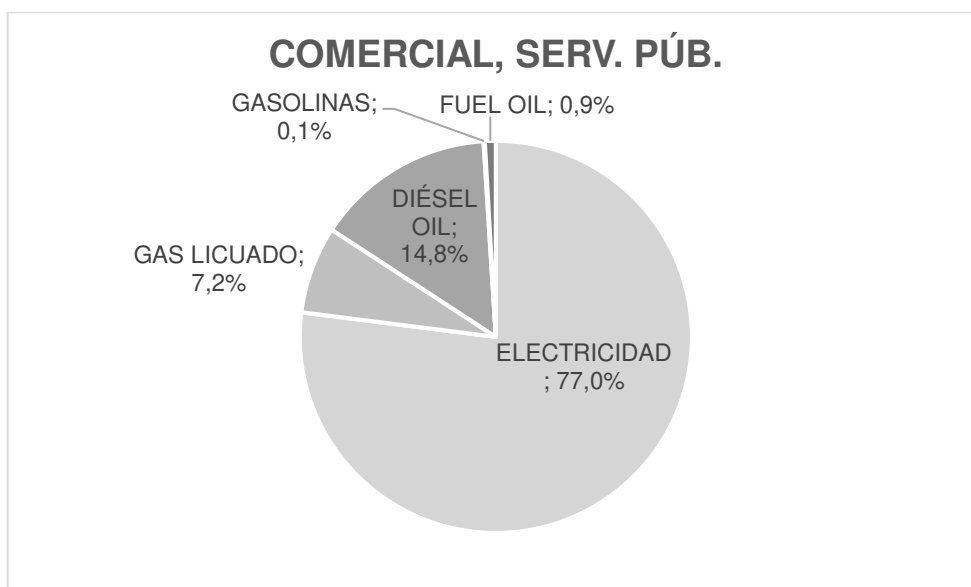


Figura 3.8. Consumo Energético por fuentes del sector Comercial y Servicio Públicos [5].

- **Evolución histórica del consumo de energía eléctrica y no eléctrica.**

Para identificar la proyección a futuro de cada sector y de esta manera enfocar las medidas y estrategias hacia los de mayor demanda, se presenta la evolución histórica del consumo de energía y del consumo de electricidad por sectores entre los años 2009 al 2020.

Los sectores de transporte y de comercio, servicio público presentan un incremento de variación anual media del 6,4% y 4,5% respectivamente entre los años 2009-2019 [38], siendo los sectores de mayor proyección de consumo energético. En la figura 3.9 observamos la evolución del consumo de energía por sector 2009-2020.

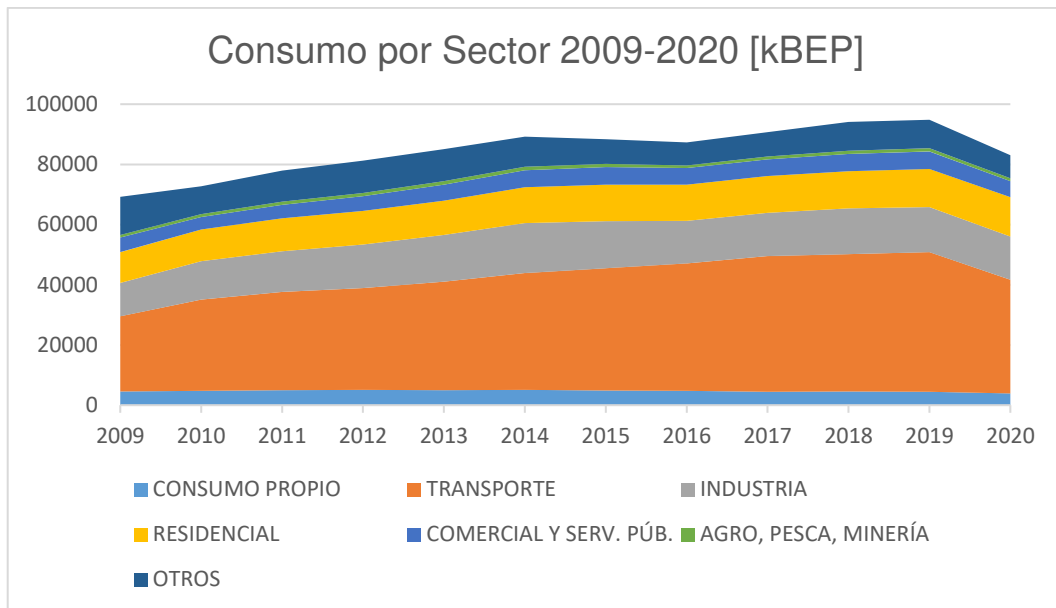


Figura 3.9. Evolución Histórica del Consumo de Energía por sector 2009-2020 [5], [38].

El sector industrial y de comercio, servicio público presentan un incremento de variación anual media del 5,7 % y 6,1% respectivamente entre los años 2010-2019 [38], siendo los sectores de mayor proyección de consumo eléctrico. En la figura 3.10 observamos la evolución del consumo de electricidad por sector 2010-2020.

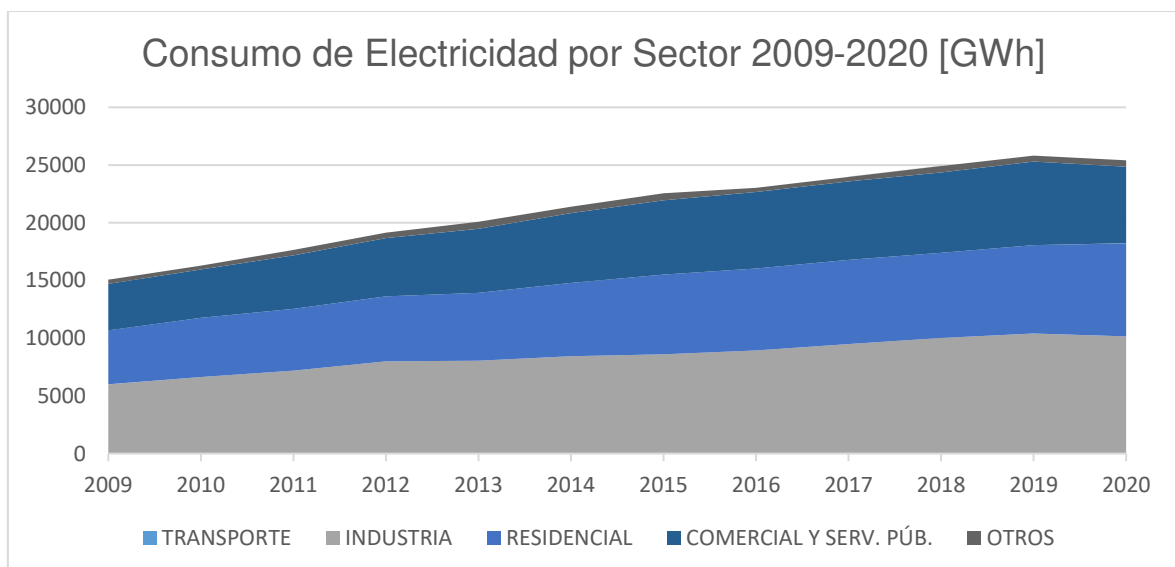


Figura 3.10. Evolución Histórica del Consumo de Electricidad por sector 2009-2020 [5], [38].

Siendo el año 2020 un año atípico debido a la pandemia por Covid-19, se lo excluyó para identificar las variaciones anuales y tener una idea más real respecto al consumo energético por sectores en un futuro.

3.1.1.1 Criterio por Potencial de Oportunidades

Una vez descritos de manera general cada sector de consumo energético, se identifican las oportunidades de ahorro y eficiencia energética.

- **TRANSPORTE**

El sector transporte hasta hace 10 años no contaba con políticas de EE, sin embargo, se han planteado acciones, resoluciones y proyectos como: los esquemas tarifarios para estaciones de carga rápida para vehículos eléctricos [22], el “Instructivo para la implementación del Etiquetado Vehicular” publicado por la Agencia Nacional de Tránsito ANT en abril de 2021 [39], y el proyecto de “Estrategia Nacional de Electro movilidad para Ecuador”, publicado en marzo del 2021 y realizado por el Banco Interamericano BID, que tiene por objetivo ser una guía para estructurar medidas y acciones que promuevan la adopción de la electro movilidad en el país [40]. Dentro del transporte público se ha fomentado la utilización de buses eléctricos en ciudades como Guayaquil y en años anteriores el uso de trolés en Quito.

Además, al ser un sector con alta dependencia a los combustibles fósiles, se presentan oportunidades para fomentar la utilización de vehículos eléctricos, y la creación de modelos de optimización para el transporte de cargas.

- **INDUSTRIAL**

El sector industrial mantiene un bajo nivel de optimización energética debido a: la carencia de políticas de EE específicas en este sector, pobre desarrollo tecnológico en temas de EE y un costo de energía subsidiado que no refleja los costos reales de generación.

Debido a estas características se identifican como principales acciones a realizar:

- La sustitución de tecnología obsoleta por tecnología eficiente tanto en motores, calderas, bombas y calentadores de agua.
- La implementación de auditorías energéticas sobre todo en grandes y medianas empresas que son las que más demandan energía eléctrica.

- La implementación de Sistemas de Gestión de energía basados en la norma ISO 50001 con el objetivo de aumentar el nivel de optimización de las industrias y mejorar su desempeño energético.

- **RESIDENCIAL, COMERCIAL Y SERVICIO PÚBLICO**

El sector residencial ha tenido un incremento del 23% en el consumo de GLP al año 2020 con respecto al 2010 [5], por esta razón es importante implementar medidas de EE que sustituyan el uso de GLP por electricidad como el proyecto PEC (actualmente congelado) u otros programas que involucren fuentes renovables como la energía solar.

En el sector residencial y comercial es donde más se han implementado medidas de EE, y donde existe un alto potencial de ahorro, debido al fuerte consumo de electricidad que demandan. Una oportunidad de desarrollo dentro de este sector es el fomento de la generación distribuida del cual ya existe un marco normativo, pero los consumidores desconocen los beneficios que pueden llegar a tener al implementar pequeños sistemas de generación a base de energías verdes, además del tema de subsidio eléctrico que siempre limita cualquier tipo de inversión en generación propia.

- **SUBSECTORES PRIORIZADOS**

Los subsectores o actividades que presentan un potencial de ahorro debido a su crecimiento económico son:

- Industria manufacturera
- Construcción
- Explotación de minas y canteras.

Dentro del sector industrial, el subsector de mayor importancia es la manufactura debido a su alta contribución al PIB (tercer lugar por actividad económica) y elevado consumo energético, por estas razones las medidas de EE propuestas en este trabajo, tendrán como grupo objetivo del sector industrial principalmente a empresas manufactureras.

Otro punto a considerar para evaluar el potencial de ahorro, es el precio de la energía, el cual es relativamente bajo comparado a otros países de la región, esto provoca que el tema

de EE sea de poco interés en los sectores de consumo del país y no se realicen las inversiones necesarias para su desarrollo. En la ANEXO A se presenta el precio del kWh en el Ecuador para los distintos niveles de voltajes y categorías.

En base al consumo energético y potencial de ahorro se identificaron oportunidades en todos los sectores, sin embargo, los sectores que priorizaremos en el caso de estudio son: el sector eléctrico residencial, industrial y comercial, por lo tanto, como resultado del filtrado, según la Tabla 3.4, se quedan por fuera del análisis todas las medidas relacionadas con el sector transporte.

Tabla 3.4. Selección de las medidas al aplicar el Primer Filtro

Nombre de la medida	Sector	Medida evaluable
Difusión de buenas prácticas de Eficiencia Energética	Residencial/ Comercial y Servicio Público	SI
Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001	Industria	SI
Difusión de técnicas de conducción eficiente.	Transporte	NO
Implementación de Auditorías Energéticas.	Industrial/ Comercial y Servicio Público	SI
Etiquetado vehicular	Transporte	NO
Etiquetado de EE en edificaciones	Residencial/ Comercial y Servicio Público	SI
Fomentar la creación de empresas de servicios energéticos	Industrial	SI
Sistemas de calentamiento de agua con energía solar	Comercial y Servicio Público	SI
Renovación de motores y calderas	Industria	SI
Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos.	Industria/ Comercial y Servicio Público	SI
Instalación de sistemas de medición avanzada (Inteligentes)	Industrial/ Comercial y Servicio Público	SI
Reactivación del Plan RENOVA Vehicular	Transporte	NO

Nombre de la medida	Sector	Medida evaluable
Incorporación de vehículos eléctricos, híbridos y de nuevas tecnologías.	Transporte	NO
Impulsar la participación de generación distribuida	Residencial	SI
Controladores demanda Pico	Residencial/ Industrial	SI
Controladores de Factor de Potencia	Residencial/ Industrial	SI
Control Inteligente de Iluminación y Temperatura	Residencial/ Industrial	SI
Aprovechamiento de calor en las Industrias	Industrial	SI

3.1.2 APLICACIÓN DEL SEGUNDO FILTRO: MEDIDAS CON MAYOR POTENCIAL

A continuación, se realiza un análisis de cada una de las medidas de EE, en donde se considera el ahorro potencial y el alcance de cada una de las medidas.

El ahorro potencial relaciona el beneficio que obtendría la empresa o industria al poner en marcha la medida de EE, en este factor se estima el consumo después de implementarse la medida, se puede tomar como referencia países que han adoptado medidas similares [30].

El alcance relaciona la inserción que representa la puesta en marcha de la medida en el momento actual y a lo largo del tiempo, en este factor es importante tener en cuenta el avance de la medida (si aplica), el número de consumidores participantes (grupo objetivo), las barreras que presentarían previo a su implementación y la penetración de la medida en función de la transformación de las necesidades [30].

Las medidas como: renovación de motores y calderas, instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos, control de demanda pico, de factor de potencia e iluminación y temperatura, así como el aprovechamiento del calor en las industrias, son consideradas como oportunidades de ahorro de energía dentro de la implementación de auditorías energéticas y sistemas de gestión de la energía (ISO 50001).

Sin embargo, se evaluarán a modo de ejemplo las primeras dos medidas que son: renovación de motores y calderas, y la instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos dentro de las industrias.

3.1.2.1 Difusión de buenas prácticas de Eficiencia Energética

Tabla 3.5. Análisis de la medida “Difusión de buenas prácticas de Eficiencia Energética”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>Esta medida tiene como objetivo difundir buenas prácticas de ahorro y eficiencia de energía, a través de todos los medios de comunicación y mecanismos disponibles (seminarios, folletos, radio, televisión, etc.) de esta manera con ejemplos prácticos concientizar a los consumidores, informando acerca de los beneficios que se pueden obtener con pequeños cambios en el uso de la energía.</p> <p>Se ha visto por experiencia internacional que la mejor forma de fomentar el uso eficiente de la energía es a través de una continua información al consumidor de actividades que realizar y equipamientos que puede utilizar para el ahorro y consumo eficiente de la energía.</p>	<p>Todo tipo de consumidores residenciales y comerciales alcanzando una cifra de aproximadamente 5 327 242⁴ beneficiarios.</p>	<p>La difusión de buenas prácticas de EE dan a conocer pequeñas medidas que no requieren de mucha inversión, y muchas veces que son de simple lógica al consumidor, para obtener beneficios; por lo tanto, el ahorro en si va a depender del cambio en el comportamiento de los consumidores, sin embargo, experiencias internacionales demuestran que la medida alcanza un 2-3% de ahorro por pequeña medida o acción implementada[41].</p>
	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS
	<p>En el país ya se han realizado este tipo de guías, una de ellas es la realizada por el Ministerio de Ambiente MAE llamada “Guía para el ahorro y uso eficiente de energía”[42], donde se abarcan temas en el sector residencial y parte del sector transporte.</p> <p>Esta medida principalmente va enfocada al sector residencial y al sector comercial y servicio público, abarca además de guías, todo tipo de divulgación ya sea por los medios de comunicación o por seminarios con el fin de informar los beneficios de seguir pautas</p>	<p>Barreras conductuales, barreras informativas.</p>

⁴ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

	para el uso eficiente y racional de la energía.	
--	---	--

3.1.2.2 Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001

Tabla 3.6. Análisis de la medida “Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>La Norma ISO 50001 establece directrices para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía SGen con el objetivo de mejorar continuamente el desempeño energético, la eficiencia energética y el uso y el consumo de energía de una organización o empresa, aplicando dentro de ella una política energética que de paso a un plan energético, con auditorías internas programadas cada cierto tiempo para tener un control y desarrollo constante de las pequeñas medidas sentadas dentro del programa energético.</p> <p>Los costos de inversión incluyen: costo de certificación y de auditorías externas; por referencias internacionales se sabe que en grandes empresas con alto consumo energético estos costos pueden variar de entre “105 000 – 210 000 USD” [43], el precio dependerá de que tan energo-intensiva es la empresa.</p>	<p>Todas las industrias manufactureras de tamaño grande y mediano aproximadamente 1700⁵ empresas.</p>	<p>El principal beneficio de integrar SGen en la industria es la reducción en el consumo de energía, al identificar y evaluar continuamente diversas Oportunidades de Ahorro de Energía OAE que favorecen a mejorar el desempeño energético en la empresa. “Como referencia se tiene el caso de EEUU, en el cual las empresas que adoptaron la norma ISO 50001 SGen encontraron ahorros promedio del 10 % en 18 meses, con ahorros anuales que van desde US\$87,000 – 984,000, con resultados que a menudo se logran mediante medidas operativas de bajo costo (o sin costo)” [43].</p> <p>Esta medida se considera una de las opciones más rentables si comparamos las ganancias en EE y el periodo de retorno de la inversión que generalmente es menor a 2 años [44].</p>
	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS

⁵ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

<p>Los costos de operación y mantenimiento están sujetos al recurso humano, es decir al equipo de técnicos encargados de administrar la energía, que se encargarán de realizar auditorías internas programadas con el fin de mejorar continuamente la gestión energética. El equipo de técnicos encargados de administrar la energía generalmente son personal existente en la empresa, sin embargo, en el Ecuador al ser esta una medida en proceso de desarrollo, se prevé que las industrias necesiten contratar servicios externos para capacitar a sus empleados en esta área.</p>	<p>El Ecuador al ser un país miembro del sistema ISO, adoptó la norma ISO 50001 desde el 2012, sin embargo, el número de empresas que cuentan con la certificación es muy reducido, puesto que la consideran una inversión riesgosa y no entra como prioridad dentro de su planificación económica.</p> <p>Actualmente, dentro del Reglamento de la LOEE se establece que los grandes consumidores de energía deben implementar de forma obligatoria la Norma ISO 50001 hasta el año 2025[14], por lo que dentro de los siguientes años la implementación de esta medida tendrá mayor protagonismo.</p> <p>El enfoque de la medida es dirigido a grandes y medianas empresas del sector industrial con alto consumo energético, principalmente en industrias manufactureras.</p>	<p>Barreras técnicas, barreras informativas, barreras normativas de incentivos.</p>
---	--	---

3.1.2.3 Implementación de Auditorías Energéticas

Tabla 3.7. Análisis de la medida “Implementación de Auditorías Energéticas”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>Esta medida tiene como objetivo determinar el consumo y costos energéticos de una empresa mediante procesos sistemáticos, a la vez que permite identificar y cuantificar</p>	<p>Todas las empresas grandes, medianas y pequeñas, sobre todo enfocados en los sectores de comercio, administración pública, manufactura, construcción, explotación de minas y canteras</p>	<p>El ahorro puede variar dependiendo del consumo energético de la empresa, pero generalmente se avistan ahorros de hasta un 19% en las facturas energéticas, con retornos de inversión de hasta 4 años[45]. De igual manera, se tiene</p>

<p>las oportunidades de ahorro de energía.</p> <p>Hay que considerar que las auditorías energéticas son el primer paso para el desarrollo de Sistemas de Gestión de la Energía.</p>	<p>aproximadamente un conjunto de 38 771⁶ empresas.</p>	<p>beneficios ambientales al proporcionar oportunidades como el uso de energías renovables.</p>
	<p>AVANCE Y ALCANCE</p>	<p>BARRERAS</p>
<p>Entre las principales acciones que pueden resultar de la auditoría se tienen la medición y control de variables como, por ejemplo:</p> <p>Control de demanda: permite regular la conexión de cargas por intervalos de tiempo programados por el usuario, supervisando la demanda de energía y limitándola a un valor máximo.</p> <p>Control de factor de potencia: permite monitorear de manera constante los principales parámetros eléctricos en la instalación, de esta manera se elimina o disminuye las pérdidas en el sistema, y se obtiene un ahorro económico al evitar multas por un bajo factor de potencia.</p> <p>Control de iluminación: permite controlar la cantidad y tipo de iluminación en una instalación de forme preprogramada, optimizando al máximo la energía usada.</p> <p>Control de temperatura: permite regular la temperatura en una instalación, reduciendo</p>	<p>El alcance de la medida es hacia el sector industrial, comercial y administración pública desde grandes empresas hasta Pymes, en el país existen varias organizaciones que se encargan de este servicio, sin embargo, esta medida aún es muy infravalorada dentro de algunas empresas al no considerar de importancia el tema de EE.</p> <p>Actualmente, la Regulación de la LOEE obliga a los grandes consumidores a realizar auditorías energéticas como medidas de EE, además de entregar el consumo mensual y anual de los últimos tres años [14].</p>	<p>Barreras técnicas, barreras informativas, barreras conductuales.</p>

⁶ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

en gran medida el consumo energético y económico.		
---	--	--

3.1.2.4 Etiquetado de EE en edificaciones

Tabla 3.8. Análisis de la medida “Etiquetado de EE en edificaciones”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>Es una medida normativa con el objetivo de informar a la ciudadanía los consumos energéticos en construcciones ya sea edificios o viviendas implementando el Etiquetado de Eficiencia en Edificaciones, de esta manera se puede evaluar los proyectos inmobiliarios y al tener los requerimientos energéticos como línea base ejecutar nuevas políticas y redirigir mecanismos de incentivos.</p> <p>Este tipo de etiquetado es muy similar al que rige en electrodomésticos brindando 7 clases de EE, desde la letra A hasta G, siendo la letra A la de mayor eficiencia y ahorro energético, para esto se evalúa el índice de prestaciones energéticas que viene expresado en KWh/m² año, es decir cuánto se consume por metro cuadrado en áreas como calefacción, iluminación, agua sanitaria, entre otras al año [46].</p>	<p>Todas las nuevas edificaciones y viviendas a construir, en el año 2020 el total de edificación a construir fue de 24 700 y el de viviendas a construir fue de 33 700 [47], en total tendremos un aproximado de 58 400 como grupo objetivo.</p>	<p>El principal beneficio que obtendrá el consumidor es el conocer el gasto anual de energía de su vivienda o edificación, además de que obliga a mejorar los estándares de calidad en construcciones.</p> <p>No se puede obtener un ahorro estimado de la medida, debido a que su implementación depende de varios factores políticos y normativos, sin embargo, se conoce que en Argentina una edificación correctamente aislada puede permitir un ahorro en el consumo de hasta un 60% [48], mientras que en países como Ecuador donde su clima es tropical, por lo general no se considera el aislamiento como un factor de ahorro importante [30].</p>
	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS
	<p>En el Ecuador en se han implementado ciertos estándares para edificaciones dentro de la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC, dentro de los capítulos de eficiencia energética, climatización y energías renovables, dichos estándares son puestos a</p>	<p>Barreras técnicas, barreras informativas, barreras conductuales, barreras normativas de incentivo.</p>

	<p>fiscalización y control por medio de los gobiernos autónomos descentralizados [2].</p> <p>La medida a corto plazo está enfocada en edificaciones y viviendas a construir en el sector residencial, comercial y servicio público, a largo plazo se espera implementar la etiqueta en edificaciones pre existentes.</p>	
--	--	--

3.1.2.5 Fomentar la creación de empresas de servicios energéticos

Tabla 3.9. Análisis de la medida “Fomentar la creación de empresas de servicios energéticos”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>Esta medida se categoriza como un mecanismo o recurso financiero para la implementación de medidas de EE.</p> <p>Los prestadores o Empresas de Servicios Energéticos (ESCO) se pueden definir como “persona natural o jurídica que brinda servicios energéticos o mejoras para la eficiencia energética en instalaciones o locales de usuarios y afronta un riesgo económico al realizar dichas actividades” [45].</p> <p>Las empresas de servicios energéticos te garantizan ahorros poniendo en marcha proyectos o medidas de eficiencia energética,</p>	<p>Todas las grandes empresas principalmente del sector manufacturero y construcción en total un aproximado de 753⁷.</p>	<p>Los principales beneficios que obtendrán los usuarios finales es conseguir ahorros en su consumo energético y el mejorar su eficiencia energética, además, tendrán la posibilidad de negociar contratos por desempeño energético donde su inversión o endeudamiento sea casi nula y una vez finalizados tendrán sus instalaciones con los beneficios antes mencionados sin un gran esfuerzo económico.</p> <p>Según estudios de la CEPAL el Ecuador tiene un potencial de mercado de ESCOs de “aproximadamente 100 a 150 millones de dólares anuales “[49].</p> <p>Mecanismo de implementación de medidas de eficiencia, recurso e instrumento de financiación para medidas de EE dentro de la industria</p>

⁷ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

<p>además, el riesgo económico que afrontan es el de financiar total o parcialmente la instalación sirviendo de garantía los futuros ahorros energéticos que se alcancen.</p> <p>Los ahorros previstos se verifican mediante el seguimiento del consumo energético durante todo el tiempo del proyecto, ya que el modelo de negocio de las empresas de servicios energéticos depende de estos ahorros.</p>	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS
	<p>En el país la Regulación de la LOEE provee directrices para poder ser parte del catálogo de proveedores de servicios de energía, dentro de este catálogo se clasifican en auditores energéticos, gestores de la energía y empresas de servicios energéticos, además, la Regulación brinda información acerca de las obligaciones de las ESCOs [14]. No obstante, hasta la fecha no existe un marco regulatorio con modelos de contratos y con incentivos claros para este servicio.</p> <p>El alcance del servicio que brindan las ESCOs va enfocado a grandes consumidores especialmente del sector industrial, sin embargo, si se contaran con las condiciones necesarias para el desarrollo de este tipo de empresas se podría considerar el sector comercial y servicio público.</p>	<p>Barreras técnicas, barreras informativas, barreras conductuales, barreras normativas de incentivo, barreras económicas.</p>

3.1.2.6 Sistemas de calentamiento de agua con energía solar

Tabla 3.10. Análisis de la medida “Sistemas de calentamiento de agua con energía solar”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>Esta medida tiene como objetivo el sustituir el sistema de calentamiento de agua tradicional (GLP y energía eléctrica) por sistemas de calentamiento de agua con energía solar, así mismo,</p>	<p>Todo tipo de hospitales y hoteles considerados como grandes y medianos consumidores un aproximado de 318⁸ empresas.</p>	<p>El ahorro estimado viene dado por la energía eléctrica o GLP desplazado al sustituir o combinar el sistema de calentamiento tradicional con el sistema de calentamiento por energía solar, tradicionalmente se parte de una</p>

⁸ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

<p>estos dos sistemas se pueden combinar.</p> <p>Los sistemas solares más empleados son los de baja temperatura donde el agua con aditivos consigue una temperatura menor a 90°, para este tipo de sistemas se utilizan captadores solares de placa plana y captadores solares de tubo de vacío [33].</p> <p>Este tipo de sistemas solares se emplean sobre todo en la producción de agua caliente sanitaria ACS en el sector residencial y de servicios, no obstante, se utilizan en la industria para cubrir necesidades de agua caliente que no excedan los 65°, en calefacción y en sistemas de aire acondicionado [33].</p> <p>La instalación para calentar el agua sanitaria consta de los siguientes sistemas: "sistemas de captación, sistemas de intercambio de calor, sistemas de acumulación, sistema auxiliar, sistema de consumo, sistemas de control y sistemas de circuitos hidráulicos" [33]. En la figura 2.12 se puede observar el esquema de la instalación para sistema de calentamiento de agua sanitaria.</p>		<p>línea base con datos como la demanda de litros por día, la temperatura final del agua, la eficiencia de los equipos utilizados, entre otros [33].</p> <p>Los ahorros económicos y energéticos que se pueden obtener con este tipo de tecnología renovable alcanzan hasta el 50% en relación con la línea base principalmente cuando se sustituye combustibles fósiles (GLP) que cuando se sustituye energía eléctrica[33].</p>
	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS
	<p>La constitución del Ecuador en su artículo 413 expone que el Estado se compromete a fomentar el uso de tecnologías limpias, para lo cual se han determinado algunos incentivos tributarios que actualmente están en vigencia como la exoneración de aranceles para la importación y exportación de este tipo de tecnologías.</p> <p>Este proyecto va enfocado al sector comercial y servicio público principalmente a grandes consumidores de energía en todo lo que es calentamiento de agua.</p>	<p>Barreras informativas, barreras económicas, barreras conductuales, barreras normativas de incentivo.</p>

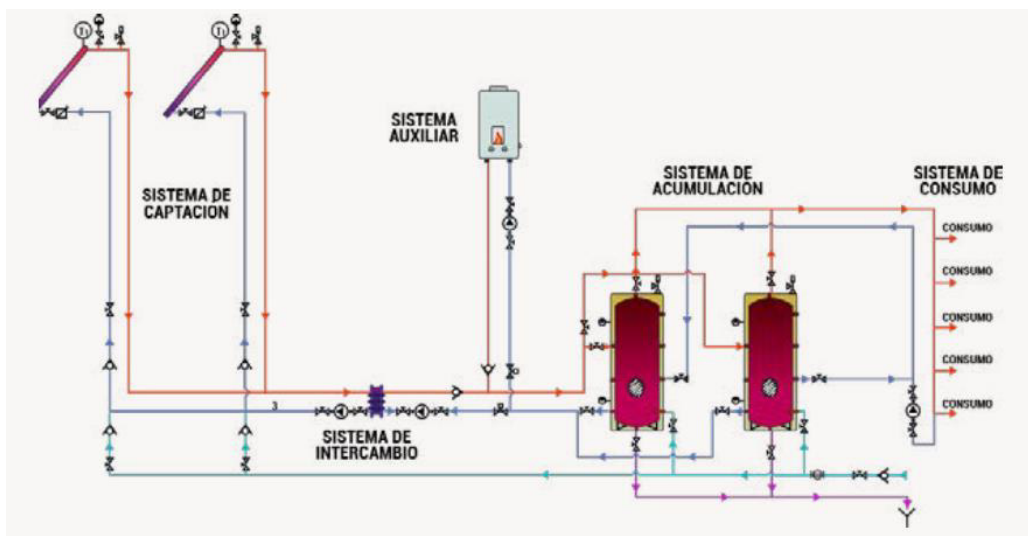


Figura 3.11. Esquema de la instalación para calentamiento de agua sanitaria con energía solar [33].

3.1.2.7 Renovación de motores y calderas

Tabla 3.11. Análisis de la medida “Renovación de motores y calderas”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>Esta medida tiene como objetivo la sustitución de tecnología obsoleta por maquinaria eficiente, en equipos como motores y calderas dentro del sector industrial.</p> <p>La sustitución dependerá de las condiciones en las que se encuentre la maquinaria principalmente se realizaran cambios en motores que tengan menos del 85% de eficiencia y en motores estándar o IE1, en el caso de las calderas deben tener menos del 80% de eficiencia consideradas calderas antiguas.</p>	<p>Todas las grandes, medianas y pequeñas empresas del sector manufacturero y de construcción aproximadamente 9129⁹ empresas.</p>	<p>El principal beneficio que se obtendrá será la reducción del consumo de energía, que se reflejará en el ahorro económico, entre ellos se tienen:</p> <p>Sustitución de motores estándares por motores de alta eficiencia consiguiendo ahorros de entre el 10%-15% [41], [45]</p> <p>Sustitución de calderas antiguas por calderas de alta eficiencia consiguiendo ahorros</p>

⁹ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

		de entre el 10%-30% [50].
	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS
	<p>En el Ecuador se han venido realizando cambios en tecnologías sobre todo en motores siendo uno de los más importantes el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 145 “Eficiencia energética en motores eléctricos”, donde se disponen las características y propiedades de un motor eléctrico de inducción monofásico y trifásico, uno de estos requisitos es que el motor tenga una clase de eficiencia IE2 o mayor [51].</p> <p>Asimismo, el aumento en auditorías energéticas y la obligación de contar con Sistemas de Gestión de Energía han demostrado que este tipo de medidas de actualización o sustitución cuentan con un alto porcentaje de ahorro y un bajo tiempo de retorno sobre todo en industrias de construcción y manufactureras.</p>	Barreras económicas, barreras informativas, barreras normativas de incentivo.

3.1.2.8 Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos

Tabla 3.12. Análisis de la medida “Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
La instalación de variadores de frecuencia en motores asíncronos tiene como objetivo ajustar la velocidad del motor de acuerdo a la carga que necesite un proceso, reemplazando dispositivos mecánicos como válvulas o compuertas y reduciendo las pérdidas en el sistema [52].	Todas las industrias y comercios, principalmente las empresas grandes, medianas y pequeñas dedicadas al sector manufacturero, construcción y comercio que necesiten controlar la velocidad en sus procesos de producción aproximadamente 33 300 ¹⁰ empresas.	Los variadores de frecuencia brindan ahorros energéticos y económicos al controlar la demanda de energía del motor, esto se logra regulando la velocidad a los requerimientos del proceso [52], los ahorros varían

¹⁰ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

Asimismo, controla y suaviza el arranque y el parado del motor evitando el alza abrupta de la corriente y a su vez el desgaste en sus bobinados.		dentro del 25%-30% de energía [41], [45].
	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS
	<p>En el país existen varias empresas encargadas de implementar este tipo de tecnología, actualmente las industrias ante las obligaciones puestas dentro del Reglamento de la LOEE en el que se establece la implementación de medidas de EE dentro de sus instalaciones [14] pueden optar por este tipo de tecnología ya que se considera una medida de bajo costo con altos ahorros.</p> <p>Esta medida puede ser implementada en todo el sector industrial y comercial en empresas que tengan un alto consumo de energía, en motores que no cuenten con variadores de frecuencia.</p>	Barreras informativas, barreras conductuales, barreras normativas de incentivo.

3.1.2.9 Instalación de sistemas de medición avanzada (Inteligentes)

Tabla 3.13. Análisis de la medida “Instalación de sistemas de medición avanzada”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>Esta medida tiene como objetivo implementar un medidor inteligente que recopile información en tiempo real del consumo de energía en equipos o secciones dentro de las instalaciones que tengan un alto consumo.</p> <p>Los sistemas de medición avanzada brindan una capacidad inmejorable para gestionar y optimizar el gasto de energía, se</p>	<p>Todas las grandes y medianas empresas pertenecientes al sector manufacturero, construcción y comercial aproximadamente 6630¹¹ empresas.</p>	<p>Los ahorros obtenidos dependerán de la capacidad del personal operativo para encontrar oportunidades con la información brindada, uno de estas oportunidades es el desplazamiento de carga, es decir trasladar los procesos que consuman mayor energía a horarios donde el precio de la energía disminuya de acuerdo al Pliego Tarifario.</p>

¹¹ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

<p>ubican en las principales cargas de la instalación con el fin de medir por partes la energía y demanda consumida por toda la empresa, toda esta información se almacena en un sistema de datos a partir del cual el personal puede analizar distintos aspectos como: ajustes en los horarios de producción para optimizar costos, analizar la eficiencia en procesos, los resultados de medidas de EE puestas en marcha, los rendimientos de procesos productivos, el control de cargas, entre otros., esto ayuda al personal operativo a tomar acciones en maquinarias, secciones puntuales y en toda la planta de ser necesario[38].</p> <p>Los medidores inteligentes se consideran como un complemento para la implementación de medidas de EE, puesto que de esta manera se estiman y verifican los ahorros potenciales de las medidas.</p>	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS
	<p>Actualmente el estado a través de la regulación de la LOEE obliga a los grandes consumidores a realizar auditorías energéticas, sistemas de gestión de la energía y distintas medidas de EE, así mismo a reportar cada año los ahorros económicos y energéticos de dichas medidas [14], por esta razón la implementación de sistemas de medición avanzado toma un rol fundamental al facilitar el monitoreo y la verificación de los resultados.</p> <p>La implementación de medidores inteligentes está enfocada a todo tipo de consumidores, sin embargo, resultan atractivos en los sectores industrial y comercial donde las ganancias en EE son altas y el periodo de retorno es corto [44].</p>	<p>Barreras técnicas, barreras informativas, barreras conductuales, barreras normativas de incentivo.</p>

3.1.2.10 Impulsar la participación de generación distribuida en el sector residencial

Tabla 3.14. Análisis de la medida “Impulsar la participación de generación distribuida en el sector residencial”

DESCRIPCIÓN	GRUPO OBJETIVO	AHORRO ESTIMADO
<p>Es una medida de carácter normativo que busca fomentar la participación de generación distribuida en consumidores regulados</p>	<p>Consumidores residenciales que tengan punto de conexión y consumos mensuales superiores a 700kWh se estima un 10% de todos los clientes regulados del sector residencial</p>	<p>El principal beneficio de un sistema de generación distribuida basada en fuentes renovables es el de obtener energía de manera limpia y más económica que la comprada del sector eléctrico, al mismo tiempo que se obtienen</p>

<p>dentro del sector residencial.</p> <p>Según el Reglamento General de la LOSPEE la Generación Distribuida se define como “Pequeñas centrales de generación instaladas cerca del consumo y conectadas a la red de la distribuidora” [53].</p>	<p>aproximadamente 475 000¹² beneficiarios.</p>	<p>ahorros tanto económicos como energéticos, estos ahorros dependen del tipo de tecnología utilizada que puede ser: fotovoltaica, eólica, hidráulica, entre otras., y el tiempo de vida útil que están entre los 20 a 30 años [15].</p> <p>En el país la tecnología más usada dentro del sector residencial son los paneles fotovoltaicos que han conseguido ahorros de energía entre el 10% y el 40% [54].</p>
	AVANCE Y ALCANCE	BARRERAS
	<p>Actualmente en el Ecuador existe el “Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica” donde se establecen condiciones para la implementación y operación de pequeñas centrales de generación basadas en fuentes renovables con potencia nominal menor a 1MW utilizadas para el autoabastecimiento de consumidores regulados [15]. Sin embargo, la generación distribuida no es tema de interés público y no ha sido explotado debido a diversos factores entre estos están: el bajo coste de energía, la falta de incentivos y uno de los principales que es la desinformación sobre los beneficios que se obtienen al implementar este tipo de tecnología.</p> <p>Esta medida va enfocada principalmente a los consumidores de estratos altos dentro del sector residencial.</p>	<p>Barreras informativas, barreras conductuales, barreras normativas de incentivo.</p>

¹² Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEN

Luego del análisis descrito, se lleva a cabo la valorización de medidas de EE más atractivas, cada evaluador definirá los parámetros para priorizar su selección. No obstante, en este trabajo de titulación se han propuesto como parámetros: **ahorro y alcance**, todos los parámetros tienen la misma ponderación y se les asigna una escala del 1 al 3, es decir si en el parámetro de ahorro se tiene un alto porcentaje de ahorro estimado y no presenta barreras que dificulten su implementación se le asignará un valor de 3, de igual manera si en el parámetro de alcance se tiene un avance significativo en su implementación y un grupo objetivo considerable se le asignará un valor de 3, caso contrario la puntuación disminuirá. Posteriormente, a partir del total determinar las medidas priorizadas.

Tabla 3.15. Calificación de las medidas al aplicar el Segundo Filtro

Nombre de la medida	Sector	Ahorro	Alcance	Calificación
Difusión de buenas prácticas de Eficiencia Energética	Residencial/ Comercial y Servicio Público	1	2	3
Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001	Industrial	3	2	5
Implementación de Auditorías Energéticas.	Industrial/ Comercial y Servicio Público	3	3	6
Etiquetado de EE en edificaciones	Residencial/ Comercial y Servicio Público	2	2	4
Fomentar la creación de empresas de servicios energéticos	Industrial	2	2	4
Sistemas de calentamiento de agua con energía solar	Comercial y Servicio Público	3	3	6
Renovación de motores y calderas	Industria	3	3	6
Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos.	Industria/ Comercio y Servicio Público	3	2	5
Instalación de sistemas de medición avanzada (Inteligentes)	Industrial/ Comercial	3	3	6
Impulsar la participación de generación distribuida	Residencial	3	3	6

3.1.3 MEDIDAS SELECCIONADAS

A continuación, en la tabla 3.16 se presentan las medidas de EE más atractivas para implementar en el país.

Tabla 3.16. Lista de medidas de EE priorizadas

Medida	Sector	Definición
Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001	Industrial	Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía basado en la norma ISO 50001 con el objetivo de mejorar continuamente el desempeño energético, la eficiencia energética y el uso y el consumo de energía de una organización o empresa,
Implementación de Auditorías Energéticas.	Industrial/ Comercial y Servicio Público	Implementación de auditorías energéticas con el objetivo de determinar el consumo y los costos energéticos de una empresa, proponiendo oportunidades de ahorro de energía.
Sistemas de calentamiento de agua con energía solar	Comercial y Servicio Público	Sustitución del sistema de calentamiento de agua tradicional (GLP y energía eléctrica) por sistemas de calentamiento de agua con energía solar
Renovación de motores y calderas	Industria	Sustitución de tecnología obsoleta por maquinaria eficiente, en equipos como motores y calderas dentro del sector industrial.
Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos.	Industria/ Comercio y Servicio Público	Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos asincrónicos.
Instalación de sistemas de medición avanzada (Inteligentes)	Industrial/ Comercial	Implementar medidores inteligentes que recopilen información en tiempo real del consumo de energía en equipos o secciones dentro de las instalaciones que tengan un alto consumo.
Impulsar la participación de generación distribuida	Residencial	Fomentar la participación de generación distribuida en consumidores regulados dentro del sector residencial

3.2 APLICACIÓN DE LA ETAPA 2: ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

Siguiendo con la metodología, el siguiente paso es el análisis energético y económico de las medidas enlistadas en la tabla 3.5, dentro de este listado se encuentran medidas de EE como la renovación de motores y calderas, y la implementación de variadores de frecuencia, dichas medidas no se tomarán en cuenta en este análisis, ya que sus ahorros son considerados dentro de las estimaciones de la implementación de sistemas de gestión de la energía y auditorías energéticas.

3.2.1 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE ENERGÍA: NORMA ISO 50001

Descripción del Caso Modelo: La empresa que toma como referencia para el caso modelo, es una empresa del sector manufacturero considerada un gran consumidor y dedicada a la elaboración de plásticos, que busca reducir su consumo energético, y a la vez aumentar su desempeño energético para lo que se implementara un Sistema de Gestión de Energía basado en la Norma ISO 50001.

Grupo Objetivo: Todas las industrias manufactureras de tamaño grande y mediano aproximadamente 1700 empresas.

Horizonte temporal de la inversión: 15 años.

Costo de inversión: El costo de inversión de implementación de la Norma ISO 50001 incluye el costo del certificado, capacitaciones, mediciones, costo de medidas de EE u oportunidades de ahorro de energía.

Tabla 3.17. Estimación de la inversión necesaria

Cant.	Ítem	Costo Unitario	Subtotal
		USD	USD
1	Coste del certificado	13992	13992
4	Oportunidades de ahorro de energía		57288
Subtotal			71280
IVA			9720
Total			81000

Costo de Operación y Mantenimiento: Para este caso se considera el costo de operación anual y el coste del certificado que se renueva cada 3 años, dentro del costo de operación

se incluye: el monitoreo constante del consumo de energía, evaluación de oportunidades para el ahorro de energía, capacitaciones constantes a personal técnico, entre otras.

Precio de la Energía: El precio promedio de electricidad considerado fue de 0.085USD/kWh.

Tasa de descuento: La tasa de interés utilizada es de 9.33%, esta tasa es la máxima permitida para inversión pública de acuerdo al BCE [55].

El siguiente paso es realizar el cálculo de ahorros potenciales unitarios, para esto se consideran los consumos y costos de electricidad actuales y propuestos después de implementarse la Norma ISO 50001, de esta manera se calcula el ahorro previsto:

Tabla 3.18. Cálculo de Ahorros Potenciales Unitarios.

Período	Consumo electricidad	Costo electricidad
	kWh/año	USD/año
Actual	23000000	1955000
Propuesto	22070000	1875950
Ahorro	930000	79050

En la tabla 3.19 se presenta el flujo de caja por año, considerando los ingresos (ahorros económicos por reducción de consumo de electricidad) y egresos (costos de inversión, operación y mantenimiento) anuales en el horizonte de tiempo.

Tabla 3.19. Flujo de caja para la medida a implementarse.

Años	Ingresos	Egresos	Flujo de caja	VAN anual	VAN total
0	-	\$-81.000,00	\$-81.000,00	\$ 81.000,00	\$-81.000,00
1	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 17.424,31	\$-63.575,69
2	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 15.937,36	\$-47.638,33
3	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 14.577,29	\$-33.061,04
4	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 13.333,30	\$-19.727,74
5	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 12.195,46	\$ -7.532,28
6	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 11.154,73	\$ 3.622,45
7	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 10.202,80	\$ 13.825,25
8	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 9.332,12	\$ 23.157,37
9	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 8.535,73	\$ 31.693,10
10	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 7.807,31	\$ 39.500,41
11	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 7.141,05	\$ 46.641,47
12	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 6.531,65	\$ 53.173,11
13	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 5.974,25	\$ 59.147,36
14	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 5.464,42	\$ 64.611,79
15	\$ 79.050,00	\$ 60.000,00	\$ 19.050,00	\$ 4.998,10	\$ 69.609,88

En la tabla 3.20 se presenta los ahorros energéticos y económicos estimados, así como los indicadores de rentabilidad calculados:

Tabla 3.20. Ahorros energéticos y económicos estimados.

AHORRO ENERGÉTICO POR IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA PROPUESTA		
Ahorro en consumo anual de electricidad	930000	kWh/año
Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad	79050	USD/año
Factor de emisión	0,4533	tCO ₂ eq/MWh
Reducción de emisiones anuales de CO ₂ -electricidad	421,57	tCO ₂ eq/MWh
COSTOS		
Costos de inversión	81000	USD
Costos de operación y mantenimiento	60000	USD/año
Ahorro económico total proyectado	79050	USD/año
ÍNDICES DE RENTABILIDAD		
Período de recuperación	4,3	años
Tasa Interna de Retorno	22,38	%
Valor presente anual	69609,88	USD

Se obtiene un valor positivo de VAN y TIR, por lo que el proyecto es viable, además el periodo de retorno es menor a 5 años.

El consumo eléctrico se redujo en aproximadamente un 4%, sin embargo, este porcentaje de ahorro aumenta a medida que se logren las mejoras de desempeño energético.

Indicadores de desempeño energético: Los indicadores de desempeño considerados para el monitoreo de este proyecto son:

Tabla 3.21. Indicadores de desempeño energético

Indicador de desempeño energético	Unidad	Valor antes	Valor posterior
Consumo de energía por unidad de tiempo	kWh/año	23000000	22070000
Consumo de energía por unidad de producción	kWh/kg	7,87	7,58
Reducción de emisiones de GEI	Ton CO ₂ /año	0	421,57

En la tabla 3.21 para el segundo indicador de desempeño energético se considera el consumo y la producción total anual, sin embargo, el monitoreo con este indicador es recomendable realizarlo de manera mensual, como se observa en la tabla 3.22.

Tabla 3.22. Indicadores de consumo de energía por unidad de producción mensual

MES	Consumo Eléctrico	Producción	Indicador de desempeño
	kWh	kg	kWh/kg
Enero	1990000	3300000	0,60

Febrero	1630000	2800000	0,58
Marzo	2010000	3000000	0,67
Abril	1790000	2800000	0,64
Mayo	1970000	3000000	0,66
Junio	2030000	2900000	0,70
Julio	1940000	3100000	0,63
Agosto	1960000	3100000	0,63
Septiembre	1950000	3000000	0,65
Octubre	1800000	2800000	0,64
Noviembre	1980000	2900000	0,68
Diciembre	1940000	3400000	0,57

En la tabla 3.22, se espera que los indicadores sean lo más bajos posibles, es decir, menos consumo de energía para el mismo proceso.

Coste Total de la Inversión

$$\text{Inversión total} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Costo Inversión unitario}$$

$$\text{Inversión total} = 1\,700 \times 15\,900 \text{ USD} = 27\,030\,000 \text{ USD}$$

Energía Total Ahorrada

$$\text{Energía ahorrada} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Ahorro unitario de electricidad}$$

$$\text{Energía eléctrica total ahorrada} = 1\,700 \times 930\,000 \text{ kWh/año} = 1\,581\,000 \text{ MWh/año}$$

Ahorros Medioambientales

$$\text{Reducción de emisiones de CO}_2 = \text{Energía ahorrada} \times \text{Factor de emisión de CO}_2$$

$$\begin{aligned} \text{Reducción de emisiones de CO}_2 &= 1\,581\,000 \text{ MWh/año} \times \frac{0,4533 \text{ tCO}_2 \text{ eq}}{\text{MWh}} \\ &= 71\,667,3 \text{ Tco}_2 \text{ eq/año} \end{aligned}$$

3.2.2 IMPLEMENTACIÓN DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS.

Descripción del Caso Modelo: La empresa que toma como referencia para el caso modelo, es una empresa del sector manufacturero considerada gran consumidor dedicada a la elaboración de bebidas no alcohólicas, que busca reducir sus costos energéticos y emisiones de GEI para lo que se propone implementar una auditoría energética.

Grupo Objetivo: Todas las empresas grandes, medianas y pequeñas, sobre todo enfocados en los sectores de comercio, administración pública, manufactura, construcción, explotación de minas y canteras aproximadamente un conjunto de 38 771 empresas.

Horizonte temporal de la inversión: 10 años.

Costo de la inversión: Es el costo de la auditoría, mismo que incluye capacitaciones, mediciones y el costo de todas las oportunidades de ahorro de energía, es decir pequeñas medidas de EE con altos ahorros en este caso se evaluaron: las sustituciones de motores estándares por motores eficientes IE2, implementación de variadores de velocidad, eliminación de fugas en aire comprimido y correcciones en procesos de producción.

Tabla 3.23. Estimación de la inversión necesaria

Cant.	Ítem	Costo Unitario	Subtotal
		USD	USD
1	Auditoría	10560	10560
6	Oportunidades de Ahorro de energía	-	107360
Subtotal			2900
IVA			16080
Total			134000

Costo de Operación y Mantenimiento: Para este caso no se considera ningún costo anual extra.

Precio de la Energía: El precio considerado de electricidad es de 0.1USD/kWh y el precio del diésel a 1.5 USD/gal.

Tasa de descuento: La tasa de interés utilizada es de 9.33%, esta tasa es la máxima permitida para inversión pública de acuerdo al BCE [55].

Se realiza el análisis respectivo de todas las oportunidades de ahorro de energía. Se analizan los consumos y costos de electricidad y diésel actuales y propuestos después de implementarse la auditoría energética, con el fin de estimar el ahorro previsto:

Tabla 3.24. Cálculo de Ahorros Potenciales Unitarios.

Período	Consumo electricidad	Costo electricidad	Consumo diésel	Costo diésel
	kWh/año	USD/año	gal/año	USD/año
Actual	22396000	2239600	445770	668655
Propuesto	21541900	2154190	442770	664155
Ahorro	854100	85410	3000	4500

En la tabla 3.25 se presenta el flujo de caja por año, considerando los ingresos (ahorros económicos por reducción de consumo de electricidad y diésel) y egresos (costos de inversión, operación y mantenimiento) anuales en el horizonte de tiempo.

Tabla 3.25. Flujo de caja para la medida a implementarse.

Años	Ingresos	Egresos	Flujo de caja	VAN anual	VAN total
0	-	\$ -134.000,00	\$ -134.000,00	\$ 134.000,00	\$ -134.000,00
1	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 82.237,26	\$ -51.762,74
2	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 75.219,30	\$ 23.456,57
3	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 68.800,24	\$ 92.256,81
4	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 62.928,97	\$ 155.185,77
5	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 57.558,74	\$ 212.744,51
6	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 52.646,79	\$ 265.391,30
7	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 48.154,02	\$ 313.545,32
8	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 44.044,66	\$ 357.589,98
9	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 40.285,97	\$ 397.875,95
10	\$ 89.910,00	\$ -	\$ 89.910,00	\$ 36.848,05	\$ 434.724,00

En la tabla 3.26 se presenta los ahorros energéticos y económicos estimados, así como los indicadores de rentabilidad calculados:

Tabla 3.26. Ahorros energéticos y económicos estimados.

AHORROS ESTIMADOS POR IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA PROPUESTA		
Ahorro en consumo anual de electricidad	854100	kWh/año
Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad	85410	USD/año
Factor de emisión	0,4533	tCO ₂ eq/MWh
Reducción de emisiones anuales de CO ₂ -electricidad	387,16	tCO ₂ eq/MWh
COSTOS		
Costos de inversión	134000	USD
Costos de operación y mantenimiento	-	USD/año
Ahorro económico total proyectado	89910	USD/año
ÍNDICES DE RENTABILIDAD		
Período de recuperación	1,5	años
Tasa Interna de Retorno	66,69	%
Valor presente anual	434724,00	USD

Se obtiene un valor positivo de VAN y TIR, por lo que el proyecto es viable, además el periodo de retorno es menor a 2 años.

El consumo eléctrico se redujo en aproximadamente un 4% y el consumo en diésel en 1%.

Indicadores de desempeño energético: Los indicadores de desempeño considerados para el monitoreo de este proyecto es:

Tabla 3.27. Indicadores de desempeño energético

Indicador de desempeño energético	Unidad	Valor antes	Valor posterior
Consumo de energía por unidad de tiempo	kWh/año	22396000	21541900
Consumo de energía por unidad de producción	kWh/hl	7,87	7,58
Consumo de Combustible	Gal/año	445770	442770

Reducción de emisiones de GEI	Ton CO2/año	0	387,16
-------------------------------	-------------	---	--------

En la tabla 3.27 para el segundo indicador de desempeño energético se considera el consumo y la producción total anual, sin embargo, el monitoreo con este indicador es recomendable realizarlo de manera mensual, como se observa en la tabla 3.28.

Tabla 3.28. Indicadores de consumo de energía por unidad de producción mensual

MES	Consumo Eléctrico	Producción	Indicador de desempeño
	kWh	hl-bebida	kWh/hl
Enero	2020000	250000	8,08
Febrero	1580000	221000	7,15
Marzo	1930000	240002	8,04
Abril	1880000	241300	7,79
Mayo	1980000	260400	7,60
Junio	1930000	242700	7,95
Julio	1900000	228300	8,32
Agosto	2040000	239600	8,51
Septiembre	1880000	228750	8,22
Octubre	1880000	222850	8,44
Noviembre	1980000	266500	7,43
Diciembre	1930000	272000	7,10

En la tabla 3.28, se espera que los indicadores sean lo más bajos posibles, es decir, menos consumo de energía para el mismo proceso.

Coste Total de la Inversión

$$\text{Inversión total} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Costo Inversión unitario}$$

$$\text{Inversión total} = 38\,771 \times 12\,000 \text{ USD} = 465\,252\,000 \text{ USD}$$

Energía Total Ahorrada

$$\text{Energía ahorrada} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Ahorro unitario de electricidad}$$

$$\text{Energía eléctrica total ahorrada} = 38\,771 \times 850\,000 \text{ kWh/año} = 32\,955\,350 \text{ MWh/año}$$

Ahorros Medioambientales

$$\text{Reducción de emisiones de CO}_2 = \text{Energía ahorrada} \times \text{Factor de emisión de CO}_2$$

$$\begin{aligned} \text{Reducción de emisiones de CO}_2 &= 32\,955\,350 \text{ MWh/año} \times \frac{0,4533 \text{ tCO}_2 \text{eq}}{\text{MWh}} \\ &= 14\,938\,660.2 \text{ tCO}_2 \text{eq/año} \end{aligned}$$

3.2.3 SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR

Descripción del Caso Modelo: El caso de referencia o caso “modelo” analizado para un posible programa de calentamiento de agua con energía solar, es un hotel. Para el efecto se ha considerado un hotel de mediana a gran dimensión, conformado por 70 habitaciones categorizado de 4 estrellas desea sustituir todo su sistema de calentamiento de agua a base de calentadores eléctricos por un sistema de calentamiento de agua con energía solar, el hotel cuenta con un espacio en la terraza de 250m², en donde se espera instalar el nuevo sistema de calentamiento, se estima que la demanda total de agua caliente sanitaria necesaria es de 3465 litros/día [33].

Grupo Objetivo: Todo tipo de hospitales y hoteles considerados como grandes y medianos consumidores un aproximado de 318 empresas, sin embargo, los ahorros variarán respecto a la demanda total promedio de agua sanitaria cubierta por el sistema de calentamiento de agua con energía solar; este dato se calcula tomando en consideración: el tipo de lugar (hospital u hotel), el espacio disponible para la instalación del sistema de calentamiento solar, la demanda de agua caliente sanitaria por persona y el porcentaje de ocupación promedio en estos lugares [33].

En la tabla 3.29 se presenta una estimación de la demanda de agua caliente sanitaria por persona en diferentes lugares.

Tabla 3.29. Índices de Consumo de ACS [46].

Lugar	Índices de consumo (Litros/día-persona)
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorios y centros de salud	41
Hotel cinco estrellas	69
Hotel cuatro estrellas	55
Hotel tres estrellas	41

Horizonte temporal de la inversión: 20 años (considerada la vida útil de la instalación del calentador de agua por energía solar).

En este caso se espera que la demanda de energía para calentar el agua sanitaria sea completamente solar, para esto se realiza el análisis para la implementación de un sistema de calentamiento solar que se presenta en la tabla 3.30.

Tabla 3.30. Análisis para la implementación de un sistema de calentamiento por energía solar [46].

Parámetro	Cantidad	Unidad
Demanda agua caliente sanitaria promedio	3465	Litro/día
Temperatura agua de red	18	°C
Temperatura acumulación de agua caliente	60	°C
Diferencia de Temperatura	42	°C
Perdidas asumidas del sistema actual	10	%
Calor específico del agua	4,18	KJ/Kg°C
Eficiencia sistema actual	90	%
Energía requerida	187,8	kWh/día
Consumo actual	76144	kWh/año
Irradiación solar en el sitio	4,5	kWh/m ² *día
Eficiencia del captador	60	%
Irradiación solar aprovechable	2,7	kWh/m ² *día
Área aproximada por captador	2	m ²
Energía por captador	5,4	kWh/día
Aporte solar para abastecer la demanda	100	%
Energía brindada por los captadores	187,8	kWh/día
Número de captadores	35	Unidad
Área aproximada de captación	70	m ²
Energía ahorrada	76144	kWh/año

Costo de inversión: Se estima que un sistema solar para calentamiento de agua tiene un valor aproximado de 750USD/m² de captación instalado [33], teniendo esto en cuenta en la tabla 3.31 se presenta la inversión total:

Tabla 3.31. Estimación de la inversión necesaria

Área m ²	Ítem	Costo Unitario	Subtotal
		USD	USD
70	Sistema de energía solar para calentamiento de agua por m ²	750	52500
	Subtotal		-
	IVA		-
	Total		52500

Costo de Operación y Mantenimiento: Para este caso no se considera ningún costo de operación y mantenimiento.

Precio de la Energía: El precio considerado de electricidad es de 0.092USD/kWh.

Tasa de descuento: La tasa de interés referencial para instrumentos dada por el BCE ha abril del 2022 es de 5.79% [55].

Luego de haber realizado el análisis para la implementación de la medida en la tabla 3.30, se calcula el ahorro económico y eléctrico previsto:

Tabla 3.32. Cálculo de Ahorros Potenciales Unitarios.

Período	Consumo electricidad de la red para ACS	Costo electricidad
	kWh/año	USD/año
Actual	76144	7005,2
Propuesto	0	0
Ahorro	76144	7005,2

En la tabla 3.33 se presenta el flujo de caja por año, considerando los ingresos (ahorros económicos por reducción de consumo de electricidad) y egresos (costos de inversión, operación y mantenimiento) anuales en el horizonte de tiempo.

Tabla 3.33. Flujo de caja para la medida a implementarse.

Años	Ingresos	Egresos	Flujo de caja	VAN anual	VAN total
0	\$ -	\$ -52.500,00	\$ -52.500,00	\$ 52.500,00	\$ -52.500,00
1	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 6.420,27	\$ -46.079,73
2	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 6.068,88	\$ -40.010,85
3	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 5.736,72	\$ -34.274,13
4	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 5.422,75	\$ -28.851,39
5	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 5.125,95	\$ -23.725,43
6	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 4.845,40	\$ -18.880,03
7	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 4.580,21	\$ -14.299,82
8	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 4.329,53	\$ -9.970,29
9	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 4.092,57	\$ -5.877,72
10	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 3.868,58	\$ -2.009,14
11	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 3.656,85	\$ 1.647,71
12	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 3.456,70	\$ 5.104,41
13	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 3.267,52	\$ 8.371,93
14	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 3.088,68	\$ 11.460,61
15	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 2.919,63	\$ 14.380,24
16	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 2.759,84	\$ 17.140,08
17	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 2.608,79	\$ 19.748,87
18	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 2.466,01	\$ 22.214,88
19	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 2.331,04	\$ 24.545,92
20	\$ 7.005,22	\$ -	\$ 6.792,00	\$ 2.203,46	\$ 26.749,38

En la tabla 3.34 se presenta los ahorros energéticos y económicos estimados, así como los indicadores de rentabilidad calculados.

Tabla 3.34. Ahorros energéticos y económicos estimados.

AHORROS ESTIMADOS POR IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA PROPUESTA		
Ahorro en consumo anual de electricidad	76144	kWh/año
Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad	7005	USD/año

Factor de emisión	0,4533	tCO2eq/MWh
Reducción de emisiones anuales de CO2-electricidad	34,52	tCO2eq/MWh
COSTOS		
Costos de inversión	52500	USD
Costos de operación y mantenimiento	-	USD/año
Ahorro económico total proyectado	7005	USD/año
ÍNDICES DE RENTABILIDAD		
Período de recuperación	7,5	años
Tasa Interna de Retorno	11,46	%
Valor presente anual	26749,38	USD

Se obtiene un valor positivo de VAN y TIR, además, el periodo de retorno es menor a 10 años para una instalación con vida útil de 20 años, por lo que vuelve al proyecto viable.

El consumo eléctrico para ACS se redujo en un 100%.

Indicadores de desempeño energético: Los indicadores de desempeño considerados para el monitoreo de este proyecto son:

Tabla 3.35. Indicadores de desempeño energético

Indicador de desempeño energético	Unidad	Valor antes	Valor posterior
Consumo de energía por unidad de tiempo	kWh/año	76144	0
Reducción de emisiones de GEI	Ton CO2/año	0	34,52

Coste Total de la Inversión

$$\text{Inversión total} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Costo Inversión unitario}$$

$$\text{Inversión total} = 318 \times 52\,500 \text{ USD} = 16\,695\,000 \text{ USD}$$

Energía Total Ahorrada

$$\text{Energía ahorrada} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Ahorro unitario de electricidad}$$

$$\text{Energía eléctrica total ahorrada} = 318 \times 76\,144 \text{ kWh/año} = 24\,213.792 \text{ MWh/año}$$

Ahorros Medioambientales

$$\text{Reducción de emisiones de CO}_2 = \text{Energía ahorrada} \times \text{Factor de emisión de CO}_2$$

$$\begin{aligned} \text{Reducción de emisiones de CO}_2 &= 24\,213.792 \text{ MWh/año} \times \frac{0,4533 \text{ tCO}_2\text{eq}}{\text{MWh}} \\ &= 10\,976.11 \text{ tCO}_2\text{eq/año} \end{aligned}$$

3.2.4 INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN AVANZADA.

Descripción de Caso Modelo: La empresa que toma como referencia para el caso modelo, es una empresa de servicio dedicada a la panificación, considerada como mediano consumidor, busca gestionar el consumo de electricidad en su planta de producción por lo que ha dispuesto instalar un medidor inteligente de energía eléctrica.

Grupo Objetivo: Todas las grandes y medianas empresas pertenecientes al sector manufacturero, construcción y comercial aproximadamente 6630 empresas.

Horizonte temporal de la inversión: 10 años.

Costo de inversión: El costo de inversión supone la instalación, valor del medidor inteligente, monitoreo y gestión de la demanda, en la tabla 3.36 se presenta la inversión estimada.

Tabla 3.36. Estimación de la inversión necesaria

Cant.	Ítem	Costo Unitario	Subtotal
		USD	USD
1	Medidor, monitoreo y gestión de la demanda	7920	7920
	Subtotal		7920
	IVA		1080
	Total		9000

La empresa se rige por una tarifa industrial de media tensión con demanda horaria diferenciada, por lo que los costos de energía varían de acuerdo al horario o periodo de tiempo.

En función del tipo de usuario, se tienen distintos cargos que se añaden a la tarifa: por demanda, por energía, penalizaciones por bajo factor de potencia, y otro cargo por comercialización. El cargo en donde se espera haya una reducción considerable es por demanda ya que este cargo se calcula con el factor de gestión de la demanda (FGDI) que es la relación entre la demanda pico es decir la demanda máxima del mes entre el periodo de 18:00 a 22:00 horas, y la demanda máxima del mes que tiene el consumidor.

Precio de la Demanda: El precio considerado de demanda es de 4.129USD/kW-mes.

Una vez aclarado este tema se procede a evaluar el consumo energético, para este caso se tomará como referencia un mes (octubre), para evaluar el comportamiento de las cargas en el escenario actual y poder estimar el consumo después del desplazamiento de estas. En la figura 3.12 se presenta la curva de demanda del día de octubre donde se encuentra la demanda pico y la demanda máxima:

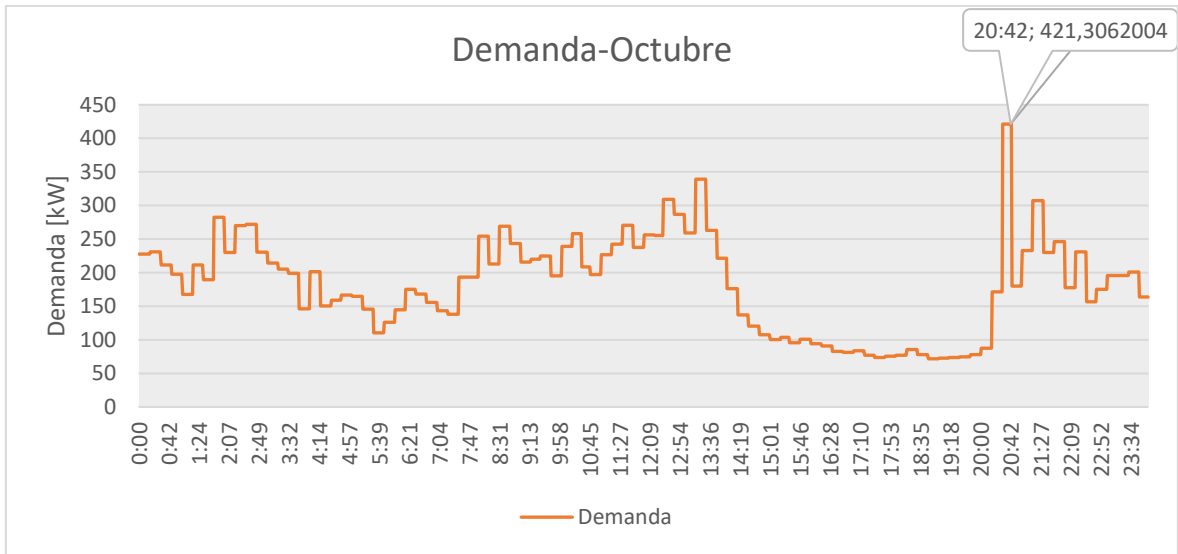


Figura 3.12. Curva de demanda diaria del día 21 de octubre.

La demanda pico y la demanda máxima del mes coinciden en el mismo día de octubre, por lo que el FGDI es igual a 1, como se presenta en la tabla 3.37.

Tabla 3.37. Caso actual de pago por demanda

Parámetro	Unidades	Caso actual
DM	kW	421,31
DP	KW	421,31
DP/DM	-	1,00
FGDI	-	1
Costo	USD/kW	4,129
Pago	USD/mes	1.739,57

El pico de consumo se debe al inicio de las actividades en todas las líneas de producción, por lo que se propone desplazar estas cargas y distribuir las uniformemente a lo largo del día. En la figura 3.13 se presenta la nueva demanda pico propuesta para el mes de octubre.

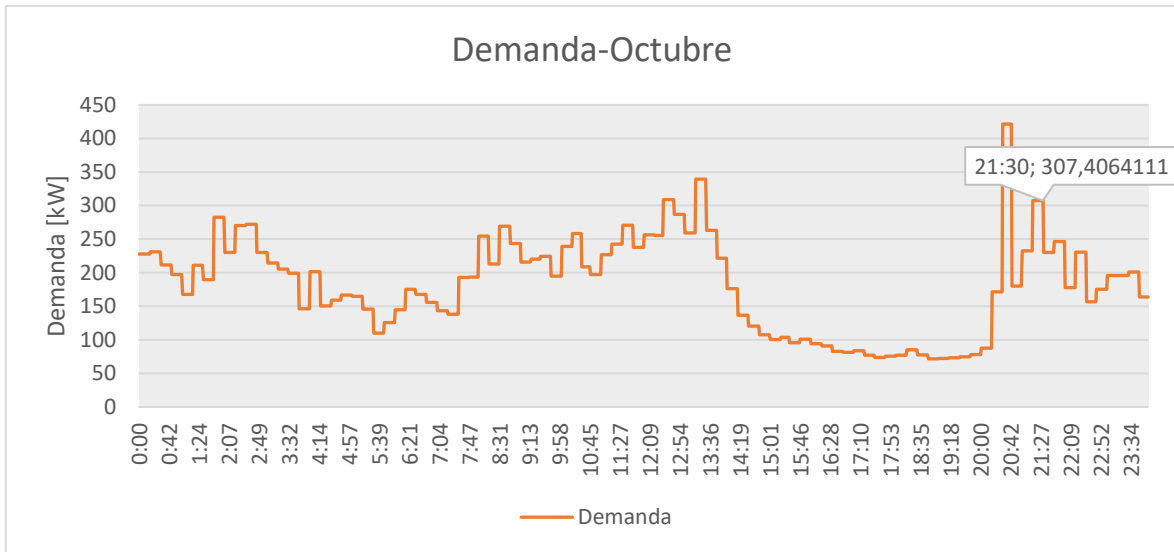


Figura 3.13. Curva de demanda diaria del día 21 de octubre, desplazando la carga y presentando la nueva demanda pico.

La demanda máxima del mes no coincidiría con de la demanda pico, ni en el horario ni en el día, por lo que la relación entre estos dos valores se estima sería de 0.74, reduciendo el FGDI como se muestra en la tabla 3.38.

Tabla 3.38. Caso propuesto de pago por demanda

Parámetro	Unidades	Caso propuesto
DM	kW	418,21
DP	KW	307,41
DP/DM	-	0,74
FGDI	-	0,65
Costo	USD/kW	4,129
Pago	USD/oct2020	1.129,17

Costo de Operación y Mantenimiento: El costo de operación abarca el monitoreo y la gestión de demanda anual.

Tasa de descuento: La tasa de interés utilizada es de 9,33%, esta tasa es la máxima permitida para inversión pública de acuerdo al BCE [55].

En este caso solo se analizará el ahorro económico como se presenta en la tabla 3.39, puesto que el consumo energético se mantendría similar y las emisiones de CO2 no serían relevantes.

Tabla 3.39. Cálculo de Ahorros Potenciales Unitarios.

Período	Costo electricidad
	USD/mes
Actual	1739,57
Propuesto	1129,17
Ahorro	610,41

En la tabla 3.40 se presenta el flujo de caja por año, considerando los ingresos (ahorros económicos por desplazamiento de cargas) y egresos (costos de inversión, operación y mantenimiento) anuales en el horizonte de tiempo.

Tabla 3.40. Flujo de caja para la medida a implementarse.

Años	Ingresos	Egresos	Flujo de Caja	VAN anual	VAN total
0	\$ -	\$ -9.000,00	\$ -9.000,00	\$ 9.000,00	\$ -9.000,00
1	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 3.041,14	\$ -5.958,86
2	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 2.781,62	\$ -3.177,24
3	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 2.544,24	\$ -633,00
4	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 2.327,12	\$ 1.694,12
5	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 2.128,53	\$ 3.822,65
6	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 1.946,88	\$ 5.769,53
7	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 1.780,74	\$ 7.550,27
8	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 1.628,78	\$ 9.179,05
9	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 1.489,78	\$ 10.668,83
10	\$ 3.324,88	\$ -	\$ 3.324,88	\$ 1.362,64	\$ 12.031,47

En la tabla 3.41 se presenta los ahorros económicos estimados, así como los indicadores de rentabilidad calculados:

Tabla 3.41. Ahorros económicos estimados.

AHORROS ESTIMADOS POR IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA PROPUESTA		
Ahorro económico por desplazamiento de cargas	610,41	USD/mes
Ahorro económico por desplazamiento de cargas	7324,88	USD/año
COSTOS		
Costos de inversión	9000	USD
Costos de operación y mantenimiento	4000	USD/año
Ahorro económico total proyectado	7325	USD/año
ÍNDICES DE RENTABILIDAD		
Período de recuperación	2,71	años
Tasa Interna de Retorno	35,1	%
Valor presente anual	12031,47	USD

Se obtiene un valor positivo de VAN y TIR, por lo que el proyecto es viable, además el periodo de retorno es menor a 5 años.

Por la implementación del medidor inteligente se espera una reducción en el recargo por demanda del 35%.

Indicadores de desempeño energético: En esta medida no se consideran indicadores de desempeño energético, sin embargo, se pueden obtener indicadores de ahorro económico anuales y mensuales.

Tabla 3.42. Indicadores de ahorro

Indicador de desempeño energético	Unidad	Valor antes	Valor posterior
Costo de electricidad mensual	USD/mes	1739,57	1129,17
Costo de electricidad anual	USD/año	20868	13548

Coste Total de la Inversión

$$\text{Inversión total} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Costo Inversión unitario}$$

$$\text{Inversión total} = 6\,630 \times 9\,000 \text{ USD} = 59\,670\,000 \text{ USD}$$

En esta medida se espera un ahorro económico más que energético, de esta manera se utilizan los ahorros estimados en oportunidades o medidas de EE nuevas que mejoren el desempeño energético de las empresas.

3.2.5 IMPULSAR LA PARTICIPACIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Descripción del Caso Modelo: El caso de referencia o caso “modelo” analizado para un posible programa de instalación de un sistema fotovoltaico (parte de impulsar la participación de generación distribuida), es una residencia. Para el efecto se ha considerado una residencia de mediano consumo, desea instalar un sistema fotovoltaico en la terraza de su casa, con el fin de reducir el consumo de energía proveniente de la red eléctrica y reducir el impacto ambiental.

Grupo Objetivo: Consumidores residenciales que tengan punto de conexión y consumos mensuales superiores a 700kWh se estima un 10% de todos los clientes regulados del sector residencial aproximadamente 475 000 beneficiarios.

Horizonte temporal de la inversión: 15 años (considerada la vida técnica del inversor fotovoltaico).

Para este caso se realizó un análisis previo considerando el número de paneles solares y la potencia de cada uno para estimar la generación del sistema fotovoltaico, esta información se presenta en la tabla 3.43.

Tabla 3.43. Análisis para la implementación de un sistema de generación fotovoltaico [54]

Parámetro	Cantidad	Unidad
Potencia nominal del panel fotovoltaico	400	W
Número de paneles fotovoltaicos	4	Unidad
Potencia pico del sistema fotovoltaico	1,6	kWp
Irradiación solar estimada en el sitio de estudio	4,5	kWh/m ² *día
Rendimiento total del sistema	75	%
Generación por el sistema fotovoltaico	1971	kWh/año
Consumo actual de energía mensual	835	kWh/mensual
Consumo actual de energía anual	10020,0	kWh/año

Costo de inversión: En el costo de la inversión se considera los 4 paneles, inversores y todos los componentes que integran el sistema fotovoltaico, en la tabla 3.44 se presenta la inversión estimada.

Tabla 3.44. Estimación de la inversión necesaria

Estimación de la inversión necesaria			
Cant.	Ítem	Costo Unitario	Subtotal
		USD	USD
1	Sistema Fotovoltaico	1760	1760
Subtotal			1760
IVA			240
Total			2000

Costo de Operación y Mantenimiento: Para este caso no se considera ningún costo anual extra.

Precio de la Energía: El precio considerado de electricidad es de 0.145USD/kWh, este precio es para consumos mayores de 700kWh/mes

Tasa de descuento: La tasa de interés referencial para instrumentos dada por el BCE ha abril del 2022 es de 5.79% [55].

El siguiente paso es realizar el cálculo de ahorros potenciales unitarios, para esto se consideran los consumos y costos de electricidad actuales y propuestos después de la instalación de un sistema fotovoltaico, de esta manera se calcula el ahorro previsto:

Tabla 3.45. Cálculo de Ahorros Potenciales Unitarios.

Período	Consumo electricidad	Costo electricidad
	kWh/año	USD/año
Actual	10020,00	1452,90
Propuesto	8049,00	1167,11
Ahorro	1971,00	285,80

En la tabla 3.46 se presenta el flujo de caja por año, considerando los ingresos (ahorros económicos por reducción de consumo de energía proveniente de la red eléctrica) y egresos (costos de inversión, operación y mantenimiento) anuales en el horizonte de tiempo.

Tabla 3.46. Flujo de caja para la medida a implementarse.

Años	Ingresos	Egresos	Flujo de Caja	VAN anual	VAN total
0	\$ -	\$ -2.000,00	\$ -2.000,00	\$ 2.000,00	\$ -2.000,00
1	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 270,15	\$ -1.729,85
2	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 255,37	\$ -1.474,48
3	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 241,39	\$ -1.233,09
4	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 228,18	\$ -1.004,91
5	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 215,69	\$ -789,22
6	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 203,89	\$ -585,33
7	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 192,73	\$ -392,61
8	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 182,18	\$ -210,43
9	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 172,21	\$ -38,22
10	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 162,78	\$ 124,56
11	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 153,87	\$ 278,44
12	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 145,45	\$ 423,89
13	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 137,49	\$ 561,38
14	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 129,97	\$ 691,35
15	\$ 285,80	\$ -	\$ 285,80	\$ 122,85	\$ 814,20

En la tabla 3.47 se presenta los ahorros energéticos y económicos estimados, así como los indicadores de rentabilidad calculados.

Tabla 3.47. Ahorros energéticos y económicos estimados.

AHORROS ESTIMADOS POR IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA PROPUESTA		
Ahorro en consumo anual de electricidad	1971	kWh/año
Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad	286	USD/año
Factor de emisión	0,4533	tCO ₂ eq/MWh
Reducción de emisiones anuales de CO ₂ -electricidad	0,89	tCO ₂ eq/MWh
COSTOS		

Costos de inversión	2000	USD
Costos de operación y mantenimiento	-	USD/año
Ahorro económico total proyectado	286	USD/año
ÍNDICES DE RENTABILIDAD		
Período de recuperación	7,0	años
Tasa Interna de Retorno	11,50	%
Valor presente anual	814,20	USD

Se obtiene un valor positivo de VAN y TIR, además, el periodo de retorno es menor a 10 años para una instalación con vida útil de 15 años, por lo que vuelve al proyecto viable.

Con la implementación del sistema fotovoltaico se espera una reducción del consumo eléctrico proveniente de la red del 20%.

Indicadores de desempeño energético: Los indicadores de desempeño considerados para el monitoreo de este proyecto se presentan en la tabla 3.48.

Tabla 3.48. Indicadores de desempeño energético

Indicador de desempeño energético	Unidad	Valor antes	Valor posterior
Consumo de energía por unidad de tiempo de la red	kWh/año	10020,00	8049,00
Consumo de energía por unidad de tiempo del sistema fotovoltaico	kWh/año	0	1971
Reducción de emisiones de GEI	Ton CO2/año	0	0,89

Coste Total de la Inversión

$$\text{Inversión total} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Costo Inversión unitario}$$

$$\text{Inversión total} = 475\,000 \times 2\,000 \text{ USD} = 950\,000\,000 \text{ USD}$$

Energía Total Ahorrada

$$\text{Energía ahorrada} = \text{Grupo objetivo} \times \text{Ahorro unitario de electricidad}$$

$$\text{Energía eléctrica total ahorrada} = 475\,000 \times 1971 \text{ kWh/año} = 936\,225 \text{ MWh/año}$$

Ahorros Medioambientales

$$\text{Reducción de emisiones de CO}_2 = \text{Energía ahorrada} \times \text{Factor de emisión de CO}_2$$

$$\begin{aligned} \text{Reducción de emisiones de CO}_2 &= 936\,225 \text{ MWh/año} \times \frac{0,4533 \text{ tCO}_2 \text{ eq}}{\text{MWh}} \\ &= 424\,390,8 \text{ tCO}_2 \text{ eq/año} \end{aligned}$$

3.3 APLICACIÓN DE LA ETAPA 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD NORMATIVA

Este análisis proporciona directrices para conocer la factibilidad normativa de la serie de medidas de EE elegidas en las etapas anteriores.

A continuación, se divide a las medidas de EE seleccionadas en dos grandes grupos para evaluar su factibilidad normativa.

3.3.1 MEDIDAS FACTIBLES CON EL ESCENARIO NORMATIVO ACTUAL

Se describen las medidas de EE que presentan un marco normativo, leyes o beneficios que permitan su implementación en el corto plazo.

Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001

Antecedentes: Son pocas las empresas privadas que han obtenido la certificación de la norma ISO 50001, no obstante, se han desarrollado proyectos pilotos dentro de empresas públicas en generación y distribución de la energía. Dentro del Reglamento general de la LOEE se obliga a los grandes consumidores de energía en actividades comerciales, públicas e industriales a implementar la NTE-INEN-ISO:50001 y presentar las certificaciones hasta el 2025, además de comentar ciertos incentivos como los “certificados de ahorro de energía” que son títulos habilitantes que permiten cubrir los gastos en la tarifa de eficiencia energética [14].

Posibles impulsores de la medida a considerar: Esta medida requiere de personal capacitado que pueda certificar a las industrias, así como un monitoreo constante de los resultados, por lo que es esencial tener cursos o seminarios que formen técnicos expertos, ya que resulta costoso para las empresas el contratar servicios de expertos internacionales con el fin de obtener las certificaciones.

Implementación de Auditorías Energéticas.

Antecedentes: El Reglamento General de la LOEE obliga a grandes consumidores de energía la implementación de medidas de EE, dentro de las que se encuentran las auditorías energéticas, estas auditorías permiten conocer el estado actual de la empresa y presentan oportunidades de ahorro de energía.

Dentro del proyecto de “Eficiencia energética en las industrias” que fue ejecutado en 2012, se realizaron auditorías energéticas a empresas públicas y se capacito a personal técnico para futuras auditorias.

Posibles impulsores de la medida a considerar: Es necesario un marco normativo o regulatorio que fomente la creación de empresas de servicios energéticos, este tipo de empresas se encargan de apalancar el costo de la inversión de programas de EE dentro de los cuales se encuentran las auditorías energéticas y la implementación de sistemas de gestión de la energía, esto hace que tome el riesgo de inversión y cofinancie estas medidas, a la vez que recupera su financiación con los ahorros resultantes.

Instalación de sistemas de medición avanzada (Inteligentes)

Antecedentes: En industrias, empresas y comercios que han implementado medidas de EE o han requerido gestionar su consumo la instalación de medidores inteligentes ha sido de gran ayuda para monitorear los resultados, a pesar de no contar con normativas o leyes específicas, esta medida se considera un complemento para el monitoreo de proyectos de eficiencia energética (generalmente que están dentro de las políticas de EE en el Ecuador).

La importancia de la medida radica en el monitoreo y gestión de la demanda, los medidores inteligentes o los sistemas de medición dentro de un área de producción brindan información minuto a minuto del consumo de energía, esto sirve a las empresas a monitorear los resultados después de implementar medidas de EE o cambios en la producción, además de poder gestionar la demanda y obtener ahorros económicos en la factura de energía eléctrica.

Posibles impulsores de la medida a considerar: Esta medida puede ser implementada de manera inmediata en empresas que tengan grandes, medianos y pequeños consumos y necesiten gestionar su demanda, ya que los tiempos de retorno de la inversión son menores a 5 años.

Impulsar la participación de generación distribuida

Antecedentes: Esta medida cuenta con el “Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica” donde se indican las directrices para la instalación y operación de los sistemas de generación

distribuida, además de indicar el esquema tarifario que se utilizara para los proyectos de energías renovables (medición neta).

Posibles impulsores de la medida a considerar: Es necesario la difusión de los beneficios de instalar micro generadores en base a energías renovables, ya que los consumidores al no conocer este tipo de medidas, y los incentivos que se presentan (primordialmente en la reducción de la factura energética y de emisiones de CO₂) tienen una aversión al cambio y provocan que este tipo de normativas no sean aprovechadas.

De igual manera es imprescindible la necesidad de incentivos tributarios como la exención del IVA, para este tipo de tecnología, ya que la inversión inicial que se requiere es fuerte y el tiempo de retorno es mayor a 5 años.

3.3.2 MEDIDAS FACTIBLES CON CAMBIOS NORMATIVOS O REGULATORIOS.

Se describen las medidas EE que no cuentan con normativas, leyes o beneficios que permitan su implementación.

Sistemas de calentamiento de agua con energía solar

Antecedentes: Esta medida no cuenta con políticas que permitan su desarrollo, su implementación es enfocada a favorecer en servicios públicos como hospitales y hoteles que presentan un alto consumo en agua caliente sanitaria.

Acciones a realizar: Debido a su alto costo de inversión y su periodo de retorno mayor a 5 años, son necesarios el desarrollo de incentivos en este tipo de tecnologías como la exención del IVA u otro tipo de incentivos económicos, así como la difusión de beneficios al implementar dicha medida.

Es necesario realizar una normativa para este tipo de tecnología o incluir el calentamiento de agua con energía solar dentro de las normativas actuales, ya que, en el país, se necesitan directrices para poner en marcha una medida como esta sobre todo dentro del grupo objetivo, donde se tienen ahorros considerables en consumo eléctrico.

Dentro de todo este contexto es necesario analizar las barreras y beneficios que afectan o favorecen la implementación de las medidas seleccionadas, de esta manera se resume todo lo explicado anteriormente.

En la tabla 3.49 se encuentran las barreras que más afectan a la implementación de las medidas de Eficiencia Energética.

Tabla 3.49. Principales Barreras de cada medida para su implementación

Medidas de EE	Barreras	Análisis de las Barreras
Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001	Normativas Económicas Técnicas Informativas	<p>A pesar de ser obligatorias dentro del reglamento de la LOEE, no cuenta con una normativa específica para su implementación, donde se indique por ejemplo que entidad será la responsable de su control, aspectos de sanciones, entre otros aspectos.</p> <p>La falta de incentivos económicos frena la implementación de la medida a muchas industrias que no se ven obligadas por el reglamento de la LOEE.</p> <p>Falta de personal nacional capacitado para certificar los SGE a implementarse.</p>
Implementación de Auditorías Energéticas.	Normativas Económicas	<p>A pesar de ser obligatorias dentro del reglamento de la LOEE, no cuentan con una normativa específica para su implementación y control.</p> <p>Falta de incentivos claros para la implementación de la medida.</p> <p>No existe una directriz clara sobre la certificación de auditores energéticos en el país.</p>
Sistemas de calentamiento de agua con energía solar	Normativas Económicas Informativas Conductuales	<p>Falta de un marco regulatorio para este tipo de tecnología.</p> <p>Presenta un costo inicial elevado manejable para un grupo reducido de consumidores.</p> <p>Falta de incentivos claros para la implementación de la medida.</p> <p>Presenta una rentabilidad poco atractiva para su implementación.</p> <p>Existe una falta de información acerca de los beneficios de la medida.</p>

Medidas de EE	Barreras	Análisis de las Barreras
		Falta de interés al cambio de tecnología.
Instalación de sistemas de medición avanzada.	Económicas Informativas Conductuales	Falta de incentivos claros para la implementación de la medida. Desconocimiento de la tecnología y falta de información acerca de los beneficios de la medida. Falta de interés al cambio de tecnología.
Impulsar la participación de generación distribuida	Económicas Informativas Conductuales	Presenta un costo inicial elevado manejable para un grupo reducido de consumidores. Presenta una rentabilidad poco atractiva para su implementación, debido a la existencia de subsidios a la tarifa eléctrica. Falta de incentivos claros para la implementación de la medida. Falta de información acerca de los beneficios de la medida, especialmente para usuarios comerciales o industriales. Falta de interés al cambio de tecnología.

En la tabla 3.50 se encuentran los beneficios que más favorecen a la implementación de las medidas de Eficiencia Energética.

Tabla 3.50. Principales Beneficios de cada medida para su implementación

Medidas de EE	Beneficios	Análisis de las Beneficios
Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 500001	Normativos Económicos Ambientales Tecnológicos	Se crea una política de ahorro y eficiencia dentro de la empresa como parte de la implementación de la medida. Se cumple con el Reglamento de la LOEE y se evitan sanciones. Se puede cofinanciar la medida con organismos internacionales que promuevan el desarrollo de la eficiencia energética. Se tienen ahorros económicos y energéticos considerables. Se aprovechan los incentivos disponibles en beneficio de la organización.

Medidas de EE	Beneficios	Análisis de las Beneficios
		<p>Se reduce las emisiones de CO2 de manera considerable.</p> <p>Se desarrolla y moderniza los procesos productivos dentro de una empresa o fabrica.</p>
Implementación de Auditorías Energéticas.	<p>Normativos</p> <p>Económicos</p> <p>Ambientales</p> <p>Tecnológicos</p>	<p>Se cumple con el Reglamento de la LOEE y se evitan sanciones.</p> <p>Se puede cofinanciar la medida con organismos internacionales que promuevan el desarrollo de la eficiencia energética.</p> <p>Se tienen ahorros económicos y energéticos considerables.</p> <p>Se aprovechan los incentivos disponibles en beneficio de la organización.</p> <p>Se reduce las emisiones de CO2 de manera considerable.</p> <p>Se desarrolla y moderniza los procesos productivos dentro de una empresa o fabrica.</p>
Sistemas de calentamiento de agua con energía solar	<p>Económicos</p> <p>Ambientales</p> <p>Tecnológicos</p>	<p>Se tienen ahorros económicos y energéticos considerables.</p> <p>Se tienen acceso a incentivos que otorga el estado.</p> <p>Se reduce las emisiones de CO2 de manera considerable.</p> <p>Se aprovecha el desarrollo tecnológico en energías limpias para modernizar las instalaciones y evitar pérdidas de energía que se tenían con otros sistemas de calentamiento.</p>
Instalación de sistemas de medición avanzada.	<p>Económicos</p> <p>Tecnológicos</p>	<p>Se tienen ahorros económicos y energéticos considerables.</p> <p>Se aprovecha el desarrollo tecnológico para realizar una mejor gestión de la energía.</p>
Impulsar la participación de generación distribuida	<p>Económicos</p> <p>Ambientales</p> <p>Tecnológicos</p>	<p>Se tienen ahorros económicos y energéticos considerables.</p> <p>Se tienen acceso a incentivos que otorga el estado.</p>

Medidas de EE	Beneficios	Análisis de las Beneficios
		<p>Se reduce las emisiones de CO2 de manera considerable.</p> <p>Se aprovecha el desarrollo tecnológico en energías limpias para modernizar las instalaciones.</p>

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología propuesta permiten priorizar y determinar las medidas con mayores beneficios, rentabilidades y ahorros, identificando a su vez, aquellas con menores barreras o desventajas bajo la situación jurídica e institucional actual del Ecuador.

Tabla 4.1. Resumen de los resultados de las medidas de EE priorizadas

Medidas de EE	Estimación de Ahorros Energéticos Totales [MWh]	Estimación de Rentabilidad [USD]	Factibilidad de su implementación
Implementación de Sistemas de Gestión de Energía: Norma ISO 50001	1 581 000 MWh	69 609,88 USD	Leyes favorables para su implementación. Ahorros energéticos y económicos elevados. Nivel de formación de técnicos baja.
Implementación de Auditorías Energéticas.	32 955 350 MWh	434 724 USD	Leyes favorables para su implementación Ahorros energéticos y económicos elevados. Nivel de formación de técnicos baja.
Sistemas de calentamiento de agua con energía solar	24 213,792MWh	26 749,38 USD	Ahorros energéticos y económicos considerables. Coste de inversión elevado.
Instalación de sistemas de medición avanzada.	N/A*	12 031,47 USD	Ahorros económicos elevados.
Impulsar la participación de generación distribuida	936 225 MWh	814,20 USD	Normativa vigente con directrices para su implementación. Ahorros energéticos y económicos considerables. Coste de inversión elevado.
*No aplica para energía ahorrada ya que se realiza un desplazamiento de cargas, mas no un ahorro de energía.			

La medida energética dentro del sector del consumo eléctrico que más potencial o beneficio generaría, es la implementación de la Norma ISO 50001 por parte de las industrias, debido a su alta rentabilidad y sus ahorros elevados, además de que presenta un periodo de recuperación de inversión menor a 5 años, lo cual es un indicativo de que su coste de inversión, operación y mantenimiento sea accesible y se recupere en el tiempo.

Para el caso del Ecuador, este tipo de certificaciones no han sido aún aplicadas por las industrias, por lo que sería una medida nueva e incluso desconocida por muchas industrias, lo que genera justamente la necesidad de adecuar algunos aspectos para su implementación, como la difusión de las ventajas de este tipo de certificaciones, la necesidad de formación o preparación de profesionales expertos de temas de auditorías energéticas, así como de evaluadores de calidad y certificaciones ISO en el ámbito energético, la necesidad de desarrollo de incentivos, o alternativamente mecanismos de “sanción” para aquellas industrias que rondan los límites de la ineficiencia. En lo que respecta al marco normativo, existe el Reglamento de la LOEE que obliga a las industrias con alto consumo energético a implementar la Norma ISO 50001 y presentar sus certificaciones hasta el año 2025.

Las medidas que tienen un coste de inversión elevado y un tiempo de retorno mayor a 5 años, como es el caso de la implementación de sistemas de calentamiento de agua caliente o de paneles fotovoltaicos (Impulsar la participación de generación distribuida), compensan su implementación con una rentabilidad y ahorro energético considerable.

En los últimos años, empresas privadas han brindado como parte de sus servicios la implementación de este tipo de medidas, sin embargo, no generan la atracción suficiente a los consumidores por el desconocimiento de sus beneficios y la poca información que se tiene acerca de este tipo de tecnología (principalmente de sistemas de calentamiento de agua por energía solar), es por esto que se genera la necesidad de adecuar algunos aspectos para su implementación como la difusión de las ventajas de este tipo de tecnología y la creación de incentivos o mecanismos financieros para facilitar su implementación. En lo que respecta al marco normativo, existe el “Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica”, que establece directrices para los consumidores residenciales y comerciales interesados en implementar pequeños sistemas de generación a base de energías renovables, no obstante, esta norma no hace mención a sistemas de calentamiento de agua por energía solar.

Cada una de las medidas de EE analizadas en este trabajo de titulación son aplicables dentro de su grupo objetivo específico, no obstante, la aplicación en otro tipo de público dependerá de las condiciones en la parte normativa del país.

En general los resultados para las 5 medidas seleccionadas de la tabla 4.1 indican que existe un alto potencial de ahorro energético y una rentabilidad favorable para los intereses de los consumidores, sin embargo, estos dos criterios dependen de los costos (inversión, operación y mantenimiento), consumos (actuales y propuestos) y precios de la energía, que cambian constantemente por lo que es necesario seguir evaluando casos concretos y actualizando los ahorros y rentabilidades obtenidas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

A nivel regional existe una fuerte heterogeneidad en el nivel de avance de las acciones de eficiencia energética entre países en vías de desarrollo. Los mejores resultados se ven en ambientes que promueven un clima favorable para la institucionalidad, con un marco jurídico apto para el vínculo contractual entre agentes de mercado que integre a privados y sector público y con un financiamiento que permita sostenibilidad de las medidas a largo plazo. Dentro de este contexto, si bien es cierto, Ecuador está dentro de los países que ha fortalecido su marco jurídico, aún se requieren de instrumentos que permitan viabilizar un mayor impulso al desarrollo de la eficiencia energética en sectores concretos de consumo.

En relación a la eficiencia energética en el sector de la generación desde el año 2009, el país realizó una importante inversión para diversificar la matriz energética, desarrollando proyectos de generación emblemáticos; sin embargo, el descenso del precio de petróleo, frenó la capacidad de inversión del Estado, y se visualiza que en el mediano y largo plazo el ritmo de inversión que se venía realizando ya no sería viable, por lo que el cambio de modelo en el sector de la oferta de generación es fundamental si se quiere asegurar el abastecimiento de la demanda y la participación de energías renovables en este sector, para lo cual es primordial fortalecer la institucionalidad del sector y brindar la seguridad jurídica necesaria para las inversiones.

En lo que respecta a la eficiencia energética en el sector de consumo, si bien el país ha impulsado algunos programas e iniciativas para el ahorro energético, del análisis realizado se ha podido observar que tales medidas no han formado parte de un plan integral, y que previo a la aprobación de Ley Orgánica de Eficiencia Energética, no existía una institucionalidad de que garantice la sostenibilidad ni técnica y financiera de estos programas en el largo plazo, por lo que a medida que avanzan en su ejecución, algunas acciones pierden relevancia, existiendo proyectos y programas que incluso no se pueden concluir.

En el sector industrial del país los esfuerzos en eficiencia energética se están orientando a la certificación ISO 50001. El reglamento de la LOEE obliga a todas las industrias de gran consumo a certificarse hasta el 2025 con la norma ISO 50001, para lo cual las industrias deberían partir de una auditoría energética con la cual se establece una línea base del estado actual energético de las instalaciones, que permite proponer oportunidades de ahorro de energía como podrían ser, por ejemplo:

- La instalación de un control inteligente de energía que permita desplazar cargas a horarios con menor concentración de consumo o precio, disminuyendo así los pagos tanto por energía, como por demanda, teniendo un constante monitoreo de los principales parámetros eléctricos y térmicos.
- La instalación de sistemas de control para variables como el factor de potencia, iluminación y temperatura, regulando el consumo de energía y evitando pérdidas en el sistema, obteniendo grandes ahorros energéticos como económicos.
- Y el aprovechamiento del calor residual de los procesos industriales que suponen una mejora en la eficiencia energética y una reducción de emisiones de CO₂ en la planta.

En este trabajo de titulación se desarrolló una metodología para evaluar el ahorro y la factibilidad desde el punto de vista técnico y normativo de medidas de EE en el sector eléctrico, donde por medio de tres etapas secuenciales del proceso, se determina un orden jerárquico para priorizar aquellas medidas que brinden mejores resultados en base a las condiciones únicas de cada sector.

En la etapa 1 de la metodología propuesta se consigue seleccionar un conjunto de medidas de eficiencia energética en función del consumo y potencial de ahorro, que serán evaluadas en las siguientes etapas.

En la etapa 2 de la metodología se evalúan los ahorros económicos y energéticos de las medidas seleccionadas y se proponen indicadores de desempeño energético para monitorear los resultados obtenidos dentro del horizonte de tiempo del proyecto, dichos indicadores son únicos de cada medida y son propuestos de acuerdo a las condiciones de producción y consumo que dispongan.

En la etapa 3 de la metodología propuesta se realizó un análisis de factibilidad normativa que permitió evaluar el escenario político actual en tema de eficiencia energética y determinar las principales barreras y beneficios para la implementación de las medidas de EE.

Finalmente se proponen 5 medidas de eficiencia energética para implementar en el Ecuador, cada una de ellas evaluada por la metodología propuesta, obteniendo rentabilidades y factibilidades técnicas y normativas considerables dentro de su sector de consumo eléctrico. Sin embargo, para casos concretos o medidas que no se apeguen a las condiciones descritas a lo largo de este trabajo de titulación, se necesitara de un análisis diferente que puede variar con el aquí descrito, considerando su situación en particular.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda a los consumidores o empresas que quieran implementar una medida de EE informarse de los beneficios y barreras antes de invertir, esto se lo realiza para valorar los riesgos y estimar los ahorros que se puedan llegar a obtener, asimismo, realizar un seguimiento de las variables cambiantes con el tiempo como son el precio de la energía eléctrica y los costos de inversión, operación y mantenimiento para valorar el momento de inversión.

Se recomienda fomentar activamente el desarrollo de programas de eficiencia energética realizando proyectos pilotos que difundan los beneficios de las medidas en los grupos objetivos; creando empresas de servicios energéticos (ESCOs) que apoyen a las empresas con sus inversiones iniciales y reestructurando o creando nuevas políticas y normativas de EE que proporcionen a los diferentes sectores de consumo incentivos fiscales, regulatorios, entre otros.

Implementar indicadores de seguimiento es fundamental para un efectivo control del desempeño de programas o medidas de eficiencia que se implementen en cualquier país; en tal sentido desde la etapa de planificación es fundamental sentar una línea base adecuada para la definición y cálculo de indicadores, así como de su estimación a futuro para la definición de objetivos y su control efectivo de desempeño.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Asamblea Nacional República del Ecuador, “Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica,” pp. 1–28, Jan. 2015.
- [2] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035*, Manthra Co. Quito, 2017. [Online]. Available: https://www.celec.gob.ec/hidronacion/images/stories/pdf/PLANEE_version_español.pdf
- [3] Asamblea Nacional República del Ecuador, “Ley Orgánica de Eficiencia Energética,” p. 8, 2019.
- [4] MERNNR, “Plan Maestro de Electricidad 2019-2027,” *MERNNR Ministerio de Energía y Recursos No Renovables Ministerio de Energía y Recursos No Renovables*, p. 390, 2019.
- [5] IIGE, “BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2020,” Quito, 2021.
- [6] CONELEC, “Vol.4.- Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental,” *Plan Maestro de Electrificación 2013-2022*, p. 380, 2013, [Online]. Available: <http://www.regulacioneolica.gob.ec/plan-maestro-de-electrificacion-2013-2022/>
- [7] J. A. Agual Sierra, “Ficha Informativa de Proyecto 2021 MERNNR-Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables PROYECTO: K016 MEER, Programa de Cocción Eficiente DATOS GENERALES,” 2021.
- [8] MEER, “Informe de Rendición de Cuentas 2017,” p. 46, 2017.
- [9] INER, “Instituto Nacional de Eficiencia Energética.” p. 34, 2015.
- [10] CELEC EP, “SE IMPLEMENTÓ PLANTA PILOTO DE CICLO ORGÁNICO RANKINE.” <https://www.celec.gob.ec/transelectric/index.php/18-institucional/contenido-documentos/268-2017-03-14-14-49-10> (accessed Sep. 23, 2021).
- [11] INER, “CONGRESO INTERNACIONAL I+D+i EN SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA,” p. 134, 2017.
- [12] Secretaría Técnica Planifica Ecuador, “Informe de Avance del Cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible,” Quito, 2019.
- [13] Asamblea Nacional República del Ecuador, “Constitución de la república del Ecuador,” no. 1998, pp. 1–63, 2008.
- [14] Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables MERNNR, *Decreto Ejecutivo N° 229*. 2021.
- [15] ARCERNNR, “Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica,” pp. 1–39, 2021.
- [16] ARCERNNR, “Marco normativo para la participación en generación distribuida de empresas habilitadas para realizar la actividad de generación,” 2021.

- [17] CONELEC, *Regulación No. CONELEC 001/09, Participación de los autogeneradores a través de la cogeneración*. Ecuador, 2009, pp. 1–5.
- [18] CONELEC, *REGULACIÓN No. CONELEC 001/14, Participación de Autogeneradores en el Sector Eléctrico*. Ecuador, 2014, p. 18.
- [19] INER, *Análisis de las oportunidades de investigación, desarrollo e innovación en eficiencia energética y energías renovables en Ecuador*. Quito, 2016.
- [20] ARCONEL, “Esquema Tarifario para la introducción de los Vehículos Eléctricos en el Ecuador,” *Resolución No. ARCONEL-038/15*, pp. 1–6, 2015.
- [21] ARCERNNR, *REGULACIÓN Nro. ARCERNNR 003/20, Modelo de Contrato de suministro para los proveedores del servicio de carga de energía a vehículos eléctricos*. ECUADOR, 2020, p. 19. [Online]. Available: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-003-20.pdf>
- [22] DIRECCIÓN DE REGULACIÓN ECONÓMICA Y TARIFAS DEL SECTOR ELÉCTRICO, “PLIEGO TARIFARIO DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA,” 2021.
- [23] Ministerio del Ambiente Ecuador MAE, “Primera Contribución Determinada a nivel nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático,” *Gobierno de Ecuador*, pp. 1–44, 2019.
- [24] J. Sánchez, A. Blanco, A. Yépez, M. Coviello, A. Schuschny, and R. G. Aiello, *Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Avances y oportunidades*. Pymedia, 2017. doi: 10.18235/0000971.
- [25] The ISO Survey of Management System Standard Certifications, “International Organization for Standardization ISO,” 2019. <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1> (accessed Sep. 30, 2021).
- [26] CEPAL, “Documentation of BIEE data base on SDG7 indicators for Latin American & Caribbean countries,” no. March, 2021.
- [27] NU. CEPAL, *Monitoreando la eficiencia energética en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL, 2016. Accessed: Feb. 21, 2022. [Online]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40505/1/S1600876_es.pdf
- [28] CEPAL, “BIEE - Base de Indicadores de Eficiencia Energética,” 2021. <https://biee-cepal.enerdata.net/en/> (accessed Oct. 01, 2021).
- [29] V. Dufresne, P. Langlois, M. Couture-Roy, and S. Flamand, “GUÍA C. DISEÑO DE PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA,” 2013. Accessed: Aug. 14, 2021. [Online]. Available: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00357.pdf>
- [30] J. I. Briano, M. J. Báez, and R. Moya Morales, *Eficiencia energética en Ecuador: Identificación de oportunidades*. Caracas: CAF, 2016. Accessed: Feb. 21, 2022. [Online]. Available: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/977/Reporte%20EE%20en%20Ecuador.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [31] Secretaría de Estado de Santa Fe and Dirección General de Asistencia Técnica, "PROGRAMA DE FORMACIÓN DE GESTORES ENERGÉTICOS EN INDUSTRIAS. MÓDULO II: EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ENERGÍA," Santa Fe, 2019.
- [32] ISO, "Norma Internacional ISO 50001. Sistemas de gestión de la energía," *Order A Journal On The Theory Of Ordered Sets And Its Applications*, vol. 1, pp. 1–28, Jun. 2011.
- [33] MGM International, *Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética. Tipo de Proyecto: Calentamiento de Agua con Energía Solar*. Lima: CAF, 2018. Accessed: Feb. 21, 2022. [Online]. Available: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1299/GUIA%20-%20Calentamiento%20de%20Agua%20con%20Energ%C3%81a%20Solar-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [34] L. Haro Estrella, "FACTOR DE EMISIÓN DE CO2 DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ECUADOR. INFORME 2020," Jul. 2021.
- [35] A. Chiles Puma, C. Junia Guerra, D. Cajamarca Remache, D. Arias Cazco, and R. Briones Vizueté, "ESTADÍSTICA ANUAL Y MULTIANUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO 2020," Quito, Jun. 2021.
- [36] B. Solano, "Directorio de Empresas y Establecimientos 2020," Oct. 2021.
- [37] "Anuario de Estadísticas de Transporte 2020," Nov. 2021.
- [38] Instituto de Investigación Geológico y Energético IIGE, "Balance Energético Nacional 2019," pp. 1–174, 2020.
- [39] Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador, "Resolución N° 030-DIR-2021-ANT," Apr. 2021.
- [40] Banco Interamericano BID, "Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador," Mar. 2021.
- [41] C. García Botero, O. V. González Gonzales, O. A. Báez Daza, L. A. Tellez Ávila, and D. C. Obando Anzola, "PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2017-2022," Dec. 2016.
- [42] Ministerio del Ambiente, "Guía práctica para el ahorro y uso eficiente de la energía."
- [43] Y. Chan and R. Kantamaneni, "STUDY ON ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING POTENTIAL IN INDUSTRY AND ON POSSIBLE POLICY MECHANISMS," London, Dec. 2015. [Online]. Available: www.icfi.com
- [44] J. Fernández Gómez, "EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL," Feb. 2021.
- [45] P. Fernández *et al.*, "Estudio sobre el Mercado de la Eficiencia Energética en España," Madrid.
- [46] Coordinación de Eficiencia Energética en Edificaciones y Sector Público, "Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas: Resumen Ejecutivo," Dec. 2020.

- [47] L. Ramos, J. Quijia, R. Chaves, D. Vélez, and J. Muñoz, “Boletín Técnico N°01-2021-ENED Encuesta Nacional de Edificaciones (ENED), 2020. Minería, manufactura y construcción,” Oct. 2021. [Online]. Available: www.ecuadorencifras.com
- [48] C. Carpio and A. Afranchi, “PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE LA EFICIENCIA ENERGETICA,” 2015.
- [49] A. Blanco and M. Coviello, *Empresas de servicios energéticos en América Latina: Un documento guía sobre su evolución y perspectivas*. Santiago: CEPAL, 2015. Accessed: Feb. 21, 2022. [Online]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39008/S1500950_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [50] MGM International, *Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética. Tipo de Proyecto: Calderas de Alta Eficiencia*. Lima: CAF, 2018.
- [51] INEN, *REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 145 “EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES ELÉCTRICOS.”* Ecuador, 2017, pp. 1–9.
- [52] MGM International, *Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética. Tipo de Proyecto: Motores de Alta Eficiencia*. Lima: CAF, 2018.
- [53] Presidencia de la República, “Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica,” Quito, Aug. 2019.
- [54] MGM International, *Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética. Tipo de Proyecto: Energía Solar Fotovoltaica*. Lima: CAF, 2018.
- [55] BCE, “Tasas de Interés 2022,” Apr. 2022. <https://contenido.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm> (accessed Apr. 13, 2022).

ANEXOS

ANEXO A

Cargos Tarifarios únicos de energía eléctrica [22].

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
CATEGORÍA	RESIDENCIAL		
NIVEL VOLTAJE	BAJO Y MEDIO VOLTAJE		1,414
1-50		0,091	
51-100		0,093	
101-150		0,095	
151-200		0,097	
201-250		0,099	
251-300		0,101	
301-350		0,103	
351-500		0,105	
501-700		0,1285	
701-1000		0,1450	
1001-1500		0,1709	
1501-2500		0,2752	
2501-3500		0,4360	
Superior		0,6812	
	RESIDENCIAL TEMPORAL		
		0,1285	

CATEGORÍA	GENERAL		
NIVEL VOLTAJE	BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA		1,414
	COMERCIAL		
1-300		0,092	
Superior		0,103	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
1-300		0,082	
Superior		0,093	
	BOMBEO AGUA		
1-300		0,072	
Superior		0,083	
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE		
1-300		0,058	
Superior		0,066	
	INDUSTRIAL ARTESANAL		
1-300		0,073	
Superior		0,089	
	ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO		
1 - 100		0,034	
101-200		0,036	
201-300		0,038	
Superior		0,063	
NIVEL VOLTAJE	BAJO VOLTAJE CON DEMANDA		1,414
	COMERCIALES		
	4,790	0,090	
	INDUSTRIALES		
	4,790	0,080	
	ENTIDADES OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
	4,790	0,080	
	BOMBEO AGUA		
	4,790	0,070	

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
NIVEL VOLTAJE	BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES		1,414
08:00 hasta 22:00 horas	4,790	0,090	
22:00 hasta 08:00 horas		0,072	
	INDUSTRIALES		
08:00 hasta 22:00 horas	4,790	0,065	
22:00 hasta 08:00 horas		0,069	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
08:00 hasta 22:00 horas	4,790	0,080	
22:00 hasta 08:00 horas		0,066	
	BOMBEO AGUA		
08:00 hasta 22:00 horas	4,790	0,070	
22:00 hasta 08:00 horas		0,056	

NIVEL VOLTAJE	BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA			
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE		1,414	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	2,620	0,056		
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,095		
L-V 22:00 hasta 08:00 horas *		0,045		
S,D 18:00 hasta 22:00 horas		0,056		
	VEHICULOS ELÉCTRICOS			
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,080		
L-D: 18:00 hasta 22:00		0,100		
L-D: 22:00 hasta 08:00 horas		0,050		
SyD: 08:00 hasta 18:00 horas				
NIVEL VOLTAJE	BAJO Y MEDIO VOLTAJE			
	BOMBEO AGUA - COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS SIN FINES DE LUCRO			0,700
1-300 Superior		0,040		
	ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO CON DEMANDA		1,414	
	3,000	0,065		
	ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA			
08:00 hasta 22:00 horas	3,000	0,065		
22:00 hasta 08:00 horas		0,054		

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
NIVEL VOLTAJE	MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA		
	COMERCIALES		1,414
	4,790	0,095	
	INDUSTRIALES		
	4,790	0,083	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
	4,790	0,071	
	BOMBEO AGUA		
	4,790	0,061	

NIVEL VOLTAJE	MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA			
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	COMERCIALES		1,414	
	4,576	0,095 0,077		
08h00 hasta 22h00 22h00 hasta 08h00	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES			
	4,576	0,071 0,059		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	BOMBEO AGUA			
	4,576	0,061 0,049		
NIVEL VOLTAJE	MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA			
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas * S,D 18:00 hasta 22:00 horas	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE			1,414
	2,620	0,043 0,073 0,034 0,043		
	L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-D: 18:00 hasta 22:00 horas L-D: 22:00 hasta 08:00 horas SyD: 08:00 hasta 18:00 horas	ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA		
		4,050	0,069 0,086 0,043	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas * S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas		INDUSTRIALES		
	4,576	0,0897 0,1037 0,0501 0,0897		

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	COMERCIALES		1,414
	4,400	0,089 0,081	
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
	4,400	0,065 0,059	
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	BOMBEO AGUA		
	4,400	0,055 0,049	
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA		
	3,000	0,065 0,054	

NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA	
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE	
	2,100	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,039
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,065
L-V 22:00 hasta 08:00 horas *		0,031
S,D 18:00 hasta 22:00 horas		0,039
	ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA	
	4,050	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,069
L-D: 18:00 hasta 22:00 horas		0,086
L-D: 22:00 hasta 08:00 horas		0,043
SyD: 08:00 hasta 18:00 horas		
	INDUSTRIALES	
	4,400	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,0837
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,0967
L-V 22:00 hasta 08:00 horas *		0,0501
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas		0,0837
	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA (Grupo - AV2)	
	INDUSTRIALES	
	3,940	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,0678
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,0814
L-V 22:00 hasta 08:00 horas *		0,0543
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas		0,0678

* El valor de este cargo tarifario se aplica para el periodo complementario de los días S,D,F.

ORDEN DE EMPASTADO