

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA**

**PERSPECTIVA DE INTEGRACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS  
EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN**

**DIAGNOSTICO DE LA NORMATIVA VIGENTE PARA LA  
INTEGRACIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE NO  
CONVENCIONAL A LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA DEL ECUADOR A FIN DE PLANTEAR UN  
PROCEDIMIENTO PARA LA ADECUADA APLICACIÓN DE LAS  
REGULACIONES VIGENTES POR PARTE DE LAS EMPRESAS DE  
DISTRIBUCIÓN**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRICIDAD**

**ALEX ANTONIO ROMERO BUSTOS**

**[alex.romero@epn.edu.ec](mailto:alex.romero@epn.edu.ec)**

**DIRECTOR: PAUL FABRICIO VASQUEZ MIRANDA**

**[paul.vasquez@epn.edu.ec](mailto:paul.vasquez@epn.edu.ec)**

**DMQ, Octubre 2022**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, Alex Antonio Romero Bustos declaro que el trabajo de integración curricular 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.



---

**Alex Antonio Romero Bustos**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Alex Antonio Romero Bustos, bajo mi supervisión.



---

**Dr. Ing. Paúl Fabricio Vásquez Miranda**  
**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

ALEX ANTONIO ROMERO BUSTOS

PAÚL FABRICIO VAZQUEZ MIRANDA

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres y hermano, quienes han sido el pilar fundamental para hoy alcanzar una meta más.

Alex Antonio Romero B.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero quiero agradecer a mis padres, quienes me dirigieron y brindaron la posibilidad de formarme en esta prestigiosa universidad.

A mis tíos y primos, quienes fueron un pilar importante dentro de mi formación universitaria, siempre dándome consejo y apoyándome en los momentos más complicados de la carrera.

A mi grupo de amigos, que más que amigos han sido como mi segunda familia, gracias por brindarme su apoyo y ayudarme a mejorar tanto en el ámbito personal como en el educativo.

A mi tutor el Dr. Paul Vázquez, quien con su consejo y enseñanza me permitió desarrollar este trabajo de mejor manera.

Alex Antonio

## RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el diagnóstico de la normativa vigente relacionada a la integración de generación renovable no convencional a los sistemas de distribución, debido a esto las regulaciones a analizarse deben enfocarse en la generación que pueda instalarse cerca del consumidor, por lo cual se va a tomar en consideración las regulaciones sobre: Generación Distribuida, Generación Distribuida para Autoabastecimiento y Autogeneración.

En base a lo anterior se deberá considerar para este análisis normativas sobre generación con energías renovables a nivel de Latinoamérica, con la finalidad de realizar comparaciones y buscar opciones de reforma o mejora a las regulaciones vigentes en el Ecuador.

Por último, lo que se realizara es mediante una matriz comparativa plantear las semejanzas y diferencias entre las normativas a nivel de Latinoamérica y Ecuador analizadas, para poder realizar el planteamiento de reformas o mejoras a las normativas de manera más simple.

**PALABRAS CLAVE:** Energías Renovables no Convencionales, Generación Distribuida, Generación distribuida para Autoabastecimiento, Autogeneración.

## **ABSTRACT**

In the present work the diagnosis of the current regulations related to the integration of unconventional renewable generation to distribution systems is made, due to this the regulations to be analyzed should focus on the generation that can be installed near the consumer, for which the regulations on: Distributed Generation, Distributed Generation for Self-Supply and Self-Generation will be taken into consideration.

Based on the above, regulations on renewable energy generation at the Latin American level should be considered for this analysis, to make comparisons and look for reform or improvement options to the regulations in force in Ecuador.

Finally, what will be done is through a comparative matrix to propose the similarities and differences between the regulations at the level of Latin America and Ecuador analyzed, to make the approach of reforms or improvement to the regulations in a simpler way.

**KEYWORDS:** Non-Conventional Renewable Energies, Distributed Generation, Distributed Generation for Self-supply, Self-generation.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN .....	V
ABSTRACT .....	VI
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general .....	3
1.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Alcance .....	4
1.4 Marco teórico .....	4
1.4.1 <b>Generación Eléctrica en el Ecuador</b> .....	4
1.4.2 <b>Empresas habilitadas para implementación de generación distribuida</b> .....	4
1.4.3 <b>Definiciones de términos relacionados al otorgamiento de proyectos de generación distribuida.</b> .....	6
1.4.4 <b>Generación Centralizada</b> .....	8
1.4.5 <b>Generación Distribuida</b> .....	8
1.4.6 <b>Autogeneración</b> .....	9
2 METODOLOGÍA.....	10
2.1 Análisis de Normativa Vigente .....	11
2.1.1 <b>Regulación Nro. ARCERNNR 001/2021</b> .....	12
2.1.2 <b>Regulación Nro. ARCERNNR 002/2021</b> .....	19
2.1.3 <b>Regulación Nro. ARCERNNR 005/2021</b> .....	24
2.2 Análisis de la Base de la Normativa Vigente.....	29
2.2.1 <b>Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica</b> .....	30
2.2.2 <b>Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica</b> .....	30
2.2.3 <b>Ley Orgánica de Eficiencia Energética</b> .....	31
2.2.4 <b>Regulación Nro. ARCONEL 003/18</b> .....	31
2.2.5 <b>Regulación Nro. CONELEC 001/14</b> .....	32
2.3 Análisis de la Normativa a nivel de Latinoamérica .....	33
2.3.1 <b>México</b> .....	34
2.3.2 <b>Colombia</b> .....	35
2.3.3 <b>Nicaragua</b> .....	36

<b>2.3.4</b>	<b>Argentina</b> .....	37
2.4	Matriz comparativa de las normativas analizadas .....	38
3	<b>RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	39
3.1	Resultados .....	39
<b>3.1.1</b>	<b>Propuestas de Cambio a las Regulaciones Vigentes</b> .....	39
3.2	Conclusiones.....	44
3.3	Recomendaciones.....	45
4	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	45
5	<b>ANEXOS</b> .....	48

# 1 INTRODUCCIÓN

La gran problemática mundial que se vive actualmente es producto del uso indiscriminado de combustibles fósiles. Tomando en cuenta esto, la gran mayoría de gobiernos buscan reformar su marco regulatorio con la finalidad de permitir la introducción de nuevas tecnologías que sea amigables con el medio ambiente. [1]

Por lo cual, una adecuada integración de energías renovables no convencionales en los sistemas eléctricos dependerá en gran medida de la existencia y calidad de leyes, reglamentos, regulaciones que hayan sido aprobadas para este efecto.

Desde décadas pasadas el fenómeno de la globalización influyó en el proceso de integración regional de los países, con el fin de hacer frente a los problemas generados por la gestión de la estructura del tradicional esquema energético. Varios países ingresaron a procesos de desregulación de las actividades de la industria eléctrica, pero esta situación empeoró los conflictos existentes entre la utilización de los recursos y la preservación de la naturaleza. [2]

De ahí que, a nivel europeo en los últimos años se han presentado diversas estrategias regulatorias, con la finalidad de promover las energías renovables. Estas estrategias se clasifican en base a tres criterios:

- Si la regulación actúa sobre el precio o sobre la capacidad a instalar.
- Si la regulación actúa sobre la inversión o sobre la generación.
- Si la financiación de los proyectos de energía renovable proviene de los consumidores finales o de los contribuyentes. [3]

En países como Panamá, Brasil, Chile y Ecuador, la iniciativa que se ha tomado es la de fomentar el uso de energías renovables, esto mediante la ampliación de su marco regulatorio y su aplicabilidad en desarrollo de proyectos, los mismos que marcan una pauta dentro del desarrollo energético y la sostenibilidad ambiental. [1]

Se debe tomar en cuenta que tanto la inversión pública como privada es un punto clave para el desarrollo de proyectos de energías renovables en el Ecuador, además de ser una fuente importante en la dinamización de la economía. Por lo cual, la generación de empleo, promover el desarrollo social, la incorporación de nuevas tecnologías y fuentes de energía limpia no convencional son estrategias claves para la diversificación de la matriz energética. [4]

Tomando en cuenta lo anterior, es de gran importancia indicar que en la actualidad el 92% de la generación de energía en el país proviene de centrales hidráulicas, el 7% de térmicas y el 1% de fuentes no convencionales (fotovoltaica, eólica, biomasa, biogás, geotermia, entre otras). Esta producción, marcada por energías amigables con el ambiente, satisface la demanda nacional de electricidad, así como la exportación a los países vecinos. [4]

Como se puede notar la base de la generación del Ecuador está constituida por las grandes centrales de generación, con la desventaja de que los lugares más alejados de las centrales no reciben energía de calidad y además se producen pérdidas que afectan al sistema. Debido a esto, surge la denominada Generación Distribuida la cual permite generar en lugares muy cercanos al consumidor, a un menor costo y con un alto nivel de eficiencia. La integración de GD requiere de un marco regulatorio descentralizado y ajustado a las características y necesidades del usuario. [1]

Para poder consolidar un matriz energética limpia, el Gobierno Nacional aplica políticas, con la finalidad de generar confianza en los inversionistas, a través de un marco legal basado en la seguridad jurídica y procesos públicos transparentes, que incluyen mecanismos de alianza público-privadas, con regulaciones previsibles y simplificadas, así como con esquemas tarifarios favorables e incentivos al sector privado. [4]

Para poder realizar un análisis del marco regulatorio vigente, se debe tomar en cuenta que el mismo está compuesto por artículos, leyes, regulaciones, los cuales se encuentran en: Constitución del Ecuador, Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, Ley Orgánica de Eficiencia Energética, Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica y las regulaciones presentadas por la ARCERNR.

Ahora se debe considerar que son dos las regulaciones que hablan sobre la generación distribuida, las mismas que se presentan a continuación:

- Regulación No. ARCERNNR 001/2021: “Marco Normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica”
- Regulación No. ARCERNNR 002/2021: “Marco Normativo para la participación en generación distribuida de empresas habilitadas para realizar actividades de generación”

La regulación 001/2021 busca establecer las disposiciones para el proceso de habilitación, conexión, instalación y operación de sistemas de generación distribuida basadas en fuentes de energía renovable para el autoabastecimiento de consumidores regulados. [5]

Mientras que la regulación 002/2021 busca establecer las condiciones técnicas y comerciales a cumplirse con respecto al desarrollo y operación de las centrales de generación distribuida, de propiedad de empresas que sean habilitadas por el Ministerio Rector para ejecutar la actividad de generación. [6]

Ambas resoluciones buscan por medio de la GD la inclusión de nuevas opciones de generación basadas en energías renovables no convencionales, a pesar de esto las resoluciones presentan ciertas falencias tanto en los ámbitos económicos como en los técnicos, lo cual vuelve poco atractivo la incursión e inversión en este tipo de generación ya sea a pequeña o gran escala.

De acuerdo con el marco normativo vigente, se concluye necesario el desarrollo de una regulación que incentive la incorporación de generación distribuida en el Sector Eléctrico Ecuatoriano, no solamente estableciendo las responsabilidades generales que tienen las instituciones, empresas del sector eléctrico para el desarrollo de la actividad de generación, sino también garantizando la sustentabilidad de la industria eléctrica, así como la calidad del servicio entregado a los clientes.

## **1.1 Objetivo general**

Proponer un procedimiento para mejorar la implementación de las regulaciones vigentes para la integración de generación renovables no convencionales a las redes de distribución de energía eléctrica en el Ecuador.

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Examinar la normativa vigente que hable de la integración de generación renovable no convencional, así como leyes, artículos, resoluciones y regulaciones referentes al tema.
2. Investigar acerca de normativa de generación no convencional a nivel de Latinoamérica.
3. Comparar las normativas a nivel de Latinoamérica con las vigentes en el Ecuador, para establecer los puntos débiles en la aplicabilidad de estas.
4. Plantear mejoras a la normativa vigente, tomando como base las normativas de otros países para poder desarrollar un procedimiento de implementación de las regulaciones de mayor calidad.

### **1.3 Alcance**

En el proyecto propuesto se realizará un diagnóstico de la normativa vigente sobre integración de generación renovable no convencional en sistemas de distribución de energía eléctrica. Las regulaciones que se tomarán en consideración para este diagnóstico son las Regulaciones No. ARCERNNR 001/2021, No. ARCERNNR 002/2021 y No. ARCERNNR 005/2021, con la finalidad de plantear ajustes o mejoras a cada una de las regulaciones.

Se debe tener en cuenta que para poder realizar los ajustes o mejoras a la normativa es necesario analizar y comparar las normativas vigentes de otros países en este caso a nivel de Latinoamérica, para poder tomar en cuenta las propuestas de estas tanto a nivel económico como técnico y poder mejorar la implementación de las regulaciones en el Ecuador.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Generación Eléctrica en el Ecuador**

Se debe tener en cuenta que dentro de lo que es la generación eléctrica, es de vital importancia la inversión tanto pública como privada, ya que debido a las mismas se puede poner en marcha nuevos proyectos en base a energías renovables, además se debe tener en cuenta que la implementación de estos proyectos permiten dinamizar la economía, promover el desarrollo social, incluir nuevas tecnologías y fuentes de energía limpia que son la base para la diversificación de la matriz energética.

Tomando en cuenta lo anterior, es de suma importancia indicar que actualmente el 92% de la generación del país proviene de centrales hidráulicas, el 7% de térmicas y el 1% de fuentes no convencionales (biomasa, biogás, fotovoltaica, eólica, entre otras). En base a esto, se considera que la demanda nacional de electricidad y exportaciones a países vecinos es cubierta en su gran mayoría por fuentes de energía renovable. [7]

Ahora se debe tener en cuenta que todas las tecnologías generación utilizadas se las puede dividir en dos grupos tomando en cuenta los conceptos de generación centralizada y generación distribuida, además de esto se considera que todo proyecto de generación puesto en operación o próximo a desarrollarse se encontrara dentro del plan maestro de electrificación (PME). [8]

#### **1.4.2 Empresas habilitadas para implementación de generación distribuida**

Los proyectos de generación distribuida que podrían o no estar dentro PME, van a ser desarrollados por las siguientes entidades:

#### **1.4.2.1 Empresas Publicas**

Para que una empresa pública pueda desarrollar proyectos de generación distribuida, se deberá considerar que los mismos consten en el PME y sean dirigidos para cubrir la demanda regulada, considerando que el que delega el proyecto a dicha empresa es el ministerio rector.

Se debe considerar que la empresa realizara el trámite para obtención de la autorización de operación ante el ministerio rector, cumpliendo con lo establecido en la RGLOSPEE y demás condiciones que plantee la entidad.[6]

#### **1.4.2.2 Empresas Privadas, de economía popular y solidaria y de economía mixta**

En el caso de las empresas en las cuales el estado posea un cierto porcentaje accionario ya sean estas privadas, de economía popular y solidaria, y de economía mixta, tendrán la facultad de desarrollar proyectos de generación distribuida, considerando ciertos casos que se definirán a continuación:

##### **1.4.2.2.1 Proyectos dirigidos para la venta de energía a la demanda regulada considerando que estos consten en el PME**

En el caso en que el Ministerio considere que los proyectos basados en energías renovables no convencionales no serán desarrollados por empresas públicas, sino otorgados a empresas privadas, de economía popular y solidario o de economía mixta. Se debe tener en cuenta que todos los aspectos relacionados al proyecto van a ser delegados a empresas seleccionadas mediante un proceso público de selección. Además, se deberá considerar que la energía producida por este proyecto está destinada a cubrir la demanda regulada o podrá ser comercializada también a grandes consumidores, tomando en cuenta lo planteado en el proceso público de selección como en el título habilitante. [6]

##### **1.4.2.2.2 Proyectos dirigidos para la venta de energía a la demanda regulada considerando que estos no consten en el PME**

En este caso las empresas promotoras de generación distribuida privadas, de economía popular y solidaria; y de economía mixta serán participes del proceso público de selección para adjudicarse un proyecto de generación, con la finalidad de cubrir ciertos requerimientos de generación distribuida. Se debe tener en cuenta que dependiendo del nivel de potencia de la central el proceso a seguir para la asignación podrá ser: un proceso público de selección para potencias ente 1 MW y 10 MW o un proceso de asignación para potencias menores a 1 MW. Se debe considerar también que esta generación estará destinada a cubrir la demanda regulada o puede ser comercializada con grandes

consumidores, además serán las empresas los encargados de identificar los proyectos ofertados en un proceso público de selección, además de tener que tramitar la factibilidad de conexión. [6]

#### **1.4.2.2.3 Proyectos dirigidos para la venta de energía a grandes consumidores considerando que estos no consten en el PME**

Para el caso de la venta de energía destinada a cubrir los requerimientos de la demanda de los grandes consumidores, serán las empresas promotoras de generación distribuida quienes desarrollen estos proyectos, teniendo en cuenta que luego de cubrir la demanda de los grandes consumidores, podría ser posible la existencia de excedentes los cuales podrán ser comercializados en el sector eléctrico, bajo ciertas condiciones. Se debe considerar que la operación de esta central no deberá afectar a la confiabilidad y seguridad del sistema de distribución al que se encuentre conectado. Al igual que en los anteriores casos la empresa deberá realizar el trámite para la obtención de la factibilidad de conexión y obtención del título habilitante. [6]

#### **1.4.3 Definiciones de términos relacionados al otorgamiento de proyectos de generación distribuida.**

##### **1.4.3.1 Plan Maestro de Electrificación**

El plan maestro de electrificación se considera como un recurso estratégico en lo referente a consultas sobre materia eléctrica, debido a que en el mismo se puede conocer una información detallada sobre las acciones que tomara el Gobierno Nacional siempre en beneficio del sector Eléctrico.

En si este documento se lo considerar como una herramienta tanto de trabajo como de planificación, con la finalidad de plantear reconocimientos tomando como base ciertas acciones relacionadas al desarrollo energético y eléctrico [9]

##### **1.4.3.2 Proceso Publico de Selección**

Proceso mediante el cual el Ministerio Rector otorga a una empresa una licencia, con la finalidad de que esta empresa puede incursionar en las actividades de generación. [8]

##### **1.4.3.3 Proceso de Asignación**

Proceso simplificado mediante el cual el Ministerio Rector otorga a una empresa una licencia, con la finalidad de construir, operar y mantener un proyecto de generación distribuida, con capacidad nominal menor a 1 MW y que está destinado a cubrir la demanda regulada. [6]

#### **1.4.3.4 Factibilidad de Conexión**

Documento mediante el cual se le otorga a una Empresa Promotora de Generación Distribuida la posibilidad de desarrollar proyectos de Generación Distribuida, además de ser uno de los requisitos principales para poder participar en un Proceso Público de Selección o de Asignación. Se debe tener en cuenta que existirán tres tipos de factibilidad de conexión que se definirán a continuación:

##### **1.4.3.4.1 Factibilidad de Conexión simplificada**

Documento base el cual es emitido por la distribuidora, en el cual se da a conocer la factibilidad de conexión de un proyecto de generación distribuida, detallando la potencia máxima a la cual se otorga la factibilidad de conexión. [6]

##### **1.4.3.4.2 Factibilidad de Conexión provisional**

Documento que será emitido por la distribuidora a una Empresa Promotora de Generación Distribuida, el mismo que va a participar en un Proceso Público de Selección, en el cual se da a conocer la factibilidad de conexión de un proyecto que será ofertado por la empresa en el Proceso Público de Selección, especificando las condiciones para su conexión y operación. [6]

##### **1.4.3.4.3 Factibilidad de Conexión definitiva**

Documento que emitirá la distribuidora, acreditando a una Empresa Promotora de Generación Distribuida, dando a conocer la factibilidad de conexión de un proyecto de generación una ubicación exacta en la red eléctrica, dentro de este documento se planteará las condiciones de conexión y operación. [6]

#### **1.4.3.5 Título Habilitante**

Acción mediante la cual el Estado, delega a una persona ya sea jurídica, pública o privada a realizar todas las actividades que tengan que ver con el servicio público de energía eléctrica. [10]

#### **1.4.3.6 Empresa Promotora de Generación Distribuida**

Hace referencia a la empresa que está participando en un Proceso Público de Selección, o que está realizando los trámites para disponer del Título Habilitante con la finalidad de poder construir, administrar y mantener una Central de Generación distribuida. [6]

#### **1.4.3.7 Empresa de Generación Distribuida Habilitada**

Empresa que posee un título habilitante el cual le faculta a poder construir, administra y operar una Central de Generación distribuida. [6]

#### 1.4.4 Generación Centralizada

En si la generación centralizada se considera como un tipo de producción energética tradicional, en la cual una entidad establece sus centrales de producción y procede a realizar la distribución a varios usuarios.

Se debe tener en cuenta que uno de los principales problemas de este tipo de generación es que, por lo general la energía es producida a una distancia muy lejana de donde se ubica el consumidor y de aquí que la empresa generadora será quien debe cubrir los costos de distribución.

También se debe considerar que, al aplicar este tipo de generación, quien provee la energía deberá contar con la capacidad nominal suficiente para cubrir la demanda de todos los clientes, lo cual implica que se generen excedentes los mismo que suelen desperdiciarse, pero que se agregan a los costos de venta. [11]

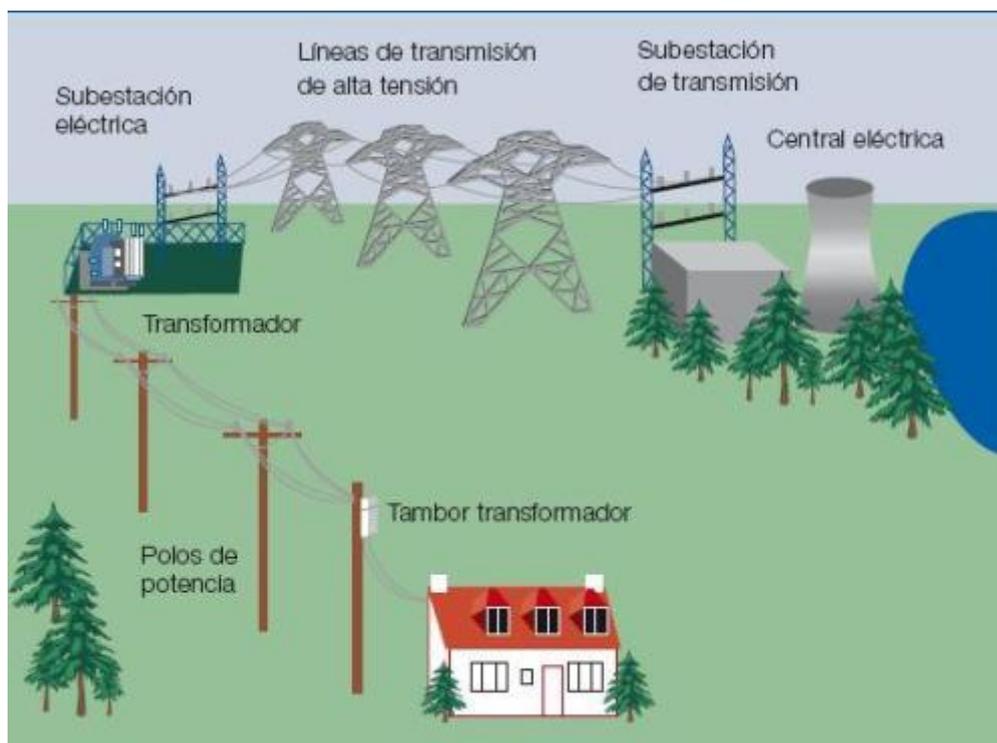


Figura 1. Esquema de Generación Centralizada [12]

#### 1.4.5 Generación Distribuida

La generación distribuida o también conocida como generación descentralizada, consiste en generar energía eléctrica mediante varias fuentes de generación pequeñas las cuales se van a instalar lo más cercano al consumidor como sea posible. En si el criterio de generación distribuida se basa en la cooperación entre micro generación y generación convencional. Se debe considera que esta distribución limita la dependencia de las grandes

centrales de generación y al tomar en cuenta que se habla de microgeneración se debe considerar que la tecnología a usarse va a estar ligado a las energías renovables no convencionales. [13]

Se debe tener en cuenta que dentro de las regulaciones sobre Generación distribuida en el Ecuador se va a diferenciar dos tipos de generación distribuida basada en su nivel de potencia:

- Generación distribuida para autoabastecimiento: Capacidad nominal menor a 1 MW, enfocada a los usuarios residenciales y comerciales. [5]
- Generación Distribuida: Capacidad Nomina entre 1 MW y 10 MW, enfocada en cubrir la demanda regulada o comercialización con grandes consumidores. [6]



**Figura 2.** Esquema de Generación Distribuida. [14]

#### 1.4.6 Autogeneración

En si la autogeneración se basa en generar para cubrir la demanda total o parcial de un usuario residencial, industrial o agrícola, Se debe considerar que la autogeneración puede utilizar tecnologías de energía renovable como son: la solar, eólica o incluso la hidráulica. [15]



**Figura 3.** Esquema de Autogeneración [16]

## 2 METODOLOGÍA

El presente trabajo es de tipo descriptivo y posee un enfoque cualitativo, con lo que se busca realizar un diagnóstico sobre el marco regulatorio energético enfocado en la Generación distribuida y las fuentes renovables no convencionales de energía. Para realizar tanto el diagnóstico como el planteamiento de cambios o mejoras se tomará como base el concepto de la metarregulación, el cual es como un tipo de regulación de la regulación, planteado tanto para elaborar como para evaluar una regulación. Este concepto se divide en dos etapas: ex ante y ex post, los mismos que a su vez se dividen en subetapas, las cuales son: la evaluación regulatoria (etapa ex ante), que es el proceso en la cual se realiza el análisis de la regulación vigente, tomando como base para este diagnóstico además de la regulación a ser analizada, regulaciones anteriores e informes de desempeño, todo esto con el fin de conocer cuál es la situación actual de la regulación que se está analizando. Terminado con el proceso de análisis se accede a la siguiente etapa, la cual es, el planteamiento de alternativas de mejora a las regulaciones (etapa ex post), tomando en cuenta tanto el desempeño de la actual regulación como de regulaciones vigentes al nivel de Latinoamérica.

Basado en lo anterior se plantea una metodología para cada proceso a seguir, por lo cual, para la parte de evaluación y análisis se ha empleado el método Desk Research, el cual es una técnica para la recolección de información, el mismo que se basa en la recopilación y el análisis de información previamente publicada o información secundaria. La información que se tomara en cuenta para el desarrollo de este proceso es la siguiente: La Constitución de la Republica del Ecuador, Ley Orgánica de Eficiencia Energética, Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento, las regulaciones de la

Agencia de Regulación y Control de Energía Eléctrica y Recursos Naturales no Renovables para la Generación Distribuida y normativa sobre generación distribuida a nivel de Latinoamérica.

Para el proceso de la obtención de resultados (planteamiento de mejoras regulatorias) se aplicará el método comparativo, tomando en cuenta el análisis normativo previamente realizado tanto de las regulaciones referentes a generación distribuida en Ecuador como a nivel de Latinoamérica, esto como se mencionó anteriormente con el fin de conocer la situación actual tanto de leyes y normas que controlan el sector energético en el Ecuador y con ello desarrollar una matriz de semejanzas y diferencias, la cual nos ayudara a plantear las alternativas de mejora a las regulaciones vigentes en materia de generación distribuida.

## **2.1 Análisis de Normativa Vigente**

Para iniciar el análisis de las normativas que rigen el sector eléctrico ecuatoriano, se debe tener en cuenta que dentro del marco normativo se debe considerar lo siguiente:

- La Constitución de la República
- La ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) y su reglamento (RGLOSPEE)
- Leyes y reglamentos
- Regulaciones y resoluciones

Se debe tener cuenta además que los entes encargados de emitir todo lo referido al marco normativos serán el Ministerio de Energía y Recursos Naturales (MERNR) no Renovables o la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNR).

Se debe considerar que el Marco Normativo va a poseer un orden jerárquico en el cual en la parte más alta se encuentra la constitución, las leyes tanto orgánicas como ordinarias, las normas regionales, las ordenanzas, los decretos y reglamentos, los acuerdos y resoluciones y otros actos o decisiones ejecutados por los poderes del estado. [17]

En los siguientes subcapítulos se procederá a realizar el análisis de las normativas vigentes relacionadas a lo que es generación distribuida, generación distribuida para autoabastecimiento y autogeneración, revisando uno por uno los artículos que estén contenidos dentro de estas regulaciones.

### 2.1.1 Regulación Nro. ARCERNNR 001/2021

La Regulación Nro. ARCERNNR 001/2021 titulada “Marco Regulatorio de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica” presenta como objetivo “Establecer las disposiciones para el proceso de habilitación, conexión, instalación y operación de sistemas de generación distribuida basadas en fuentes de energía renovable para el autoabastecimiento de consumidores regulados” [5]. Esta regulación da a conocer condiciones y especificaciones para que un consumidor regulado realice la actividad de autoabastecimiento por medio de generación distribuida, tomando en cuenta las características y modalidades de la generación, los requisitos previos a la instalación, condiciones para la instalación, conexión, operación y mantenimiento, además de balance de energía, medición, facturación y régimen de infracciones y sanciones tanto para el consumidor como para la distribuidora.

Para realizar el análisis de esta regulación se procedió a agrupar cada uno de los subtemas que se mencionaron anteriormente en temas tomando en cuenta la parte técnica, económica y legal como se mostrara a continuación.

#### 2.1.1.1 Aspectos Técnicos: Generación Distribuida para Autoabastecimiento

Para comenzar con el análisis de los aspectos técnicos se debe tener en cuenta la definición de un Sistema de Distribución para Autoabastecimiento, el mismo que se presenta en el artículo 6 de la presente regulación, el cual nos dice que para poder considerar que un sistema de generación es un SGDA (Sistema de Generación Distribuida para Autoabastecimiento) se debe tener en cuenta que tanto el sistema de generación como el consumidor se encuentren en la misma, además de cumplir con ciertas condiciones como son:

**Tabla 1.** Características de la generación distribuida

<b>Características de la generación distribuida para autoabastecimiento</b>	Potencia nominal menor a 1MW
	Utiliza fuentes de energía renovable las cuales pueden o no tener un sistema de almacenamiento de energía.
	Conexión directa en sincronismo a la red de distribución o por medio de instalaciones propias del consumidor.
	Aprovechar los recursos energéticos del área que abarca el área de la distribuidora

	Se debe tener en cuenta que sistemas SGDA que necesiten de inversores para realizar su conexión a la red tomara en cuenta la potencia de los inversores para su dimensionamiento.
--	---

Como se puede notar dentro de las características presentes en la Tabla 1, tenemos tanto lo que es el nivel de potencia, recursos a utilizar para la generación, tipo de conexión con la red y dimensionamiento de potencia, de aquí que se podría realizar una subdivisión en cuanto al nivel de potencia, ya que este tipo de generación va dirigido a consumidores ya sean residenciales o comerciales, por lo cual la misma puede dividirse en: micro generación (Potencia inferior a los 5kW), mini generación (Potencia entre 5kW a 5MW), generación de media escala (Potencia entre 5MW a 50MW) y generación de gran escala (Potencia mayor a 50MW), pero para el caso de la generación distribuida para autoabastecimiento, se tomara en cuenta la micro y mini generación, subdividir los rangos de potencia permitiría simplificar los procedimientos a realizar para la habilitación de una SGDA.

Ahora para la parte del dimensionamiento de la SGDA tenemos dos casos como se presenta en la Tabla 2, en la cual nos dice que el dimensionamiento dependerá de si el proponte del proyecto es un consumidor nuevo o ya existente en el registro de la distribuidora, además de considerar que existirán dos modalidades de generación esto dependiendo de la ubicación del sistema de generación (Tabla 3).

**Tabla 2.** Casos para el dimensionamiento de una SGDA

<b>CASO 1</b>	<b>CASO 2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>En el caso de ser un consumidor existente, se tomará en cuenta el registro de consumo de los últimos dos años, una proyección de demanda tomando como base la vida útil de la SGDA o también los requerimientos de almacenamiento de energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el caso de ser un consumidor nuevo el cual no posee registros de consumo de energía, se tomará en cuenta para el dimensionamiento una proyección de la demanda tomando como base la vida útil de la SGDA o los requisitos de almacenamiento de energía.</li> </ul>

**Tabla 3.** Modalidades de Generación distribuida

<b>Modalidades de generación distribuida para autoabastecimiento</b>	
Cuando las instalaciones de la SGDA y el consumidor se ubican en el mismo predio, además de poseer el mismo punto de conexión y medición	Cuando las instalaciones de la SGDA y el consumidor se ubican en predios diferentes y cada uno posee su propio punto de conexión y medición

Conociendo las características de la SGDA a instalar se procede a realizar la obtención de la factibilidad de conexión, como se puede verificar en el artículo 9 de la presente regulación se debe cumplir con ciertas disposiciones propuestas por la distribuidora, el cumplimiento de esto procedimientos como se mencionó anteriormente las SGDA's podrán ser para uso residencial o comercial por lo cual el proceso para la obtención de factibilidad de conexión se divide en dos categorías las mismas que dependerán del nivel de potencia (Tabla 4).

**Tabla 4.** Potencias Nominales SGDA

<b>Categorías</b>	<b>Nivel de Voltaje</b>	<b>Potencia Nominal SDGA</b>
Categoría 1	Bajo	Menor a 10 kW monofásica
		Menor a 20 kW bifásica
		Menor a 30 kW trifásica
Categoría 2	Bajo	Mayor a 10 kW monofásica
		Mayor a 20 kW bifásica
		Mayor a 30 kW trifásica

En los artículos 9.2 y 9.3 de la presente regulación se da a conocer los procedimientos que se deben seguir para obtener la factibilidad de conexión, esto procedimientos son similares, pero varían debido a que al aumentar el nivel de potencia las exigencias de la distribuidora serán mayores ya que algún fallo en estos sistemas de generación podría afectar a la calidad del servicio del sistema de distribución, de aquí que existen además ciertos límites de tiempo para la aceptación y aprobación de la documentación necesaria para obtención de factibilidad de conexión, un punto a tomar en cuenta es que el periodo de tiempo para el análisis del funcionamiento de la SGDA varía de gran manera debido al nivel de potencia que se va a instalar, ya que de la categoría uno a la dos existe un rango de 30 días de diferencia. En la Tabla 5 se dará a conocer la información que se presentará en la factibilidad de conexión.

**Tabla 5.** Información presente en la factibilidad de conexión

<b>Categoría 1</b>	<b>Categoría 2</b>
Esquema de Conexión	Las adecuaciones necesarias de la red para poder realizar la conexión de la SGDA.
Condiciones de operación en régimen normal y falla de la red.	Esquema de Conexión
	Condiciones de operación en régimen normal y falla de la red.
Vigencia de la factibilidad de conexión de 3 meses.	Vigencia de la factibilidad de conexión de 3 meses.

Dentro de los aspectos a considerar para la obtención de la factibilidad de conexión se presentan también las razones por las cuales tanto el proponente como la distribuidora pudieran dar por terminada la solicitud de factibilidad de conexión, estas se presentan en el artículo 9.4 de la presente regulación y da a conocer las razones tanto de aspectos técnicos como legales por los cuales tanto el consumidor como la distribuidora darían por terminado el trámite de la solicitud de factibilidad de conexión.

Una vez obtenida la factibilidad de conexión, se procede a realizar los trámites necesarios para obtener la habilitación de la SGDA por medio de un certificado de calificación, este procedimiento como se podrá notar en el artículo 10 de la presente regulación da a conocer las disposiciones que debe cumplir el proponente para obtener la habilitación de la SGDA, dentro de estos procesos se plantea la presentación de una cierta documentación como se muestra en la tabla 6 que es la base para la obtención del certificado de calificación.

**Tabla 6.** Documentación para obtención de certificado de calificación

<b>Documentación Certificado de Calificación</b>
1. Factibilidad de conexión
2. Ubicación donde se va a realizar la instalación de la SGDA
3. Documento de verificación de propiedad del predio donde se va a instalar la SGDA
4. Memoria técnica del proyecto
5. Esquema de la obra y adecuaciones a la red para realizar la conexión de la SGDA
6. Esquemas de conexión, protección y seccionamiento
7. Cronograma del proyecto
8. Certificado de uso del agua emitido por la entidad pertinente
9. Poseer un no adeudar con la distribuidora del SPEE y SAPG

Un punto importante que se debe tener en cuenta dentro de este procedimiento es que la validez de este certificado, dependerá de la vida útil de la SGDA (tabla 7), es decir, del tipo de energía renovable que se planteó usar para el diseño de la SGDA.

**Tabla 7.** Generación mediante energías renovables: Vida útil

<b>Tecnología</b>	<b>Vida útil</b>
Fotovoltaica	25 años
Eólica	25 años
Biomasa	20 años
Biogás	20 años
Hidráulica	30 años

Por último, se debe tener en cuenta que se puede realizar la inhabilitación del certificado de calificación, esto debió tanto a causas legales como a fallas en los aspectos técnicos de la SGDA como se presenta en la tabla 8, se debe tener en cuenta que estas causas son provocadas debido primero a un posible mal funcionamiento de la SGDA la misma que afecta al sistema de distribución o la inconformidad del consumidor debido al rendimiento de la SGDA.

**Tabla 8.** Casos para la inhabilitación del certificado de calificación

<b>Inhabilitación del certificado de calificación</b>
1. El proponente toma la decisión de finalizar el proceso
2. Debido al vencimiento de la vigencia del Certificado de calificación
3. Debido a un incremento de potencia en la SGDA sin autorización de la Distribuidora
4. Por incumplimiento repetitivo de la operación o por afectar a los parámetros de calidad de energía dispuestos por la Distribuidora.

### **2.1.1.2 Aspectos Operativos: Instalación, Conexión, Operación y Mantenimiento**

En cuanto a la instalación, conexión, operación y mantenimiento, se debe considerar que será el proponente del proyecto el que realice todas las actividades de obra civil, instalación

y adecuación de equipos de la SGD, tanto para el funcionamiento como para la conexión con la red de distribución, tomando en cuenta que el proceso de instalación puede presentar retrasos debido a eventos de fuerza mayor, por lo cual el proponente podrá realizar una solicitud de extensión para el inicio de la operación de la SGDA. En este caso la distribuidora analizara si es factible ampliar el plazo para entrada en funcionamiento de la SGDA e informara al proponente el plazo adicional otorgado.

El proceso de conexión de la SGDA se realizará en coordinación entre la distribuidora y el proponente, tomando en cuenta que dentro del diseño de la SGDA se presentarán los equipos y componentes para realizar la conexión de la SGDA, los mismo que podrán ser inspeccionados, verificados y puesto a prueba por parte de la distribuidora. Todas las pruebas y requisitos técnicos para la conexión de la SGDA se tomarán como base el estándar IEEE Std. 1547. Luego de aprobados todas las pruebas para realizar la conexión de la SGDA la distribuidora realizará un contrato de suministro con el proponente y autorizará la conexión e iniciará la operación de la SGDA.

Las SGDA van a ser autodespachadas y acataran las condiciones operativas dispuestas por la distribuidora, en el caso de incumplir alguna de estas condiciones o afectar a la calidad del servicio, la distribuidora informara al proponente de la posible desconexión de la SGDA hasta que el mismo realice los cambios necesarios en ciertos parámetros que estén afectando el correcto funcionamiento. El estándar base para la puesta en operación, funcionamiento en condición normal, condición de falla, operación en isla, acciones de control y monitoreo, además de las condiciones para mejorar la calidad del producto será la norma IEEE Std. 1547. El Proponente será el encargado de mantener una operación segura y confiable de la SGDA, además de ser quien cargue con los daños que pudieran producirse por efecto de un mal funcionamiento de la SGDA.

### ***2.1.1.3 Aspectos Económicos-Operativos: Balance de Energía, Medición y Facturación***

Se debe tener en cuenta que al instalar una SGDA se busca cubrir la demanda del proponente o consumidor, pero esta demanda no se mantendrá fija, por lo cual al presentarse excedentes en la generación de la SGDA las mismas se podrán inyectar a la red de distribución, debido a esto se debe realizar un balance de energía tomando en cuenta que tipo de contrato posee el consumidor, además del redito que se presentara debido a la inyección de potencia a la red de distribución.

Dentro de la presente regulación en el artículo 18 se presenta el cálculo del balance de energía tomando en cuenta si el consumidor posee una tarifa residencial y general sin

demanda, general con demanda y general con demanda horaria, esta diferenciación se plantea en base al nivel de potencia consumida y tomando en cuenta la medición para la construcción de la demanda, de aquí que la base del cálculo del balance de energía es el mismo en los tres casos, ya que lo que se busca es calcular la energía total consumida en base a la energía inyectada por la SGDA y la energía consumida de la distribuidora, tomando en cuenta que el consumidor podrá obtener un rédito económico dependiendo de si la energía total consumida es menor o mayor a cero, lo que se busca con esto es cubrir la parcial o totalmente la energía facturada por el consumidor, tomando en cuenta que estos excedentes de energía en el caso de no utilizarse en su totalidad para cubrir el consumo de energía se podrán ir acumulando cada mes, ahora se debe tener en cuenta que esta actividad de generación es de consumo propio por lo cual como se muestra en la presente regulación cada dos años se pondrá en cero esta acumulación de excedentes de generación y no se le reconocerá económicamente al consumidor por dicha energía.

Se debe tomar en cuenta que al cambiar del tipo de tarifa dentro de lo que es la facturación se agregaran ciertos valores como son los cargos por demanda y comercialización, además en el cálculo de balance de energía se deberá considerar estos cargos tarifarios para lo que son los cálculos de energía inyectada por la SGDA y la consumida de la red, tomando en cuenta que la construcción de la demanda puede realizarse en ciertos periodos.

Otro punto importante para lo que es el balance de energía es la medición y facturación, ya que como se mencionó anteriormente las SGDA pueden ubicarse en el mismo predio del consumidor o en uno diferente, por lo cual, la instalación de elementos de medición dependerá de la ubicación, ya que se puede utilizar un medidor bidireccional o dos medidores en cada ubicación, de aquí se puede notar que resultaría más rentable para el consumidor instalar el sistema SGDA en su predio de consumo, esto debido a que la distribuidora cobrar la diferencia entre el medidor requerido y el medidor regular para consumidor sin SGDA.

Por último, se debe tener en cuenta que la parte de facturación se registrará por lo propuesto en la Regulación Nro. ARCONEL – 001/20, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica o la que le remplace.

#### **2.1.1.4 Aspectos Legales: Régimen de Infracciones y Sanciones**

Se debe tomar en cuenta que se plantean ciertos aspectos legales por los cuales se podrá sancionar tanto a la distribuidora como al consumidor, en la tabla 9 se presenta las infracciones tanto leves como graves, de aquí que quien planteará las debidas sanciones

será para el caso de la distribuidora el ARCERNNR basando su juzgamiento en la Regulación Nro. 007/20 o la que la remplace y para el caso del consumidor la distribuidora tomará la decisión basándose en el contrato de suministro.

**Tabla 9.** Infracción por parte de la Distribuidora y del Consumidor

<b>Infracciones y Sanciones</b>		
<b>Infracciones de la Distribuidora</b>		<b>Infracciones del Consumidores</b>
<b>Infracciones Leves</b>	<b>Infracciones Graves</b>	<b>Infracciones Graves</b>
Presentar fuera de plazo el informe señalado en la disposición primera de esta regulación	Realizar las actividades de factibilidad de conexión fuera del tiempo establecido	Incumplir las condiciones de operación o desconexión planteados por la distribuidora.
		Incumplimiento de las condiciones de calidad del producto establecida por la Distribuidora.
	Realizar las actividades de habilitación de la SGDA fuera del tiempo establecido	Cambios en equipos e instalaciones con respecto a los diseños originales.
		Realizar actividades de operación e instalación de una SGDA sin contar con un certificado de calificación

### **2.1.2 Regulación Nro. ARCERNNR 002/2021**

La Regulación Nro. ARCERNNR 002/2021 titulada “Marco normativo para la participación en generación distribuida de empresas habilitadas para realizar la actividad de generación” presenta como objetivo “Establecer las condiciones técnicas y comerciales a cumplirse con respecto al desarrollo y operación de centrales de generación distribuida, de propiedad de empresas que sean habilitadas por el Ministerio Rector para ejecutar la actividad de generación” [6].

#### **2.1.2.1 Aspectos Técnicos: Generación Distribuida**

En cuanto a los aspectos técnicos a analizar se debe tomar en cuenta que para poder considerar a la generación a implementar como generación distribuida dentro de esta regulación se plantean ciertas características como son: Potencia nominal entre 100 kW y 10MW, ya que se habla de generación distribuida, una de las características principales es que la misma se encuentre cerca del consumidor, se conecte a la red de medio o alto voltaje, utilizar ENRC y que todos los aspectos constructivos y operativos sean administrados por un EGDH (Empresa de Generación Distribuida Habilitada).

Dentro de esta regulación se plantea que los proyectos de generación distribuida pueden ser desarrollados por diferentes entidades o empresas, tanto públicas como privadas, de la economía popular y solidaria y de economía mixta, la diferencia que se plantea para la asignación de proyectos de generación distribuida, es que a una empresa pública se le

asigna directamente el proyecto de GD que conste dentro del PME (Plan Maestro de Electrificación), mientras que para una empresa privada, de economía popular y solidaria y de economía mixta, debe pasar por uno de dos procesos, ya sea el PPS (Proceso Publico de Selección) o por un Proceso de Asignación, tomando en cuenta que la diferencia entre estos dos procesos es la capacidad nominal del proyecto, ya que para un proyectos con capacidad nominal menor a 1 MW se realiza un proceso de asignación, mientras que para valor entre 1 MW a 10 MW se considera un PPS, además se debe considerar que los proyectos para empresas privadas podrán o no constar en el PME y la venta de su energía va a estar dirigida ya sea para cubrir la demanda regulada o para cubrir la demanda de grandes consumidores.

Ahora se debe considerar que, para poder realizar la inclusión de los posibles proyectos de GD a la red de distribución, la distribuidora debe realizar un análisis de su sistema para poder identificar los nodos con mayor capacidad en los cuales se puede conectar esto proyectos de generación distribuida, ya que en base a esta análisis se podrá plantear cuales van a ser los bloques de generación máximo tanto en medio como en alto voltaje que se van a conectar, el número de nodos disponibles y la capacidad nominal de las centrales, tomando en cuenta que la inclusión de estos proyectos podría también beneficiar al sistema, es decir, brindar soluciones para problemas de calidad , confiabilidad y seguridad del mismo. Debido a todo esto, las Distribuidora dentro de su planificación deberán considerar la inclusión tanto de CDG y SGDA que ya se encuentren conectadas o que se planeen conectar, además de otras consideraciones que se pueden tomar en la planificación del sistema de distribución.

Una vez planteada la posibilidad de participar en PPS o Proceso de Asignación, se debe tener en cuenta que el proceso a seguir es tramitar la factibilidad de conexión, debido a que la misma nos permite participar en un PPS o Proceso de Asignación, a la vez que nos permite realizar los trámites para la obtención del Título Habilitante. Dentro de esta regulación se presentan tres tipos de factibilidad de conexión los cuales son: Simplificada, Provisional y Definitiva, de aquí se debe tener en cuenta que las factibilidades de conexión van a estar dirigidas para proyectos que cubran la demanda regulada como el abastecimiento a grandes consumidores. Ahora porque se plantean tres factibilidades de conexión, esto debido a que existe la posibilidad de que el proyecto de generación distribuida sea asignado o no a la EPGD, por lo cual tramitar una factibilidad simplificada es lo más simple ya que dentro de su documentación no presenta ningún detalle sobre obras e instalación, mientras que en una factibilidad de conexión provisional o definitiva, si se presentan el detalle de las obras o adecuaciones que se deben implementar en la red

de distribución, se debe tener en cuenta también que en el caso de que se adjudique un proyecto luego de pasar por un PPS o un Proceso de Asignación habiendo presentado una factibilidad de conexión simplificada, se puede proceder a obtener una factibilidad de conexión provisional o definitiva, igual para el caso de haber presentado una factibilidad de conexión provisional se puede tramitar una factibilidad de conexión definitiva.

Se debe tener en cuenta que para la obtención de una factibilidad de conexión provisional o definitiva se debe seguir un cierto procedimiento, como se presenta en el artículo 12.2 de la presente regulación, el mismo que a manera simplificada nos dice que la distribuidora plateara los estudios necesarios para la conexión de la central de generación distribuida, los cuales tendrán que ser realizados por la EPGD y entregados a la distribuidora para que la mismas plantee las condiciones en las cuales se va a otorgar la factibilidad de conexión, se debe tener en cuenta que el análisis de estos estudios los podrá realizar tanto la distribuidora como el CENACE y van a tener un precio dependiendo el nivel de potencia de la central a instalar (USD 10,000 para capacidad nominal mayor o igual a 1MW y USD 5,000 para capacidad nominal menor a 1 MW, esto aplica para la factibilidad de conexión provisional o definitiva), esto dependiendo de la capacidad nominal de la central a instalar. Luego de esto, la EPGH puede aceptar o no las condiciones planteadas en la factibilidad de conexión para continuar con el procedimiento o puede ser la Distribuidora quien dé por finalizado el proceso para la obtención de la factibilidad de conexión.

Dentro los aspectos a analizar en esta regulación se presenta la vigencia de la factibilidad de conexión, ya que la misma dependerá del tipo de factibilidad de conexión que se tramite además de otros aspectos, los mismos que se presentarán en la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Vigencia de la factibilidad de conexión

<b>VIGENCIA DE LA FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN</b>	
<b>Vigencia de la factibilidad de conexión simplificada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el caso no se adjudique el proyecto de generación distribuida la factibilidad de conexión estará vigente hasta que se hayan declarado a los ganadores del PPS o Proceso de Asignación.</li> <li>• En el caso si se adjudique el proyecto de generación distribuida, la vigencia de la factibilidad de conexión durara hasta que el Ministerio otorgue a la EPGD el título</li> </ul>

	<p>habilitante, o hasta que la distribuidora otorgue la factibilidad de conexión definitiva.</p>
<p><b>Vigencia de la factibilidad de conexión provisional</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el caso que la EPGD se adjudique un proyecto de generación distribuida mediante un PPS o Proceso de Asignación, dirigido a cubrir la demanda regulada o abastecer a grandes consumidores, la vigencia de la factibilidad durara hasta que el Ministerio otorgue al EPGD el título habilitante o hasta que la distribuidora tramite la factibilidad definitiva.</li> </ul>
<p><b>Vigencia de la factibilidad de conexión definitiva</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para el caso de la factibilidad de conexión definitiva se considera el proceso previo a la suscripción del título habilitante y luego de la suscripción de este, ya que la duración de la factibilidad de conexión definitiva durara lo que duro el proceso de otorgamiento del título habilitante, para luego supeditarse a la duración del título habilitante, es decir, si el título habilitante caduca la factibilidad de conexión también.</li> </ul>

Como se puede notar en la tabla anterior la vigencia dependerá como se mencionó anteriormente del tipo de factibilidad que se tramite, pero el punto en común de los mismos es o bien obtener el título habilitante o tramitar la factibilidad de conexión definitiva, para que la extensión de los periodos de vigencia tenga relación con la vigencia del título habilitante.

Una vez obtenido el título habilitante, se procede a tomar en consideración lo que son obras e instalaciones para la conexión de la central, pruebas, certificación de equipos y la conexión e inicio de operación comercial y un posible incremento de potencia, la mayoría de esto aspectos van a estar sujetos a disposiciones planteados tanto en el título habilitante como en la factibilidad de conexión, Un punto importante a analizar es la puesta en operación comercial de la central, ya que dentro de la misma se presentan varios aspectos tales como la entidad que se encargara de realizar las pruebas ya que esto dependerá de la potencia nominal de la central, pues si la central posee una potencia mayor a 1MW el

ente encargado de realizar las pruebas será el CENACE, mientras que si el valor de potencia es menor a 1MW será la distribuidora la encargada de realizar las pruebas, el resto de procedimientos a considerar serán similares para los dos casos tanto en la parte de la finalización de las pruebas para declarar a la central en operación comercial como en la liquidación de la energía generada durante las pruebas realizadas. Se debe tener en cuenta que tanto los procedimientos para realizar las pruebas como las condiciones para realizar las transacciones económicas estarán regidas por su propia regulación, las cuales se presentan en el artículo 18 de la regulación que se está analizando.

#### **2.1.2.2 Aspectos Económicos-Operativos: Despacho, operación y mantenimiento**

Como se ha analizado anteriormente los proyectos de generación distribuida se dividen en dos grupos dependiendo de su nivel de potencia, debido a esto cuando se trata el tema de despacho, se debe considerar que para proyectos con capacidad nominal mayor a 1MW quien realizara el despacho es el CENACE, esto debido a que estos proyectos van a tener mayor influencia en el SNI, mientras que para una capacidad nominal menor a 1MW las EGDH realizaran un autodespacho, ahora se debe considerar también que en caso exista una contingencia en el sistema, las centrales deberán estar a disposición tanto del CENACE como de la Distribuidora. Esta división en los proyectos de generación distribuida va a influir en los requisitos operativos, los mismos que se basan en la Regulación Nro. ARCONEL-004/15, Requerimientos Técnicos para la Conexión y Operación de Generadores Renovables No Convencionales a las Redes de Transmisión y Distribución, tomando en cuenta que ciertos requerimientos dentro de esta regulación van a variar ya que al tener capacidades menores a 1MW quien se encargará de la parte operativa será la Distribuidora.

#### **2.1.2.3 Aspectos Comerciales**

Dentro de los aspectos comerciales se presentan dos puntos importantes: Transacciones comerciales, liquidación y medición comercial, estos aspectos están sujetos a regulaciones donde se prestan de manera más detallada los procedimientos que debe seguir la EGDH, tomando en cuenta si la misma es pública o privada, o si su servicio está dirigido a abastecer la demanda regulada o a grandes consumidores. Para los aspectos comerciales las regulaciones que se tendrán en cuenta son dos:

- Régimen de las Transacciones comerciales en el Sector Eléctrico Ecuatoriano.
- Sistema de medición Comercial del Sector Eléctrico Ecuatoriano.

#### **2.1.2.4 Aspectos Legales: Objeciones, sanciones y gestión de la información**

Se debe considerar que tan las EPGD, el CENACE y la Distribuidora podrán incumplir lo planteado tanto la factibilidad de conexión, Título Habilitante o en el contrato de conexión, debido a esto, se plantea tanto lo que son las objeciones por parte de la EGDH como las sanciones que van a imponerse debido a estos incumplimientos. Las objeciones se plantearán considerando que dentro de las condiciones impuestas tanto por el CENACE como por la distribuidora se está considerando un nivel de exigencia mayor al establecido en normativas o se está presentando un trato discriminatorio a la EGDH. De aquí que el ente encargado en solucionar estas objeciones será el ARCERNNR, quien basado en informes, documentos y análisis técnicos brindará una solución a estos problemas.

Ahora en cuanto al régimen de sanciones e infracciones, se debe tener en cuenta que existan dos tipos de infracciones: leves y graves, las mismas que van dirigidos, en el caso de las infracciones leves al CENACE y a la distribuida, considerando como infracción el no cumplimiento de los procesos y condiciones planteados en esta regulación. Mientras que, para el caso de las infracciones graves van a esta relacionadas con el mal funcionamiento o modificación de las condiciones de operación por parte de la EGDH.

Por último, un aspecto que no se considera dentro de otras regulaciones es el de la gestión de la información, el cual lo que busca es generar un repositorio de toda la información sobre los procesos a desarrollares para la implementación de las centrales de generación distribuida, es decir, presentar datos generales del proyecto, estados de los tramites de factibilidad de conexión, información sobre el inicio de la operación de la central y demás aspectos que sean necesarios.

#### **2.1.3 Regulación Nro. ARCERNNR 005/2021**

La Regulación Nro. ARCERNNR 005/2021 titulada “Participación de Autogeneradores y Cogeneradores en el Sector Eléctrico” presenta como objetivo “Establecer las condiciones técnicas, operativas y comerciales para la participación de autogeneradores y cogeneradores en el sector eléctrico ecuatoriano” [18]. Como se menciona anteriormente dentro de los apartados de esta regulación se analizará los aspectos tanto técnicos, operativos y comerciales para la inclusión de nuevos autogeneradores y cogeneradores en el mercado eléctrico, tomando en cuenta el tipo de empresa que va a desarrollar estos proyectos y la capacidad de potencia a instalarse.

##### **2.1.3.1 Aspectos Técnicos: Autogeneración y Cogeneración**

Lo que se plantea en los primeros apartados de esta regulación es la caracterización tanto de lo que es la autogeneración como de la cogeneración, planteando que para la

implementación de estos sistemas de generación el primer paso a seguir es la obtención de un título habilitante, el mismo que va a ser otorgado por el Ministerio Rector y que tendrá como base normativa a la LOSPPE, RGLOSPEE y las reformas que se puedan plantear a las mismas, se debe tener en cuenta que si se desea implementar cualquiera de estos sistemas de generación se debe considerar ciertos aspectos tanto en la parte técnica como en la parte comercial, estos aspectos tanto para autogeneración como para cogeneración se pueden revisar en el artículo 6 y 7 de la presente regulación, pero en si lo que se considera a que se va a dar abasto mediante esta generación, la remuneración económica que se percibirá debido a los excedente de este tipo de generación, el tipo de contrato que se aplicara y por último la tecnología a usarse en el caso de la cogeneración, tomando en cuenta que todos estos aspectos se presentaran en el título habilitante.

Se debe tener en cuenta que al momento de adquirir un título habilitante tanto el autogenerador como el cogenerador tendrán ciertas obligaciones que deben cumplir, las cuales se puede revisar con mayor detalle en el artículo 9 de la presente regulación, todas estas obligaciones se plantean con varios fines, es decir que la inclusión de estos nuevos sistemas de generación cumplan con varios requisitos tomando en cuenta a los entes reguladores del sector eléctrico como son: el MERNNR, el CENACE y la ARCERNNR, los mismos que plantearan las condiciones tanto técnicas, operativas, comerciales y legales a las cuales se deben sujetar los nuevos autogeneradores o cogeneradores que se vaya a implementarse.

Ahora uno de los aspectos a tomar en consideración es la parte de comercial, es decir , el precio por autogeneración, en este caso se debe tener en cuenta que al momento de realizar autogeneración mediante energías renovables no convencionales, se debe tener en cuenta algunos aspectos como son: tipo de tecnología (eólica, fotovoltaica, geotérmica, etc.), nivel de potencia (para este caso centrales con potencia de hasta 100 MW), tomando en cuenta lo anterior dentro de la regulación se plantea como base por entrada en operación un valor de seis centavos de dólar por kWh aproximadamente, esto basándose en que son proyecto de autogeneración nuevos, ya que para el caso de ampliación de potencia se tomara en cuenta otras disposiciones, también se debe tomar en cuenta que esto esta planteado para un plazo de 10 años desde la entrada en operación de la central. Dentro de este apartado se podría considerar una variación en los precios por entrada en operación tomando en cuenta el tipo de tecnología que se vaya a utilizar, esto debido a las condiciones del predio en donde se planea realizar la instalación del sistema de autogeneración. De aquí que se nota la diferencia en cuanto a un autogenerador

convencional ya que el valor por excedentes de generación se considerara en base al costo medio de generación el mismo que determinara la ARCERNNR.

Tomando en cuenta que al realizar autogeneración mediante ERNC se tiene un cierto beneficio económico, también se puede obtener preferencia en la parte de despacho, tomando en cuenta para esto que el CVP (Costo Variable de Producción) tendrá un valor igual a cero, de aquí se debe tener en cuenta que se posee dos tipos de autogeneradores: Tipo A (toma en cuenta para el despacho centralizado los excedentes de potencias, teniendo en cuenta la existencia de contratos regulados o bilaterales) y Tipo B (toma en cuenta la potencia disponible de la central).

Otro de los aspectos a analizar es la posibilidad de ampliación de la capacidad de generación, de aquí que las posibilidades para realizar esta actividad son varios entre los cuales tenemos: autoabastecimiento, ampliación de generación e incorporación de nuevas centrales, lo que se busca con esto es cubrir la demanda de sus consumos propios por lo cual se toman las posibilidades de utilizar generación distribuida para autoabastecimiento, ampliación de la potencia mediante el uso de la tecnología de la instalación original, además como se menciona anteriormente se puede realizar la incorporación de una nueva central que no necesariamente tiene que ser de autogeneración, se debe considerar que las condiciones de título habilitante y condiciones comerciales se modificaran en base a lo establecido por el MERNNR y la RGLOSPEE.

En base a las ampliaciones de generación se puede considerar el aumento de los consumos propios, esto se puede realizar mediante el cambio de los grandes consumidores o consumidores regulados a consumos propios para ser parte del Autogenerador, de aquí se debe tomar en cuenta que al momento de realizar este cambio de condición tanto los grandes consumidores como los consumidores regulados no deben poseer pagos pendientes con los participantes del sector eléctrico, lo que se busca con esto es que al momento de comenzar con la operación de la autogeneradora no se genere duplicación de pagos debido a las condiciones de los consumidores. Todos estos cambios de condición se deber regir a los dispuesto en la Regulación Nro. ARCERNNR 005/20.

### **2.1.3.2 Aspectos Económicos-Operativos: Operación, Conexión y Despacho**

Para poder comenzar con la operación de la central, lo que son los autogeneradores y cogeneradores deberán tramitar la factibilidad de conexión ya sea con la distribuidora o el transmisor y una vez iniciada la actividad de generación se procederá a suscribir los contratos de conexión con la distribuidora o transmisor y a su vez para la central, se debe tener en cuenta que al tener dos tipos de autogeneradores los contratos de conexión serán

diferentes, esto debido a que un autogenerador tipo A dentro de su contrato de conexión incluirá los consumos propios, mientras que para el tipo B se deberá tramitar las factibilidades de conexión para cara sus consumos propios, esto puede deberes a que un autogenerador tipo B posee consumos propios con sistemas de autoabastecimiento por lo cual es necesario tramitar la factibilidad de conexión individualmente.

Ahora en cuenta a la parte de obra e infraestructura se debe tomar en cuenta que quien cubre todos esos costos serán los autogeneradores y cogeneradores, esto involucra obra civil, infraestructura eléctrica, medición y otros equipos que sean necesarios para realzar la conexión con la distribuidora o transmisor, además se debe tener en cuenta que todos estos equipos deberán cumplir con cierta especificación y deberán ser calibrados por entidades acreditadas, de aquí que lo que se realizara es la instalación de un medidor bidireccional en cada punto de conexión de las unidades de autogeneración y cogeneración y un medidor registrador por cada consumo propio, tomando en cuenta que se podría realizar una modificación o reubicación de los consumos propios, los mismos que deben ser informados al MERNNR y a la ARCERNNR para poder tener en cuenta estas modificaciones en la parte de liquidación comercial.

Se debe tener en cuenta que una vez se cumpla con todas las condiciones anteriormente mencionadas se procede a poner o declara a la central en operación comercial para lo cual debe cumplir con ciertos requerimientos planteados en algunas regulaciones, las mismas que se pueden observar en la tabla 10, este compendio de regulaciones son la base para que se tanto las centrales de autogeneración como de cogeneración cumplan con las condiciones que requiere el S.N.I.

**Tabla 11.** Declaración en Operación Comercial

<b>Regulación para Declaración en Operación Comercial de una Central de Autogeneración</b>
Sistema de Medición Comercial
Procedimientos para etapa de prueba y operación experimental
Requerimientos para la supervisión y control del S.N.I.
Requerimientos técnicos para conexión y operación de generación mediante ERNC en las Redes de Distribución y Transmisión
Régimen de transacciones comerciales en el sector eléctrico
Libre Accesos a los sistemas de distribución y transmisión
Modelo de contrato regulado en caso de ser necesario

Considerando que se ha entrado en operación el aspecto a tomar en cuenta es el despacho de la generación, ya que de aquí se va a considerar aspectos como la capacidad nominal de la planta y el tipo de tecnología utilizada en la planta, con lo cual se realizará el despacho centralizado al tener una capacidad mayor o igual a 1 MW mientras que las centrales con capacidad menor a 1 MW podrán autodespacharse sin la necesidad de la intervención del CENACE, también se debe tener en cuenta que existirá prioridad en el despacho si la tecnología considera a la ERNC, como se mencionó anteriormente tomando en cuenta un CVP igual a cero. Se debe tener en cuenta que para realizar el despacho centralizado o económico se considerará el tipo de autogenerador considerando el nivel de excedentes que posee y para el caso de autogenerador tipo A si posee un contrato regulado o bilateral.

### **2.1.3.3 Aspectos Comerciales**

Se debe tener en cuenta que al analizar los aspectos anteriores se presenta una cierta inconsistencia en cuanto a pago por parte del autogenerador por consumo de potencia de la red, de aquí que dentro de lo que son los aspectos comerciales se plantea una solución para el tratamiento de los excedentes del autogenerador y su consumo de la red.

Dentro de este planteamiento se presentan tres tipos de contratos que lo que buscan es maximizar el beneficio de los excedentes de la autogeneración, de aquí que se plantean tres mecanismos: contratos bilaterales, contratos regulados y liquidación como transacción de corto plazo, lo que los tres plantean es que una vez cubierta la demanda de los consumos propios en el caso de un contrato bilateral y la demanda de los consumos propios y de grandes consumidores para los otros casos se podrá transar estos excedentes de la autogeneración, tomando en cuenta que para el caso de un contrato bilateral se venden estos excedentes a un gran consumidor, mientras que en un contrato regulado se transa los excedentes con la demanda regulada, considerando estos dos mecanismos se plantea las transacciones de corto plazo, debido a que una vez cubierta la demanda de consumos propios y contratos bilaterales, sin considerar contratos regulados, se presenten excedentes de autogeneración que pueden ser vendidos, pero las transacciones a corto plazo no solo hacen referencia a venta de excedentes sino también a cubrir los déficits de generación que podría presentar un autogenerador.

Ahora en cuanto a la parte de liquidación comercial se debe tener en cuenta ciertos lineamientos que planteará el CENACE para la liquidación de la energía, entre estos se toma en cuenta el tipo de autogenerador, ya que dependiendo del tipo se realiza solo una diferenciación entre energía consumida y entregada sin tomar en cuenta los consumos, mientras que para el otro caso si se considerara los consumos propios, la demanda regulada y los grandes consumidores, además también se considerará los excedentes y el

déficit de generación que se pueden tratar como transacciones a corto plazo y como se asignaran los excedentes dependiendo de la prioridad que se dé al contrato que se posea.

Otro aspecto importante que analizar es el pago por el uso de los sistemas de transmisión o distribución o lo que se considera como liquidación de peajes, de aquí que para realizar el cobro de estos peajes se toma en cuenta cierta información como:

- Energía consumida por el autogenerador de la red
- Máximo valor de demanda de cada consumo propio
- Excedentes de energía liquidados tanto en contratos bilaterales como en contratos regulados.

Se debe considerar que los costos a pagar dependerán de si es un peaje de transmisión o distribución, si los consumos propios están conectados a la red y el cobro se basará para el caso de transmisión en base a la demanda máxima de cada consumo propio, mientras que para la parte de distribución se tendrá peaje de potencia y de energía en base a su demanda máxima registrada.

Por último, se presentan cuatro aspectos, dos que se pueden considerar dentro de lo que es calidad del servicio y dos de rubros extras a pagar por aspectos de servicios públicos. Los aspectos de calidad del servicio son factor de potencia, con lo que se busca que la inclusión de estos sistemas de generación no afecte a la calidad del servicio y esquema de alivio de carga, para utilizar de soporte ante una posible inestabilidad del sistema. En cuanto a los pagos por servicio público se tiene pago por alumbrado público y lo que es rubros a terceros (tasas de recolección de basura y contribución al cuerpo de bomberos).

## **2.2 Análisis de la Base de la Normativa Vigente**

Para poder complementar el análisis de las regulaciones vigentes sobre generación distribuida y autogeneración, se debe tener en cuenta la base legal de estas regulaciones como son: La LOSPEE, La RGLOSPPE y La Ley de Eficiencia Energética, además de considerar las regulaciones que fueron derogadas. El análisis tanto de la parte legal como de las regulaciones derogadas es un punto importante para conocer cuál fue el estado de las regulaciones y la razón por la cual se actualizo las mismas.

A continuación, se presentará un análisis breve sobre la base legal de las regulaciones y algunas de las regulaciones derogadas relacionadas con la Generación Distribuida y la Autogeneración.

### **2.2.1 Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica**

Para poder realizar el análisis de la LOSPEE, se debe comprender que esta ley lo que busca es plantear ciertos parámetros para poder estandarizar las actividades en el sector eléctrico, esto quiere decir que regulara la participación tanto de entidades públicas como privadas en las actividades que involucren al sector eléctrico, además dar a conocer y desarrollar proyectos que como base tengan fuentes de energía renovable.

Ahora se debe considerar que dentro de los artículos de esta ley no se encuentra un capítulo específico sobre generación distribuida, pero si se toma en consideración lo que son las fuentes de energía renovable no convencional, además de considerar varios aspectos tanto de transmisión, distribución, títulos habilitantes, responsabilidades del Estado y de los consumidores, entre otros.

Tomando en cuenta que dentro de esta ley no se habla directamente de lo aspecto de la generación distribuida, aun así, gracias a que este tipo de generación utilizara como recurso principal lo que son las fuentes de energía renovable no convencional, es posible adaptar todos los criterios planteados dentro de esta ley a las regulaciones de generación distribuida, claro está que varios de estos aspectos variarían dependiendo de la capacidad de la central que se vaya a instalar, como por ejemplo en el caso de los títulos habilitantes, en cual su proceso cambiara considerando si se trata de autoabastecimiento o generaciones distribuida para grandes consumidores.

Por último, se debe tener en cuenta que lo que busca la ley es priorizar el uso de fuentes de energía renovable no convencional, con la finalidad de modificar la matriz energética del país y brindar una mayor calidad en el servicio a los consumidores. [10]

### **2.2.2 Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica**

Para poder realizar el análisis de la RGLOSPEE, se debe tener en cuenta que lo que busca este reglamento es normar los artículos de la LOSPEE, para que la aplicación de esta ley se realice de manera correcta y con un mayor sustento. Tomando como base lo anterior, se debe considerar que dentro de los artículos de este reglamento ya se toma en cuenta los conceptos sobre los temas de generación distribuida y generación distribuida para autoabastecimiento, ya que el mismo amplía la concepción de lo que es participación en el sector eléctrico, planificación del sector eléctrico, aspectos comerciales, calidad del servicio y eficiencia energética, despacho y operación, entre otros.

Ahora se debe tener en cuenta que al igual que en la LOSPEE existen ciertos criterios que no están enfocados directamente a lo que es generación distribuida pero que es aplicable

a la misma, como en el caso del despacho económico, que dentro de la RGLOSPEE nos habla sobre los niveles de potencia solo de generación y autogeneración, pero de aquí se puede inducir que al hablar de generación hace referencia tanto a lo que es generación centralizada como a generación distribuida y también lo que es generación distribuida para autoabastecimiento.

Otro punto importante en este análisis es la inclusión de los proyectos de generación distribuida en base a ERNC en el PME, ya que dentro del reglamento plantea la posibilidad de que estos proyectos estén o no incluidos en el PME, además de tener en cuenta que los proyectos pudieran ser de iniciativa privada y cuales serían los posibles mecanismos para poder realizar la inclusión de estos proyectos al PME y que ventajas obtendría el proponente del proyecto.

Por último, se debe tener en cuenta que es de gran importancia la correcta aplicación de este reglamento, ya que el mismo sirve de soporte tanto en aspectos técnicos, operativos, económicos, comerciales y legales. [8]

### **2.2.3 Ley Orgánica de Eficiencia Energética**

Se debe tener en cuenta que la Ley de Eficiencia Energética no solo enfoca sus artículos a lo que es generación, transmisión y distribución sino también que pudieran de una u otra manera incrementar el nivel de la eficiencia energética en el país. Como era de esperarse, esta ley sustenta algunos de sus artículos y disposiciones generales y transitorias en la Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica, de aquí se podría orientar algunos artículos de esta regulación al tema de generación distribuida esto debido a que, como se plantea dentro de las regulaciones analizadas, el uso de primero fuentes de energía renovable no convencional tomando como base la generación distribuida posee varios beneficios tanto para el consumidor como para la distribuidora o transmisor, ya que modifica los costos por consumo de energía, además de brindar una mejor calidad del servicio al consumidor y funcionar como un soporte o ayuda a la red de distribución o transmisión. Claro está que esta ley no solo se la aplicara al concepto de lo que es la generación distribuida sino también a lo que es la autogeneración, tomando en cuenta que al poder actuar como proveedores de servicio energético deberán acogerse a lo planteado en esta ley, esto con la finalidad de brindar un servicio de calidad, el mismo que colabore para aumentar la eficiencia energética. [19]

### **2.2.4 Regulación Nro. ARCONEL 003/18**

Para el caso de la Regulación Nro. ARCONEL 003/18 denominada Generación Fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de Energía Eléctrica, se

debe tener en cuenta que en si la regulación plantea las condiciones tanto técnicas, operativas y comerciales para la implementación de microgeneración mediante sistemas fotovoltaicos. Ahora cuando se habla de microgeneración se hace referencia a un valor de capacidad nominal instalada de máximo 100 kW, tomando en cuenta que para el dimensionamiento se puede considerar la demanda del consumidor o una proyección de la demanda para el caso de un nuevo consumidor.

Dentro de los aspectos técnicos y operativos se debe resaltar los procedimientos para realizar la instalación, conexión, operación y medición, de aquí se debe considerar que dentro de los artículos de la regulación se presenta un esquema de conexión del sistema en el cual se puede observar que el mismo estará ubicado en los predios del consumidor, por lo cual el encargado de la instalación, mantenimiento y operación será el consumidor, mientras que el encargado de la conexión y medición será la empresa distribuidora.

Se debe tener en cuenta que se puede considerar plantear un incremento en la capacidad nominal del sistema fotovoltaico el mismo que deberá ajustarse a la restricción de potencia debido a ser un sistema de microgeneración el cual podría considerarse como una desventaja, además de tener en cuenta que el límite máximo de duración del sistema fotovoltaico es de 20 años después de los cuales el sistema deberá salir de funcionamiento.

En cuanto a la liquidación comercial lo que plantea la regulación es un balance neto, esto quiere decir, la diferencia entre la energía consumida y entregada por el usuario, de aquí se plantean dos consideraciones: la primera es que si se obtiene un balance negativo el mismo se reflejara en la factura del consumidor, mientras que si se tiene un balance positivo, es decir existió un excedente de energía el cual se ira acumulando mes a mes y servirá para cubrir facturaciones posterior, considerando que esta acumulación de excedentes tendrá una duración de dos años máximo. Se puede notar que el cálculo del balance neto no toma en cuenta el tipo de consumidor al que se le va a realizar esta operación.

Por último, un punto favorable dentro de esta regulación se ubica dentro del anexo dos, en el cual se plantean las características técnicas que debe seguir el consumidor para poder realizar la instalación del SFV, tales como, niveles de voltaje, variación máxima de la frecuencia, condiciones de puesta a tierra, sistemas de protecciones, entre otros. [20]

### **2.2.5 Regulación Nro. CONELEC 001/14**

En el caso de la Regulación Nro. CONELEC 001/14 denominada Participación de Autogeneradores en Sector Eléctrico, se debe considera que dentro de la regulación se

plantean aspectos de carácter económicos y técnicos con la finalidad de normar la participación de los autogeneradores en el sector eléctrico.

Ahora se debe considerar que dentro de los artículos de esta regulación existen varios aspectos importantes a analizar, tales como que esta regulación va enfocada a proyectos de autogeneración privada, por lo cual una de las condiciones para poder realizar estos proyectos, es que los mismo no se encuentren dentro del PME, además de esto también presenta restricciones en la capacidad nominal del autogenerador, ya que para esta regulación se considerar como autogeneración a los proyectos que posean una capacidad nominal mayor a 100 kW, este aspecto va a ser de gran importancia al momento de realizar la acreditación y posterior obtención del título habilitante, ya que los procedimientos cambiaran dependiendo de la capacidad nominal del proyecto.

Otro aspecto para tomar en cuenta sobre limitaciones de potencia es la relación existente entre los excedentes producidos por el autogenerador y la energía producto de la autogeneración, la misma que dentro de la regulación plantea que será del 25% para el caso de autogeneración hidráulica o en base a ERNC y del 5% para autogeneración térmica, esto se plantea con la finalidad de limitar la capacidad instalada en base a la demanda del consumidor, verificar las condiciones de autogenerador y plantear un posible incremento en la generación.

Se debe considerar que van a existir dos tipos de autogeneradores, los mismos que se diferencian por la ubicación de la instalación y de sus consumos propios, se plantean estos tipos de autogeneradores para poder realizar una diferenciación en el cálculo de la liquidación de estos.

Como se mencionó anteriormente existe la posibilidad de realizar autogeneración mediante fuentes de energía renovable, este podría considerarse un camino más viable debido a que dentro de los artículos de esta regulación se plantea que la utilización de ERNC permite obtener ciertos incentivos para el desarrollo de estos proyectos. [21]

### **2.3 Análisis de la Normativa a nivel de Latinoamérica**

La implementación de generación en base a energías renovables no convencionales a sido una de las temáticas con mayor peso que desde hace algunos años los gobiernos de todo el mundo buscan fomentar, con la finalidad de cambiar su matriz energética. Debido a esto se han planteado varias leyes, regulaciones y normas con la finalidad de brindar incentivos o compensaciones especiales por el uso de estas tecnologías. Dentro de este apartado se analizar algunas de las normativas vigentes a nivel de Sudamérica, con la finalidad de plantear cambios o ajustes a las regulaciones del Ecuador.

### **2.3.1 México**

En cuanto al desarrollo, operación y liquidación de energías renovables México se rige mediante la Resolución Nro. RES/054/2010, la misma que se denomina Modelo de Contrato de interconexión para fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Pequeña Escala, en la misma se presenta como objetivo plantear una metodología relacionada tanto a liquidación como a compensación de la energía ya sea consumida o inyectada en la red.

Un punto importante para tener en cuenta es los límites de la capacidad nominal instalada de la central mediante energías renovables, ya que se debe tener en cuenta que si es un consumidor residencial podrá poseer un valor máximo de 10 kW, en cambio para usuarios de uso general podrá tener un valor máximo de 30 kW.

Ahora se debe tener en cuenta que, para la liquidación de energía, se considerará si el consumidor posee una tarifa ordinaria o si cuenta con una demanda horaria, estos aspectos se pueden entender de mejor manera en la cláusula novena de esta resolución.

En el caso de la facturación, para la determinación de la energía consumida se realizará una diferenciación entre la energía consumida de la red y la inyectada por el generador, se debe tener en cuenta que, para un consumidor con demanda horaria, esta diferenciación se la realizará para cada periodo de su demanda.

Tomando en cuenta lo anterior, se debe analizar dos casos: primero el caso en el que la resta sea negativa (beneficios para el generador) o en caso de que la resta sea positiva (beneficios para el suministrador). Si se analiza el primer caso se debe considerar que existirá más energía inyectada que consumida, lo que resulta como un crédito a favor del consumidor el cual podrá ser utilizado en próximas facturaciones, pero con una vigencia de un año después del cual el crédito será cancelado y no se obtendrá ningún beneficio.

Se debe considerar que, si la energía consumida es mayor a la inyectada, la misma podrá ser cubierta por los créditos aculados, ya sea hasta que se acaben los créditos o hasta que se cubra la totalidad de la energía consumida, considerando la posibilidad que luego de cubrir la energía consumida existan remantes de los créditos, los cuales podrán ser utilizados en próximas facturaciones.

En el caso de que no se compense el total de la energía, debido a la falta de créditos por parte del consumidor, esta se reflejará como un crédito para el suministrador la misma que será facturada al generador en base a una cierta tarifa.

Para el caso de la demanda horaria se debe considerar que en México existen tres periodos de demanda: punta, intermedio y base, de aquí que la compensación de la energía se basara en estos tres períodos, por lo cual, los sistemas de medición de estos clientes deberán ser capaces de registrar la energía consumida e inyectada en cada periodo.

El proceso de liquidación se lo realizara de la siguiente manera: Para el caso de la compensación de la energía para cualquier mes, se considerara primera la energía acumulada del mes más antiguo en el periodo punta y va a ser compensada con la energía consumida en el periodo punta del mes de facturación, en el caso de existir remanentes en el periodo punta del mes más antiguo, se compensara primero con energía del periodo intermedio y en caso sigan existiendo remanentes se procederá a compensar con la energía del periodo base. Este proceso se lo repetirá para los casos de compensación de energía en el periodo intermedio y base.

Al igual que en la tarifa ordinaria lo que se busca es compensar la totalidad de la energía consumida o consumir el total de créditos vigentes para cubrir la energía consumida, en el caso que no se puede compensar la totalidad de la energía la misma deberá ser facturada en todos los periodos de demanda. [22]

### **2.3.2 Colombia**

En el caso de Colombia el ente que realizara el control de todo lo referente a generación es la Comisión de Regulación de Energía y Minas, ahora para el caso especifica de energías renovables no convencionales se tomara en consideración la Resolución Nro. 030 del 2018 la cual regula las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional, lo que busca esta resolución es la incorporación de estos sistemas de generación regulando tanto aspecto operativos como comerciales.

Dentro de esta resolución un punto importante para el análisis son los rangos de la capacidad nominal de las instalaciones que se prevé implementar, ya que existen tres rangos:

- Capacidad Nominal menor a 0,1 MW para autogeneración y generación distribuida
- Capacidad Nominal entre 0.1 MW y 1 MW para autogeneración
- Capacidad nominal entre 1 MW y 5 MW para autogeneración a gran escala

Se debe plantear esta diferenciación en las capacidades nominales ya que los procesos para realizar la solicitud de conexión simplifican y estudios de conexión cambiaran dependiendo del nivel de detalle que se necesite para la implementación de estas

centrales. Un claro ejemplo se presenta en el artículo 9, en el que el formato de la solicitud varía dependiendo del nivel de potencia, de la tecnología a usar en la generación, si exportara o no energía, entre otros. Ahora para poder realizar el trámite de esta solicitud de conexión se debe tener en cuenta aspectos relacionados a la disponibilidad de la red, es decir que exista la capacidad necesaria en el punto de la red seleccionada para poder implementar un sistema de autogeneración o generación distribuida. Por ello el operador de la red debe poseer una base de datos actualizada sobre el estado de la red, que estará disponible en una página web, en formato de hoja de cálculo para facilitar la consulta al usuario.

Por último, para la comercialización y liquidación de excedentes tanto de autogeneración como en generación distribuida, se plantean varias formas de cálculo como se observará en los artículos 15, 16, 17, 18 de la presente resolución, estos cálculos variarán dependiendo del nivel de potencia en el que se encuentre la central y a quien van a vender los excedentes. [23] [24]

### **2.3.3 Nicaragua**

En el caso de Nicaragua el ente regulador del sector eléctrico será el Ministerio de Energía y Minas, de aquí que la normativa a aplicarse para el caso de generación distribuida será la planteada en el acuerdo ministerial Nro. 063-DGERR-002-2017, la misma que hace referencia a la generación distribuida renovable para autoconsumo. Esta normativa tiene como objetivo presentar los requisitos, criterios, procedimientos y metodologías las cuales debe cumplir tanto las Empresas de distribución como las personas naturales o jurídicas para la implementación de instalaciones de generación distribuida.

Ahora se debe tener en cuenta que todos los procedimientos a analizar dentro de esta normativa van a tener como base principal la clasificación de la generación en base a la capacidad nominal y al nivel de voltaje como se presentara a continuación:

- Centrales hasta 2 kW en bajo voltaje
- Centrales de más de 2 kW en bajo voltaje
- Centrales menor o igual a 1 MW en medio voltaje
- Centrales de más de 1 MW e inferiores a 5 MW medio voltaje

Dentro del capítulo 1 de esta normativa se presenta de manera más detalla los tipos de generación distribuida en base a su nivel de potencia, un punto a resaltar es que para instalaciones menores a 2 kW tanto la instalación como el consumidor se ubicaran en el mismo predio mientras que para el resto de las instalaciones se ubicaran abajo del punto de suministro. Se debe tener en cuenta que el usuario proponente del proyecto de

generación distribuida será el encargado de la operación y mantenimiento de la instalación, además de cubrir con todos los costos referentes a instalación, conexión, operación, revisiones técnicas, inspecciones y costos por daños a la red o a terceros.

Para que el proyecto de generación distribuida entre en operación debe cumplir varios procedimientos, entre los cuales tenemos: la solicitud de conexión, la factibilidad operativa, estudio de impacto de red, solicitud de información técnica del cliente, el contrato de compra y venta de energía y el convenio de conexión, se debe tener en cuenta que para el caso de la información del cliente se considerara los niveles de potencia anteriormente mencionado, esto se puede observar de mejor manera en el apartado 20 de la presente normativa.

Ahora dentro lo que es la operación y el despacho de excedentes se debe considerar que el máximo nivel de potencia operable no superará a la planteada en el convenio de conexión, además se debe considerar la posible operación con excedentes por lo cual la empresa distribuidora deberá plantear una estimación de estas para asegurar la correcta operación del sistema. Además, se debe considerar posibles fallas de la red para lo cual se plantean mecanismos como funcionamiento en isla o desconexión por falta de tensión.  
[25][26]

#### **2.3.4 Argentina**

Para el caso de Argentina todo lo relacionado a Energías Renovables y Generación Distribuida está regida por una ley y las modificaciones que pueden plantearse a la misma, esta es conocida como la Ley Nro. 27424: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública y presenta como objetivo plantear los aspectos o condiciones jurídicas y contractuales para la implantación de generación distribuida para autoconsumo con posible inyección de excedentes a la red.

Dentro de esta ley se puede analizar que se plantea un rango de potencias mediante se pueda diferencia la generación distribuida de la generación distribuida para autoabastecimiento, pero considera dentro del artículo 4 que la capacidad nominal que puede tener la instalación deberá ser igual o menor a la potencia consumida por el usuario de la distribuidora para cubrir su demanda, tomando en cuenta que se podrá realizar una ampliación de la potencia presentando una solicitud de autorización especial a la distribuidora.

Una vez aprobada la instalación, se debe considerar que, para poder entrar en operación, el usuario-generador tiene la obligación de cumplir con la evaluación técnica y posterior a esto suscribir un contrato con la modalidad de generación distribuida, dentro de estos

aspectos se debe considerar que el usuario será quien cubra los costos referentes a equipos de medición, obras e instalaciones. Ahora una vez puesto en funcionamiento el sistema se debe considerar lo referente a facturación, ya que en el artículo 12 de esta ley nos dice que el usuario recibirá una tarifa de inyección a la red por cada kW-h que entregue el mismo, de aquí que se realizará un balance neto entre la energía consumida y entregada a la red, con finalidad de conocer cuál es el valor que deberá pagar el usuario. Tomando en cuenta la posible existencia de excedentes que podrán ser usados para cancelar futuras facturación, cedidos o transferidos a otro usuario o por último solicitar una retribución del saldo preexistente a la distribuidora.

Se debe tener en cuenta que dentro de esta ley se presenta la creación de una entidad, que es: El Fondo Fiduciario para el Desarrollo de la GD y un Régimen para la fabricación nacional de sistemas, equipos e instrumentos de GD. Tanto con la entidad como con el régimen lo que se busca es fomentar el uso de energías renovables, pero considerando la posibilidad de utilizar tecnología de producción nacional. [27]

## 2.4 Matriz comparativa de las normativas analizadas

Semejanzas	Diferencias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento del régimen de objeciones y sanciones tanto para autoabastecimiento como para autogeneradores.</li> <li>• Presentación de la gestión de la información, es decir, tener un portal web actualizado con toda la información sobre los proyectos de autogeneración.</li> <li>• En el caso de facturación, se aplica el cálculo mediante balance neto de energía, tomando en cuenta la energía consumida e inyectada a la red.</li> <li>• Implementación de la factibilidad de conexión, título habilitante y contrato de suministro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En autoabastecimiento, en ciertas normativas internacionales no se considera la posibilidad de tener la instalación y el consumidor ubicado en predios diferentes.</li> <li>• Subdivisiones en las capacidades nominales de las instalaciones de generación distribuida, tomando en cuenta el nivel de voltaje.</li> <li>• Limitación en los niveles máximos de capacidad instalada para proyectos de autogeneración.</li> <li>• Creación del Fondo Fiduciario para el Desarrollo de la GD y un Régimen para la fabricación nacional de sistemas, equipos e instrumentos de GD.</li> <li>• Planteamiento de la solicitud de información técnica del cliente, en</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cuanto, a la medición, se plantea la utilización de medidores bidireccionales.</li> <li>• Debido al uso de energías renovables no convencionales se van a presentar beneficios en cuanto a despacho y liquidación.</li> </ul>	<p>base a las subdivisiones de la capacidad nominal de la instalación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variación en la vigencia de los remanentes de energía acumulados</li> <li>• Posibilidad de ceder o transferir los remanentes de energía a un usuario de la misma distribuidora.</li> <li>• Manejo de los remanentes de energía tomando como condición si el usuario maneja una tarifa ordinaria o se basa en su demanda horaria.</li> <li>• Planteamiento de aspectos técnicos como: variación en niveles de voltaje, variación en frecuencia, entre otros.</li> <li>• Poseer una base de datos actualizada sobre el estado de la red a la cual se van a conectar los proyectos de autogeneración o generación distribuida y presentarlo en formato de hoja de cálculo para facilitar el manejo del usuario.</li> </ul>
---	---

### **3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1 Resultados**

##### **3.1.1 Propuestas de Cambio a las Regulaciones Vigentes**

En base al análisis realizado a las normativas vigentes y a las normativas a nivel de Latinoamérica, en lo referente a generación distribuida y autogeneración, se plantean ciertos ajustes a criterios en los aspectos técnicos, operativos y comerciales, como se presentarán a continuación.

##### **3.1.1.1 Clasificación de las centrales en base a su capacidad nominal**

Dentro de los aspectos técnicos se puede tener en cuenta la división de los sistemas de generación dependiendo de la capacidad instalada, esto con la finalidad de simplificar ciertos procesos referentes a obtención de factibilidad de conexión y títulos habilitantes.

Se debe tener en cuenta que para realizar una clasificación de las centrales en base a su capacidad nominal se pueden presentar varios criterios, considerando que los mismos se van a dividir en microgeneración, minigeneración, generación a mediana escala y generación a gran escala. De aquí que se puede plantear los siguientes rangos de potencia:

- Capacidad instalada menor a 50 kW (Microgeneración Distribuida)
- Capacidad instalada mayor a 50 kW, pero menor a 5 MW (Minigeneración Distribuida)
- Capacidad instalada mayor a 5 MW (Autogeneración)

Ahora se podría considerar también que dentro de esta clasificación se podría presentar una subclasificación, basada en los criterios de capacidad instalada de Nicaragua, como se presenta a continuación:

- Centrales hasta 2 kW en bajo voltaje
- Centrales de más de 2 kW en bajo voltaje
- Centrales menor o igual a 1 MW en medio voltaje
- Centrales de más de 1 MW e inferiores a 5 MW medio voltaje

Como se puede notar esta subclasificación va a estar dentro de los criterios de microgeneración, minigeneración y autogeneración, tomando como criterio adicional al nivel de voltaje que se encuentra la central, esta subclasificación permitirá reducir los procedimientos para entra en operación de una central mediante cualquiera de las tecnologías mencionadas anteriormente.

### **3.1.1.2 Limitaciones en capacidad instalada para la Autogeneración**

Como se pudo analizar en la regulación vigente sobre autogeneración, dentro de la misma se plantea el límite inferior de potencia a la mediante la cual se puede considerar a una central como autogeneración, pero no se plantea un límite superior, esto genera un inconveniente ya que al no tener un límite superior de capacidad nominal, el proponente del proyecto podría instalar una central con una capacidad nominal mucho mayor a la demanda que se planea cubrir, por lo cual poseería un gran número de excedentes con lo cual se buscaría tener un rédito económico grande.

Tomando en cuenta criterios de la regulación CONELEC Nro. 001/14, lo que se va a realizar es una proyección de la demanda de energía de los consumos propios y de la generación del autogenerador, mediante la cual se considerará que la demanda de los consumos

propios debería cubrirse en su totalidad, teniendo en cuenta una posible existencia de excedente. De aquí se plantea lo siguiente:

- La relación entre excedentes y la energía autogenerada anual no superar el 25% para el caso de autogeneración hidráulica o cualquier otro tipo de energía renovable no convencional
- La relación entre excedentes y la energía autogenerada anual no superar el 5% para el caso de autogeneración térmica.

### **3.1.1.3 Información de disponibilidad de la red**

Previo a la presentación de un proyecto de generación distribuida o de autogeneración, el proponente de este debe conocer el estado de la red a la cual va a conectar su central, debido a esto los operadores de la red deberán disponer de información detallada sobre el estado de la red.

Tomando como base la cuenta, el transformador o el código de circuito asignado al usuario, el mismo podrá obtener como mínimo la siguiente información:

- Ubicación exacta del punto de conexión
- Valor de voltaje nominal del transformador, subestación o red de bajo voltaje al cual pertenece el punto de conexión.
- Capacidad nominal del punto de conexión (subestación, transformador o red de bajo voltaje)
- Número de instalaciones de autogeneración o generación distribuida instaladas en el punto de conexión a elegir, teniendo en cuenta la sumatoria de sus capacidades nominales, además de presentar una clasificación en base a colores en función del circuito o transformador:
  - ✓ Relación igual o menor al 9% se le asigna con el color verde
  - ✓ Relación en un rango entre el 9% y 12 % se le asigna el color amarillo
  - ✓ Relación en un rango entre el 12% y 15 % se le asigna el color naranja
  - ✓ Relación mayor al 15% se le asigna el color rojo
- Sumatorio de la energía que puede inyectar los autogeneradores o generadores distribuidos instalados en un mismo punto de conexión (transformador o circuito), tomando como base la cantidad mínima de energía horaria y clasificándola en colores:
  - ✓ Relación igual o menor al 30% se le asigna el color verde
  - ✓ Relación en un rango entre 30% y 40% se le asigna el color amarillo
  - ✓ Relación en un rango entre 40% y 50% se le asigna el color naranja

- ✓ Relación mayor al 50% se le asigna el color rojo.

Para este sistema de información se debe tener en cuenta que va a estar disponible para el público y deberá realizar actualizaciones de su información permanentemente.

#### **3.1.1.4 Uso de los excedentes del Balance Neto**

Se debe tener en cuenta que una vez realizado el balance neto de energía (diferenciación entre la energía consumida de la red menos la inyectada), de este cálculo se obtendrá un valor positivo o negativo, el cual nos planteará las siguientes posibilidades:

- Obtener un crédito de excedentes de energía a favor del generador, los mismos que nos permitirán cubrir los consumos generados de la red
- Obtener un crédito a favor del suministrador, el mismo que será facturado

Tomando como base estas dos consideraciones se plantea lo siguiente:

- El crédito de excedentes de energía cubra la totalidad de la energía consumida de la red, es decir se utilice los créditos hasta que el valor a cancelar por consumos de energía tenga un valor de cero y a su vez el crédito de excedentes de energía quede en cero.
- El crédito de excedentes de energía cubra la totalidad de la energía consumida de la red, es decir se utilice los créditos para cubrir la totalidad de la energía consumida, pero a pesar de esto se mantenga todavía un crédito de excedente el cual puede acumularse para cubrir posteriores consumos de energía de la red o convertirse en un rédito económico para el generador.
- Por último, ceder o transferir los créditos de excedentes de energía a otro usuario que esté conectado a la misma red de distribución.

Se debe tener en cuenta que la acumulación de estos créditos de excedentes de energía, tendrán una vigencia de un año, luego de la cual las mismas se volverán cero y ya no podrán utilizarse como beneficios para el generador.

#### **3.1.1.5 Planteamiento de la solicitud de la información técnica del cliente**

Debido a la subclasificación planteada con anterioridad se puede realizar una mejor descripción en cuanto a la información técnica que va a presentar el cliente, como se presenta a continuación:

- Descripción del Proyecto: Tipo de tecnología o fuente primaria de energía que utilizara la central, además del régimen de generación horaria tomando en consideración la estacionalidad del recurso primario.

- Cronograma de trabajo
  - ✓ Capacidad nominal menor a 2kW: No posee detalle
  - ✓ Capacidad nominal mayor a 2kW, menor a 1MW y mayor a 1MW: Descripción de actividad, duración de la obra y cronograma digital.
- Ubicación del proyecto
  - ✓ Capacidad nominal menor a 2kW: Dirección de la instalación
  - ✓ Capacidad nominal mayor a 2kW, menor a 1MW y mayor a 1MW: Dirección de la instalación, coordenadas y plano de ubicación.
- Información sobre potencia y energía consumida
  - ✓ Capacidad nominal menor a 2kW: Valor de carga facturada en el último año.
  - ✓ Capacidad nominal mayor a 2kW, menor a 1MW y mayor a 1MW: Valor de carga facturada en el último año y la curva de demanda de los últimos tres meses.
- Información sobre potencia y energía a generar
  - ✓ Capacidad nominal menor a 2kW: Capacidad nominal a instalar
  - ✓ Capacidad nominal mayor a 2kW, menor a 1MW y mayor a 1MW: Capacidad nominal, curva de generación mensual y anual, posible energía inyectada a la red.
- Diagrama unifilar
- Información sobre los transformadores de propiedad de la generación distribuida: Se debe tener en cuenta que, al momento de poseer una capacidad nominal mayor a 25 kW, los sistemas de GD contarán con su propio equipo de transformación.
- Equipos de protección y control
  - ✓ Capacidad nominal menor a 2kW: Esquema de conexión e información del fabricante.
  - ✓ Capacidad nominal mayor a 2kW, menor a 1MW y mayor a 1MW: Esquema de conexión, información del fabricante y datos del sistema. Presentación de un diagrama unifilar con los datos de los elementos de control, medición y protección.

### **3.1.1.6 Análisis de las fuentes de energía renovable en base a la ubicación de la central**

Se debe tener en cuenta que, a más de la información sobre el estado de la red, se considerará la disponibilidad de los recursos renovables que se podrán utilizar para fines

de generación, de aquí no en todas las ubicaciones del país se van a tener similares condiciones para la instalación de ciertas tecnologías de generación mediante ENRC.

Por lo cual, dentro del análisis a realizar previo al planteamiento de un proyecto de generación mediante ENRC, se debe considerar en el caso de generación fotovoltaica o eólica, lo que son los Atlas tanto solar como eólico, con la finalidad de conocer en qué sectores o si el sector en el que voy a instalar mi central es el más óptimo tanto en el aspecto técnico como en el económico, ya que se podría considerar que en ciertas regiones del país un tipo de tecnología sería el más óptimo pero tal vez no el más económico.

### **3.1.1.7 Operación en condiciones técnicas, comerciales o de falla del suministrador de energía**

Se debe tener en cuenta que se podría realizar una desconexión del sistema de generación distribuida o autogeneración de la red suministro esto debido a aspectos técnicos o comerciales, razones voluntarias, por vulnerabilidad de la red o por fallas debido a bajos niveles de voltaje, por lo cual se debe planificar un modo de operación para que el consumidor no se quede sin abastecimiento de energía, debido a esto se plantea lo siguiente:

- Operación en isla: La generación distribuida podrá trabajar de forma aislada del sistema de distribución con un enclavamiento mecánico visible, para poder realizar esta operación se deberá informar de la toma de esta decisión a la empresa distribuidora.
- Desconexión por falta de voltaje: El sistema de generación distribuida deberá poseer un interruptor de acoplamiento a la red, mediante el cual se anule la conectividad con la red debido a la ausencia de voltaje en los conectores.

## **3.2 Conclusiones**

- Se pudo notar que en la actualidad la normativa sobre generación distribuida y autogeneración en Ecuador abarca un mayor número de aspectos que en normativas anteriores, esto debido a que busca incorporar nuevas tecnologías de energías renovables no convencionales para poder generar un cambio con mayor notoriedad en la matriz energética del país.
- Al analizar la normativa a nivel de Latinoamérica se puede notar que, al momento de realizar la promoción de la generación distribuida, no solamente se enfocan en promover la utilización de las energías limpias, sino también incentiva a público en general a participar tanto en la implementación como en el desarrollo de las tecnologías de energías renovables no convencionales.

- Al realizar la comparación en cuanto a capacidad nominal se refiere, podemos observar que a nivel de Latinoamérica tanto la generación distribuida y la autogeneración su uso está enfocado hacia el autoconsumo, mientras que en Ecuador ya se plantea la posibilidad de cubrir una demanda regulada o brindar estos servicios a grandes consumidores.
- Fue de gran importancia realizar el análisis de las normativas y reglamentos derogados, ya que los mismos permitieron conocer la situación pasada y actual de la generación distribuida en el país y además sirvió de base para realizar ciertos cambios en las normativas vigentes.
- Gracias a la matriz comparativa se pudo simplificar el proceso para plantear los cambios o reformas que se podían acoplar a las regulaciones vigentes, además de servir como punto final para concretar el análisis de las normativas.

### **3.3 Recomendaciones**

- Dentro de lo que es el balance neto de energía, se podría agregar más beneficios, esto con la finalidad de incentivar a los consumidores a incursionar en la implantación sistemas de generación que tengan como base el uso de energías renovables no convencionales.
- Para poder realizar un mejor análisis de las normativas vigentes, se podría aumentar el número de normativas de Latinoamérica con las cuales se va a realizar la comparación, con la finalidad de reforzar las normativas analizadas.
- Analizar las leyes y reglamentos de las leyes a nivel de Latinoamérica para brindar mayor sustento a las reformas que se puedan plantear a las regulaciones vigentes en Ecuador.
- Verificar la posibilidad de plantear nuevas regulaciones que tenga como eje principal las energías renovables no convencionales, tomando en cuenta aspectos técnicos, operativos, económicos y legales.

## **4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] D. García, G. Benítez, A. Vázquez, "La Generación distribuida y su regulación en el Ecuador", BJB Brazilian Journals of Business, vol. 3, pp. 2017-2030, Julio 2021.

[2] A. Vera, N. Balderramo, G. Pico, E. Rodríguez, M. Dávila, "Realidad Actual del Sector Eléctrico Ecuatoriano", Revista REIMAT, vol. 4, junio 2019.

- [3] Guía básica de la Generación distribuida [Online]. Available: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005776.pdf>
- [4] Ecuador consolida la producción eléctrica a partir de fuentes renovables [Online]. Available: [https://www.recursoyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras\).](https://www.recursoyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras).)
- [5] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, “Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica, Regulación Nro. ARCONEL 001/21.” 2021.
- [6] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, “Marco normativo para la participación en generación distribuida de empresas habilitantes para realizar la actividad de generación, Regulación Nro. ARCONEL 002/21,” 2021.
- [7] Ecuador Consolida la Producción Eléctrica a partir de Fuentes Renovables [Online]. Available: [https://www.recursoyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras\).](https://www.recursoyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras).)
- [8] Asamblea Nacional “Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica,” 2019.
- [9] Plan Maestro de Electricidad 2013-2022 [Online]. Available: <https://www.celec.gob.ec/transeselectric/index.php/unidades-de-negocio/plan-de-expansion-2013-2022#:~:text=El%20Plan%20Maestro%20de%20Electricidad,del%20sector%20el%C3%A9ctrico%20del%20Ecuador.>
- [10] Asamblea Nacional “Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica,” 2015.
- [11] Sabes que es la Generación de Energía Centralizada [Online]. Available: <https://solaresenergia.com/uncategorized/sabes-que-es-la-generacion-de-energia-centralizada/>

- [12] Generación de energía centralizada vs generación de energía distribuida [Online]. Available: <https://gramaconsultores.wordpress.com/2012/01/16/generacion-de-energia-centralizada-vs-generacion-energia-distribuida/>
- [13] Generación Distribuida [Online]. Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/generacion-distribuida>
- [14] Que es la Generación Distribuida [Online]. Available: <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/curiosidades/la-generacion-distribuida-cada-dia-mas-cerca-335/>
- [15] La Autogeneración eléctrica renovable como alternativa [Online]. Available: <https://portal.coiim.es/comunicacion/noticias/el-colegio/la-autogeneracion-electrica-renovable-como-alternativa-428#:~:text=La%20autogeneraci%C3%B3n%20consiste%20en%20generar,solar%2C%20e%C3%B3lica%20o%20incluso%20hidr%C3%A1ulica.>
- [16] Que es la autogeneración de energía [Online]. Available: <https://adc-energia.com/autogeneracion/>
- [17] Asamblea Nacional “Constitución de la República,” 2008.
- [18] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, “Participación de Autogeneradores y Cogeneradores en el Sector Eléctrico, Regulación Nro. ARCONEL 005/21.” 2021.
- [19] Asamblea Nacional “Ley de Eficiencia Energética,” 2019.
- [20] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, “Generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica, Regulación Nro. ARCONEL 003/18.” 2018.
- [21] Consejo Nacional de Electricidad, “Participación de Autogeneradores en el Sector Eléctrico, Regulación Nro. CONELEC 001/14.” 2014.
- [22] Comisión Reguladora de Energía, “Modelo de Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistemas de Cogeneración en Mediana Escala, Resolución Nro. RES/054/2010.” 2010.

[23] Comisión de Regulación de Energía y Gas, “Regulación de las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional, Resolución Nro. 08 de 2018.” 2018.

[24] Congreso de Colombia, “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, Ley 1715 de 2014.” 2014.

[25] Ministerio de Energía y Minas, “Normativa de Generación Distribuida Renovable para Autoconsumo, Acuerdo Ministerial Nro. 063-DGERR-002-2017.” 2017.

[26] Ministerio de Energía y Minas, “Anexo Técnico de la Normativa de Generación Distribuida Renovable para Autoconsumo, Acuerdo Ministerial Nro. 001-DGERR-001-2021.” 2021.

[27] Presidencia de la República Argentina, “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable a la Red eléctrica Pública, Ley Nro. 27,424.” 2017.

## **5 ANEXOS**