

**CONTRATO CREG 051 DE 2020 ENTRE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS
Y LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**



Consultoría que apoye la actualización de los procedimientos y requisitos técnicos de conexión para los generadores, cogeneradores y autogeneradores hasta de 5 MW establecidos en la regulación vigente, en particular las resoluciones CREG 025 de 1995, 070 de 1998, 106 de 2006 y 030 de 2018, de tal forma que se facilite el proceso de integración de estos recursos, de forma segura, confiable y con calidad al Sistema Interconectado Nacional

PRODUCTO 2

**Propuesta de Requisitos Técnicos y Procedimientos, Contenidos Didácticos
y Consulta Pública
Revisión 1**



**Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira – Colombia
28 de noviembre del 2020**

RESPONSABLES POR LA ELABORACIÓN

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Carlos Julio Zapata Grisales

Ricardo Alberto Hincapié Isaza

Alexander Velásquez Piedrahita

Harold Salazar Isaza

Daniel Felipe Castañeda Marín

Darwin Aguirre Colorado

Cristhian Camilo Salazar Buitrago

Diego Fernando Álvarez Rendón

Nicolás Arias Bermúdez

Nicolás Rivera Londoño

Karol Andrea Restrepo Posada

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de revisión	Sección modificada	Fecha	Observaciones
Versión 0	---	Noviembre 27 del 2020	Versión original
Versión 1	Capítulos 3-4	Noviembre 28 del 2020	Se atienden los comentarios indicados por la Comisión a la versión enviada el 27 de noviembre

LABORATORIO PARA ESTUDIO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

MISIÓN

Prestar servicios de consultoría profesional y de educación no formal en el área de sistemas eléctricos a empresas del sector eléctrico nacional e internacional, entidades regulatorias, de planeamiento y de vigilancia e inspección vinculadas con el sector eléctrico.

VISIÓN

Para el año 2020, el Laboratorio para Estudios de Sistemas Eléctricos de Potencia - ESEP - será un referente en la ejecución de proyectos de educación no formal y consultorías profesionales para empresas, entidades regulatorias y de planeación del sector eléctrico.

SERVICIOS

Forman parte del alcance de las actividades del laboratorio los siguientes servicios de consultoría profesional y de educación no formal definidos en el artículo 4 del Acuerdo 21 del 04 de julio de 2007 del Consejo Superior de UTP:

- Educación no formal: Cursos, talleres, capacitaciones, seminarios, diplomados, jornadas, Encuentros, conferencias, presentaciones, congresos.
- Consultorías profesionales: Asesorías, consultorías, asistencia técnica, interventorías, veedurías, gerencia de obras o de proyectos, dirección, programación y ejecución de diseños, planos, anteproyectos y proyectos, estudios para proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, prefactibilidad o factibilidad para proyectos específicos.

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento corresponde al Producto 2 del Contrato CREG 051 del 2020 el cual presenta los resultados de las actividades *c*, *d* y *e* del contrato: propuesta de requisitos técnicos y procedimientos, contenidos didácticos.

Inicialmente se presenta un listado de definiciones nuevas declaradas por la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP).

Posteriormente se presenta un enfoque metodológico donde se definen unos procedimientos y requisitos técnicos para conexión de generadores a los Sistemas de Distribución Local del Sistema Interconectado Nacional. Este enfoque se desarrolla a partir de comentarios realizados a la Circular 088 de 2020, comentarios enviados por desarrolladores a la CREG, un referenciamiento internacional, una revisión de la regulación y normatividad colombiana, y una comparación de los sistemas de protecciones exigidos por el CNO frente a los propuestos por normatividades internacionales.

Luego se presentan cinco procedimientos de conexión propuestos por la Universidad, en donde se especifican los siguientes aspectos: alcance, diagrama de proceso, tiempos de procesamiento de la solicitud, evaluación simplificada de factibilidad técnica de conexión para proyectos de pequeña capacidad, requisitos técnicos de la instalación y equipos, requisitos de protecciones, requisitos técnicos del montaje y puesta en servicio, y requisitos de medida.

Finalmente se presentan los Anexos, en los cuales se detallan aspectos sobre la capacidad del SDL para recibir generación en los niveles de tensión 1, 2 y 3, se presenta el Formulario Simplificado de Conexión y las definiciones empleadas en este documento.

Los contenidos de la cartilla y el folleto, para efectos de divulgar los procedimientos, se entregan en documentos anexos.

Respecto a los resultados de la Consulta Pública, estos no se presentan aquí dado que dicha actividad está programada para el 1 de diciembre de 2020, fecha que es posterior a la entrega del presente producto. De acuerdo a esto, los resultados de dicha actividad se presentarán en el Producto 3.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	10
2	DEFINICIONES	12
3	ENFOQUE METODOLÓGICO PARA DEFINIR NUEVOS PROCEDIMIENTOS Y REQUISITOS TÉCNICOS	13
3.1	REVISIÓN INTERNACIONAL	13
3.1.1	ASPECTOS COMPARATIVOS	14
3.1.2	SÍNTESIS DE LAS PRINCIPALES OBSERVACIONES RELACIONADAS CON LA REVISIÓN DE LAS EXPERIENCIAS INTERNACIONALES	20
3.2	LÍMITES DE GENERACIÓN	21
3.3	SISTEMAS DE PROTECCIONES	23
3.3.1	COMPARACIÓN CON EXPERIENCIAS INTERNACIONALES	23
3.3.2	COMPARACIÓN DE PROTECCIONES ENTRE COLOMBIA Y PAÍSES DE LA ALIANZA DEL PACÍFICO	27
3.3.3	COMPARACIÓN DE PROTECCIONES ENTRE COLOMBIA Y PAÍSES DE LA OCDE	28
3.3.4	COMPARACIÓN DE PROTECCIONES ENTRE COLOMBIA Y EL CIGRE	30
3.3.5	SÍNTESIS DE LAS PRINCIPALES OBSERVACIONES RELACIONADAS CON LA COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIONES	32
3.4	DIAGRAMA GENERAL PARA SELECCIONAR EL PROCEDIMIENTO	32
3.5	REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 3	34
4	PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS POR UTP	39
4.1	PROCEDIMIENTO 1	40
4.1.1	ALCANCE	40
4.1.2	DIAGRAMA DE PROCESO	40
4.1.3	TIEMPOS DE PROCESAMIENTO DE LA SOLICITUD	40
4.1.4	FORMULARIO DE SOLICITUD	41
4.1.5	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE CONEXIÓN	41
4.1.6	REQUISITOS TÉCNICOS DE LA INSTALACIÓN Y EQUIPOS	43
4.1.7	REQUISITOS DE PROTECCIONES	43
4.1.8	REQUISITOS TÉCNICOS DEL MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO	44
4.1.9	REQUISITOS MEDIDA	44
4.2	PROCEDIMIENTO 2	45
4.2.1	ALCANCE	45
4.2.2	DIAGRAMA DE PROCESO	45
4.2.3	TIEMPOS DE PROCESAMIENTO DE LA SOLICITUD	45
4.2.4	FORMULARIO DE SOLICITUD	46

4.2.5	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE CONEXIÓN.....	46
4.2.6	REQUISITOS TÉCNICOS DE LA INSTALACIÓN Y EQUIPOS	48
4.2.7	REQUISITOS DE PROTECCIONES	48
4.2.8	REQUISITOS TÉCNICOS DEL MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO	50
4.2.9	REQUISITOS MEDIDA.....	50
4.3	PROCEDIMIENTO 3	50
4.3.1	ALCANCE	50
4.3.2	DIAGRAMA DE PROCESO	50
4.3.3	TIEMPOS DE PROCESAMIENTO DE LA SOLICITUD.....	51
4.3.4	FORMULARIO DE SOLICITUD	53
4.3.5	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE CONEXIÓN.....	53
4.3.6	REQUISITOS TÉCNICOS DE LA INSTALACIÓN Y EQUIPOS	53
4.3.7	REQUISITOS DE PROTECCIONES	54
4.3.8	REQUISITOS TÉCNICOS DEL MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO	55
4.3.9	REQUISITOS MEDIDA.....	55
4.4	PROCEDIMIENTO 4	55
4.4.1	ALCANCE	55
4.4.2	DIAGRAMA DE PROCESO	56
4.4.3	TIEMPOS DE PROCESAMIENTO DE LA SOLICITUD.....	56
4.4.4	FORMULARIO DE SOLICITUD	57
4.4.5	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE CONEXIÓN.....	57
4.4.6	REQUISITOS TÉCNICOS DE LA INSTALACIÓN Y EQUIPOS	59
4.4.7	REQUISITOS DE PROTECCIONES	59
4.4.8	REQUISITOS TÉCNICOS DEL MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO	61
4.4.9	REQUISITOS MEDIDA.....	61
4.5	PROCEDIMIENTO 5	61
4.5.1	ALCANCE	61
4.5.2	DIAGRAMA DE PROCESO	61
4.5.3	TIEMPOS DE PROCESAMIENTO DE LA SOLICITUD.....	63
4.5.4	FORMULARIO DE SOLICITUD	63
4.5.5	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE CONEXIÓN.....	63
4.5.6	REQUISITOS TÉCNICOS DE LA INSTALACIÓN Y EQUIPOS	64
4.5.7	REQUISITOS DE PROTECCIONES	65
4.5.8	REQUISITOS TÉCNICOS DEL MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO	66
4.5.9	REQUISITOS MEDIDA.....	67
5	OBLIGATORIEDAD DEL PERMISO DE CONEXIÓN Y DEL CUMPLIMIENTO DEL RETIE PARA CONECTARSE AL SDL.....	68
5.1	PERMISO DE CONEXIÓN	68
5.2	CUMPLIMIENTO DEL RETIE.....	68
6	SISTEMAS PARA CONSULTA DE INFORMACIÓN Y TRAMITE DE SOLICITUDES	70

6.1	INFORMACIÓN DE CAPACIDAD DEL SDL PARA RECIBIR GENERACIÓN	70
6.2	TRÁMITE DE SOLICITUDES	70
7	ANEXO 1: VALORACIÓN SIMPLIFICADA DE CAPACIDAD DEL SDL PARA RECIBIR GENERACIÓN	71
7.1	NIVEL DE TENSIÓN 1.....	71
7.2	NIVELES DE TENSIÓN 2 Y 3	71
7.2.1	PROCEDIMIENTO	71
7.2.2	INDICADORES	72
7.2.3	CRITERIOS PARA FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN	72
7.2.4	CONSIDERACIONES.....	73
8	ANEXO 2: FORMULARIO SIMPLIFICADO DE CONEXIÓN	74
9	ANEXO 3: DEFINICIONES EMPLEADAS	76

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN ESTE DOCUMENTO

ABREVIATURA	DEFINICIÓN
AG	Autogenerador
AGGE	Autogenerador a Gran Escala
AGPE	Autogenerador a Pequeña Escala
CEGD	Centrales Eléctricas de Generación Distribuida
CG	Cogeneración
CNO	Consejo Nacional de Operación
CRE	Comisión Reguladora de Energía
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
EG	Equipamiento de Generación
GD	Generador Distribuido
GE	Generador
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
kW	Kilowatio
NTC	Norma Técnica Colombiana
ONAC	Organismo Nacional de Acreditación de Colombia
OR	Operador de Red
PC	Punto de Conexión
PMGD	Pequeños Medios de Generación Distribuidos
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SDL	Sistema de Distribución Local
STN	Sistema de Transmisión Nacional
STR	Sistema de Transmisión Regional
UG	Unidad de Generación
UL	Underwriters Laboratories
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
Vn	Tensión Nominal
ZNI	Zonas No Interconectadas

1 INTRODUCCIÓN

El 14 de septiembre de 2020 la CREG y la UTP firmaron en el sistema de contratación estatal SECOP II el contrato 051 de 2020 con inicio de actividades el 18 de septiembre de 2020 y culminación el 18 de diciembre de 2020.

El objeto de este contrato es el desarrollo de una consultoría que apoye la actualización de los procedimientos y requisitos técnicos de conexión para los generadores, cogeneradores y autogeneradores hasta de 5 MW establecidos en la regulación vigente, en particular las resoluciones CREG 025 de 1995, 070 de 1998, 106 de 2006 y 030 de 2018, de tal forma que se facilite el proceso de integración de estos recursos, de forma segura, confiable y con calidad al Sistema Interconectado Nacional. El alcance de este contrato incluye las siguientes actividades:

a) Recopilación de la información

Se deberá revisar la experiencia internacional relevante, en cuanto a los procedimientos y requisitos técnicos para la conexión de autogeneradores, cogeneradores y generadores hasta 5 MW, en por lo menos 6 países, incluyendo países de la Alianza Pacífico y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Adicionalmente, se debe revisar la regulación vigente y los documentos elaborados por diferentes agentes del sector, entre ellos, el Consejo Nacional de Operación, las propuestas elaboradas por ASOCODIS, Colombia Inteligente, las consultas recibidas en la Comisión y los comentarios de los desarrolladores de proyectos. La comisión suministrará estos documentos.

b) Identificación de alternativas de mejora

A partir de los resultados del literal a) y la experiencia del consultor, se deberá identificar aspectos de mejora en los requisitos técnicos y procedimientos para la aprobación de conexiones de autogeneradores, cogeneradores y generadores hasta 5 MW al SIN, de tal forma que se facilite el proceso de integración de estos recursos en condiciones seguras, confiables y con calidad.

c) Propuesta de requisitos técnicos y procedimientos

Se deberá proponer el procedimiento que se debe aplicar para la conexión de autogeneradores, cogeneradores y generadores con una capacidad menor o igual a 100 kW, para más de 100 kW y hasta 1.000 kW y para más de 1.000 kW y hasta 5.000 kW.

Para cada rango de potencia, en el caso de los autogeneradores, se deberá establecer los requisitos técnicos necesarios a incluir en el formato de conexión simplificado, el estudio simplificado de conexión, los requisitos de los sistemas de protecciones, y la visita de verificación y pruebas.

Los anteriores documentos también deberán ser elaborados para los cogeneradores y generadores.

También deberá considerarse las particularidades de las diferentes tecnologías disponibles para generación, cogeneración y autogeneración.

Los documentos deben tener el detalle suficiente para ser publicados y aplicados de forma inmediata en la regulación.

d) Contenidos didácticos

Se deberá proponer los contenidos de un folleto y una cartilla en donde se explique de manera sencilla y didáctica el procedimiento y los requisitos técnicos para la conexión de los autogeneradores, cogeneradores y generadores. Estos contenidos deberán elaborarse para cada rango de potencia indicado en el literal c) de este numeral y considerando los diferentes públicos de interés.

Estos documentos serán la base de una estrategia de divulgación.

e) Consulta pública

Las propuestas deberán ser presentadas en un taller virtual a las partes interesadas, para lo cual, la Comisión realizará la respectiva convocatoria. En el documento final se atenderán los comentarios recibidos en la presentación de los resultados, y los productos publicados por la Comisión.

2 DEFINICIONES

A continuación, se presentan unas nuevas definiciones propuestas por la Universidad y requeridas para efectos de facilitar la presentación del presente informe. Una recopilación de las definiciones que ya establece la regulación y que también son utilizadas en este documento se encuentran en Anexo 3.

- **Planta de generación:** es el conjunto de una o más unidades de generación; esto es, de equipos que transforman recursos primarios de generación, renovables o no renovables, en energía eléctrica. Incluye los sistemas de protección, servicios auxiliares, comunicaciones, medición y el equipo requerido para hacer la conexión a un sistema eléctrico externo tales como cables, inversores, transformadores, etc.
- **Potencia nominal de generación:** también llamada capacidad nominal de generación, es el valor en MW, con una precisión de cuatro decimales, que corresponde a la suma de la capacidad nominal de las unidades de generación que conforman la planta. Para plantas cuya conexión al SDL se hace a través de inversores, es la suma de las capacidades nominales de los inversores.

La capacidad nominal de una unidad de generación corresponde al valor de placa de la máquina rotativa. La capacidad nominal de un inversor corresponde al valor de placa del equipo.

- **Potencia a exportar:** o potencia inyectada, es el valor en MW, con una precisión de cuatro decimales, que corresponde a la potencia total que la planta exportará al SDL. La potencia exportada puede ser menor o igual a la potencia nominal de generación. Para plantas que no exportarán energía al SDL, el valor de potencia exportada a declarar es cero.
- **Solicitante:** persona natural o jurídica que desea instalar una planta de generación que se conectará a un Sistema de Distribución Local del Sistema Interconectado Nacional y se declara autogenerador, cogenerador, generador o generador distribuido.

3 ENFOQUE METODOLÓGICO PARA DEFINIR NUEVOS PROCEDIMIENTOS Y REQUISITOS TÉCNICOS

Inicialmente se presenta el resumen de experiencias internacionales. Luego se presenta una justificación de los límites empleados para diferentes rangos de generación. Posteriormente se realiza una comparación de los sistemas de protecciones exigidos por el CNO frente a los propuestos por normatividades internacionales. Finalmente se presenta el diagrama general para seleccionar el procedimiento de conexión.

3.1 Revisión internacional

A continuación, se presenta una recopilación de información de procedimientos de conexión para autogeneradores, generadores y cogeneradores en otros países, con el fin de realizar comparaciones respecto a Colombia y así identificar alternativas de mejora. Los países estudiados se presentan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Países consultados

País	Asociación
Estados Unidos - Hawaii	OCDE
Estados Unidos - California	OCDE
Estados Unidos - Texas	OCDE
Estados Unidos - New York	OCDE
Reino Unido	OCDE
España	OCDE
México	Alianza Pacífico
Chile	Alianza Pacífico
Nueva Zelanda	OCDE

Como criterio de selección de países se tomaron estos aspectos:

1. Países de habla hispana o habla inglesa.
2. Se analizan los cuatro estados que más fomentan la generación distribuida en Estados Unidos.
3. Solo se utilizan fuentes primarias de información.

Es de aclarar que en los Estados Unidos de América la *Federal Regulatory Commission* (FERC), en la *Order No. 792 Process for interconnection (8-FD-b)*, da unos requerimientos generales para conexión de pequeña generación (aquella con capacidad menor o igual que 20 MW), pero son las *Public Utility*

Commissions (PUC) de cada estado las que estipulan los requerimientos específicos de conexión en sus territorios.

3.1.1 Aspectos comparativos

En la Tabla 3.2 se presentan las fuentes de información asociadas a conexión de autogeneradores, generadores y cogeneradores para cada país mencionado en la Tabla 3.1.

Con el fin de realizar un análisis comparativo, en las Tablas 3.3, 3.4 y 3.5 se presenta la definición de sistemas de distribución, la definición de generación distribuida y los rangos de capacidad de potencia considerados en cada país.

Tabla 3.2. Fuentes de información

País (Estado)	Fuente de información
USA (Hawai)	[3.1] Public Utility Commission (PUC) RULE 14 [3.2] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 1547 [3.3] Underwriters Laboratories (UL) 1741 [3.4] Public Utility Commission (PUC) ORDER 23121
USA (California)	[3.2] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 1547 [3.3] Underwriters Laboratories (UL) 1741 [3.5] Public Utility Commission (PUC) RULE 21
USA (Texas)	[3.2] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 1547 [[3.3] Underwriters Laboratories (UL) 1741 [3.6] Rule §25.211 Interconnection of On-Site Distributed Generation (DG) [3.7] Rule §25.212 Technical Requirements for Interconnection and Parallel Operation of On-Site Distributed Generation [3.8] Rule §25.221 Electric Cost Separation
USA (New York)	[3.2] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 1547 [3.3] Underwriters Laboratories (UL) 1741 [3.9] New York State Public Service Commission [3.10] National Grid Bulletin No.756 Requirements for Parallel Generation Connected to a National Grid owned EPS
Reino Unido	[3.11] Engineering Recommendation (EREC) G98 [3.12] Engineering Recommendation (EREC) G99 [3.13] Distribution code [3.14] Energy act

País (Estado)	Fuente de información
España	[3.15] Ley 54/1997 del Sector eléctrico [3.22] Real decreto 1614/2010
	[3.16] Real decreto 1955/2000 [3.23] Real decreto-ley 14/2010
	[3.17] Real decreto 842/2002 [3.24] Ley 2/2011
	[3.18] Real decreto 661/2007 [3.25] Real-decreto 413/2014
	[3.19] Real decreto 1578/2008 [3.26] Orden IET/1045/2014
	[3.20] Real decreto-ley 6/2009 [3.27] Real Decreto 900/2015
	[3.21] Real decreto 1565/2010 [3.28] Real Decreto 244/2019
	México
[3.30] RES/054/2010	
[3.31] Ley de transición energética	
[3.32] RES/151/2016 Código de Red	
[3.33] Ley de la Industria Eléctrica (LIE)	
[3.34] Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos	
Chile	[3.35] Norma técnica de seguridad y calidad de servicio.
	[3.36] Ley 19.940.
	[3.37] Decreto Supremo 71.
	[3.38] Decreto con fuerza de ley 4/2018.
	[3.39] Norma técnica de conexión y operación de equipamientos de generación en baja tensión.
	[3.40] Decreto Supremo 244 [3.41] Norma técnica de conexión y operación de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) en instalaciones de media tensión.
Nueva Zelanda	[3.42] Electricity Industry ACT 2010
	[3.43] Electricity Industry Participation Code 2010
	[3.44] Electricity (Safety) Regulations 2010
	[3.45] Health and Safety in Employment Act 1992

Tabla 3.3. Definición de sistemas de distribución

País (Estado)	Definición
USA (Hawai)	Cables y equipos propios o provistos por la empresa, a través de los cuales presta el servicio a sus usuarios, con niveles de tensión de 25 kV, 12 kV, 4 kV o 2.4 kV
USA (California)	Cables eléctricos, equipos e instalaciones propiedad de o suministrados por la corporación eléctrica mediante el cual la corporación provee el servicio de distribución a sus clientes
USA (Texas)	Servicio que garantiza el suministro seguro y fiable de energía eléctrica desde el sistema de transmisión a los clientes minoristas, generalmente, pero no exclusivamente, por debajo de los 60 kV. El servicio de distribución no incluye el servicio de generación, el servicio de transmisión o el servicio al cliente
USA (New York)	Conjunto de elementos del sistema eléctrico que opera con niveles de tensión de 4 kV, 13 kV, 25 kV y 34,5 kV
Reino Unido	Sistema que consiste total o principalmente de líneas eléctricas que son propiedad y operadas por el operador y utilizadas para la distribución de electricidad entre los puntos de suministro de la red o módulos de generación u otros puntos a los puntos de entrega de los usuarios
España	Son los niveles de tensión definidos en dos categorías en el artículo 3 de [3.16]. Se considera primera categoría cuando la tensión nominal es superior a 66 kV e inferior a 220 kV, o las tensiones normalizadas son 110 kV, 132 kV y 150 kV. La red de transporte y el sistema de distribución de energía eléctrica se encuentran en ocasiones a alta tensión de primera categoría. Se considera segunda categoría cuando la tensión nominal es superior a 30 kV e igual o inferior a 66 kV, o las tensiones normalizadas son 45 kV y 66 kV. El sistema de distribución de energía eléctrica se encuentra en ocasiones a alta tensión de segunda categoría
México	Actividad que se realiza en una central eléctrica que se encuentra interconectada a un circuito de distribución que contenga una alta concentración de centros de carga, en los términos de las reglas del mercado
Chile	Conjunto de instalaciones de tensión nominal igual o inferior a 23 kV, que se encuentran fuera de la subestación primaria de distribución, destinadas a dar suministro a usuarios finales ubicados en zonas de concesión, o bien a usuarios ubicados fuera de zonas de concesión que se conecten a instalaciones de una concesionaria mediante líneas propias o de terceros
Nueva Zelanda	Líneas y equipo asociado que es de propiedad u operado por el distribuidor. Distribución se define como el paso de electricidad en líneas que son las de la red nacional

Tabla 3.4. Definición de generación distribuida

País (Estado)	Definición
USA (Hawai)	Instalación de generación localizada en el inmueble del usuario y que está interconectada al sistema de distribución
USA (California)	Generación de potencia eléctrica por cualquier medio, incluida el almacenamiento de energía, que está interconectado a una corporación eléctrica en un punto de acoplamiento común
USA (Texas)	Instalación de generación eléctrica situada en el punto de entrega de un cliente (punto de acoplamiento común) de diez MW o menos y conectada a un voltaje menor o igual a 60 kV que puede conectarse en funcionamiento paralelo al sistema de servicios públicos
USA (New York)	Pequeña instalación de producción eléctrica que proporciona electricidad a un hogar o negocio, y el exceso de electricidad se vende a una empresa de servicios públicos. Estas instalaciones de producción pueden generar electricidad a partir de una variedad de fuentes de energía, como el viento, los desechos agrícolas, el agua o la luz solar
Reino Unido	Planta de generación de electricidad que está conectada a una red de distribución
España	Aquella que esté acogida al régimen especial definida en el Artículo 27 de [3.15]. La actividad de producción de energía eléctrica tendrá la consideración de producción en régimen especial en los siguientes casos: cuando se realice desde instalaciones cuya potencia instalada no supere los 50 MW, autoprodutores que utilicen la cogeneración u otras formas de producción de electricidad asociadas a actividades no eléctricas siempre que supongan un alto rendimiento energético, cuando se utilice como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de biocombustible, siempre y cuando su titular no realice actividades de producción en régimen ordinario
México	<p>Se considera GD de acuerdo a dos características: si se realiza por un generador exento en los términos de la ley o si se realiza en una central eléctrica que se encuentra interconectada a un circuito de distribución que contenga una alta concentración de Centros de carga, en los términos de las reglas del mercado. Consideran los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generadores con fuente de energía renovable y generadores con sistema de cogeneración en pequeña escala con capacidad hasta de 30 kW, que se interconecten a la red eléctrica del suministrador en tensiones inferiores a 1 kV • Generadores con fuente de energía renovable y generadores con sistemas de cogeneración en mediana escala con capacidad de hasta 500 kW, que se interconecten a la red eléctrica del suministrador en tensiones mayores a 1 kV y menores a 69 kV • Energías Renovables: aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes.

País (Estado)	Definición
	<p>Se consideran fuentes de energías renovables las que se enumeran a continuación: el viento, la radiación solar (en todas sus formas), el movimiento del agua en cauces naturales o en aquellos artificiales con embalses ya existentes (con sistemas de generación de capacidad menor o igual a 30 MW o una densidad de potencia, definida como la relación entre capacidad de generación y superficie del embalse, superiora 10 W/m²), la energía oceánica (de las mareas, del gradiente térmico marino, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal), el calor de los yacimientos geotérmicos y los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.</p>
<p>Chile</p>	<p>Sistema que permite la autogeneración de energía en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y cogeneración eficiente con capacidad menor o igual que 100 kW. La actual normativa permite la conexión a redes de distribución de medios de generación cuyos excedentes de potencia sean menores o iguales a 9 MW para cualquier tipo de proyecto de energía. Los medios de generación renovables no convencionales son los que presentan cualquiera de las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se entenderá incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios • Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía hidráulica y cuya potencia máxima sea inferior a 20.000 kW • Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía geotérmica, entendiéndose por tal la que se obtiene del calor natural del interior de la tierra • Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar • Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía eólica, correspondiente a la energía cinética del viento • Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de los mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de las mareas, de las olas y de las corrientes, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares • Otros medios de generación determinados fundadamente por la Comisión, que utilicen energías renovables para la generación de electricidad, contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento de energía en los sistemas eléctricos y causen un bajo impacto ambiental, conforme a los procedimientos que establezca el reglamento
<p>Nueva Zelanda</p>	<p>Equipo para generar electricidad que está conectado directa o indirectamente a una red de distribución</p>

Tabla 3.5. Rangos de capacidad de potencia – Experiencia internacional

País (Estado)	Definición
USA (Hawai)	Se encuentran dos rangos: pequeña instalación de generación con capacidad menor o igual que 10 kW y capacidad mayor que 10 kW
USA (California)	Se encuentran dos rangos: pequeños sistemas con capacidad menor igual que 11 kVA y capacidad mayor que 11 kVA sin límites
USA (Texas)	Se encuentra la clasificación de la siguiente forma: <ul style="list-style-type: none"> • Plantas con capacidad menor o igual que 10 kW • Plantas con tensión monofásica con capacidad menor o igual que 50 kW • Plantas con capacidad menor o igual que 150 kW • Plantas con capacidad menor que 500 kW • Plantas con capacidad entre 0,5 MW y 2 MW • Plantas con capacidad entre 2 MW y 10 MW
USA (New York)	Se encuentran tres rangos: 50 kW o menos, 50 kW a 300 kW y 300 kW a 5 MW
Reino Unido	Se encuentra la clasificación de la siguiente forma: <ul style="list-style-type: none"> • Plantas con capacidades entre 0,8 kW y 1 MW conectadas a una red menor que 110 kV • Plantas con capacidades entre 1 MW y 10 MW conectadas a una red menor que 110 kV • Plantas con capacidades entre 10 MW y 50 MW conectadas a una red menor que 110 kV
España	<p>Podrán acogerse al régimen especial establecido las instalaciones de producción de energía eléctrica contempladas en el artículo 27.1 de la Ley 54/1997. Dichas instalaciones se clasifican en las siguientes categorías, grupos y subgrupos, en función de las energías primarias utilizadas, de las tecnologías de producción empleadas y de los rendimientos energéticos obtenidos como se evidencia en el Real Decreto 661/2007. El artículo Plan de Energías Renovables 2011-2020 sugiere para tipo de tecnología solar y eólica a pequeña escala las siguientes capacidades:</p> <p><u>Plantas solares</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo 1: 1.1) menor que 20 kW y 1.2) entre 20 kW y 2 MW. Estos dos subtipos aplican para cubiertas o fachadas con usos residencial, servicios, comercial, industrial y agropecuario (parcela con referencia catastral urbana) • Tipo 2: menor o igual que 10 MW. Aplica para el resto, no incluidas en Tipo 1 <p><u>Plantas eólicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor que 10 kW. Su aplicación es para uso doméstico, comercial y agrícola. El tratamiento normativo es un procedimiento abreviado con menores requisitos y una mayor agilidad en la tramitación administrativa

País (Estado)	Definición
	<ul style="list-style-type: none"> Mayor a 10 kW y menor a 100 kW. Su aplicación es para uso industrial, residencial colectivo y terciario. El tratamiento normativo es un procedimiento abreviado, excluidas del régimen de autorización administrativa previa
México	Para baja tensión ($\leq 1\text{kV}$) se consideran sistemas trifásicos con potencia $\leq 50\text{ kW}$ y sistemas monofásicos con potencia $\leq 30\text{ kW}$. Para media tensión ($1\text{kV} < V \leq 35\text{kV}$) se consideran dos tipos: tipo MT1 para potencia menor o igual a 250 kW y tipo MT2 para potencia mayor a 250 kW y menor a 500 kW
Chile	Se encuentran tres rangos: plantas con capacidad menor o igual que 100 kW, plantas con capacidad menor o igual que 1,5 MW y plantas con capacidad menor o igual que 9 MW
Nueva Zelanda	Se encuentran dos rangos: plantas de generación de pequeña escala con capacidad menor o igual que 10 kW y plantas con capacidad mayor que 10 kW

3.1.2 Síntesis de las principales observaciones relacionadas con la revisión de las experiencias internacionales

En todos los países consultados se encontró lo siguiente:

- Existe un procedimiento para autorizar la conexión de plantas que no inyectarán energía a la red; la exigencia está sobre los dispositivos para controlar la no inyección.
- Hay procedimientos expeditos para la conexión de generación con capacidad menor o igual que 10 kW que es basada en inversores; solo se pide el cumplimiento de la respectiva norma técnica y la instalación por parte de personal certificado.
- Existen procedimientos simplificados para plantas con capacidad menor o igual que 100 kW.
- No se hace distinción sobre el recurso primario para generar, con excepción de Chile, donde para capacidad menor que 10 kW se estipula que la fuente de generación sea no convencional renovable.
- No se estipula la capacidad máxima de plantas que pueden conectarse al sistema de distribución.
- No se encuentra que se considere límites de capacidad de plantas que puedan ser conectadas por niveles de tensión, excepto en el nivel de baja tensión donde si se habla de la máxima capacidad que puede conectarse por fase.
- Se presentan procedimientos basados en internet para dar información y facilitar los procedimientos.
- Para el caso de exportación, se solicita un contrato de conexión y garantías.

- Se estipulan los procedimientos para que el OR atienda las solicitudes de conexión de generación y para que el interesado revise los procedimientos.
- Respecto al *Hosting Capacity*, se encuentra que en estados unidos se aplica un 15%, en Chile se aplica el 20%, en España el 25% y México el 80% respectivamente. En Reino Unido y Nueva Zelanda se aplica el concepto de congestión: esta situación existe cuando al inyectar generación se excede la capacidad de algún equipo del SDL o se producen sobre voltajes.
- Se encuentra que los procedimientos para autorizar conexiones de generadores están separados por capacidad, tamaño de planta, o si inyectan o no energía a la red.
- Los estudios de conexión solo se solicitan para plantas mayores a 100 kW.

3.2 Límites de generación

A continuación, se presenta la justificación de los límites de generación considerados por la UTP para la formulación de los procedimientos de conexión.

a. Límite de 10 kW

Este límite fue propuesto considerando los siguientes aspectos:

- El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) [3.46], en el numeral 28.3.10, define a los sistemas solares fotovoltaicos como Instalaciones Especiales.
- El RETIE en el numeral 34.4 establece las instalaciones que requieren dictamen de inspección, tanto para instalaciones nuevas (numeral 34.4.1) como para ampliaciones y remodelaciones (numeral 34.4.2).
- El RETIE en el inciso a del numeral 34.4.1 (instalaciones nuevas) define que requieren dictamen de inspección “(...) *Todas las instalaciones especiales, tales como: (...)*”. Sin embargo, en este listado no aparecen los sistemas solares fotovoltaicos, a pesar de que son considerados como instalaciones especiales en el numeral 28.3.10.
- El RETIE en el inciso c del numeral 34.4.1 (instalaciones nuevas) define que requieren dictamen de inspección las “*Instalaciones residenciales de capacidad instalable individual igual o superior a 10 kVA*”.
- El RETIE en el inciso c del numeral 34.4.1 (instalaciones nuevas) define que requieren dictamen de inspección las “*Instalaciones comerciales de capacidad instalable igual o superior a 10 kVA*”.
- El RETIE en el inciso a del numeral 34.4.2 (ampliaciones y remodelaciones) define que se requiere certificación plena “*En instalaciones residenciales: cuando la ampliación supere 10 kVA, de potencia instalable o se remodele más del 50% de los dispositivos o conductores en una*

instalación que la parte remodelada superior 10 kVA de capacidad instalable, o se les adicione equipos o instalaciones especiales.

- Del referenciamiento internacional se observa que existe una tendencia a considerar las instalaciones menores a 10 kW con procedimientos expeditos.

De los puntos expuestos anteriormente se observa que para instalaciones menores a 10 kVA (o 10 kW asumiendo un $fp=1$), no se requiere un dictamen de inspección del RETIE.

b. Límite de 100 kW

La Comisión en el Documento CREG-026 del 2018 [3.47] presentó un análisis de comentarios a la Resolución CREG 121 de 2017. En este documento, la Comisión establece que:

“(...) el límite propuesto para la GD es aproximadamente igual al promedio de la capacidad nominal de los transformadores en el nivel de tensión 1, de esta forma, se incentiva que los GD estén cerca de los centros de consumo y está acorde con el límite definido para convertirse en usuario no regulado.

De acuerdo con lo anterior, considerando además que en la propuesta los GD tienen beneficios en la remuneración; la capacidad de 0,1 MW es considerada apropiada para la definición de la GD.”

En este párrafo se pueden observar tres justificaciones definidos por la Comisión para el límite de 100 kW:

- En la propuesta los GD tienen beneficios en la remuneración.
- Se incentiva que los GD estén cerca de los centros de consumo y está acorde con el límite definido para convertirse en usuario no regulado.
- El límite propuesto para la GD es aproximadamente igual al promedio de la capacidad nominal de los transformadores en el nivel de tensión 1.

Las dos primeras justificaciones aún continúan vigentes, por lo que se prosigue con la verificación de la tercera justificación. Para esto se realiza una búsqueda de las capacidades máximas permitidas para transformadores de distribución, en las normas de los OR en Colombia. Los valores encontrados se presentan en la Tabla 3.6:

Tabla 3.6. Rangos de capacidad de potencia de los transformadores de distribución

Capacidad nominal [kVA]	Número de transformadores		Total
	Monofásicos	Trifásicos	
25	1	0	1
37,5	1	0	1
45	1	0	1
50	1	0	1
75	6	0	6
100	4	0	4
112,5	0	3	3
150	1	4	5
225	0	2	2
500	0	2	2
800	0	1	1

Al realizar un análisis de los resultados de la tabla anterior, se encuentra que el cuartil 1, la mediana y el cuartil 3 son 75 kVA, 100 kVA y 150 kVA, respectivamente.

De lo anterior, se puede comprobar que la tercera justificación también continua vigente (límite de 100 kVA). Adicionalmente, del referenciamiento internacional se observa que existen procedimientos simplificados para plantas con capacidad menor o igual a 100 kW y los estudios de conexión solo se solicitan para plantas mayores a 100 kW. Basados en estos aspectos, la UTP decide conservar este límite.

c. Límite de 1000 kW

Este límite no fue modificado, dado que la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) en la Resolución UPME 281 de 2015 lo define como el valor máximo para que un AG sea considerado como de pequeña escala [3.48].

3.3 Sistemas de protecciones

3.3.1 Comparación con experiencias internacionales

A continuación, se presenta una comparación de los aspectos más relevantes de la normatividad colombiana y algunas experiencias internacionales consultadas con relación a los sistemas de protecciones empleados en generación [3.49]-[3.65].

En la Tabla 3.7 se indican los relés de protección típicos para la interconexión de cualquier tipo de GD a las redes de suministro de energía eléctrica según IEEE 1547.2-2008, adoptados en los Estados Unidos por medio de Normas ANSI. Comparando diferentes esquemas de protección se puede apreciar que, dependiendo del tamaño de la unidad distribuida y el número de fases, se utilizan diversos dispositivos de protección; sin embargo, en esta tabla se muestran todas las protecciones que podrían ser utilizadas según este estándar.

Para el caso colombiano, el Acuerdo CNO 1322-2020 "Requisitos de Protecciones para la Conexión de Sistemas de Generación en el SIN", tiene un esquema de protecciones que depende de la tecnología y el nivel de potencia utilizado. Las siguientes protecciones son las que aparecen en las tablas del Acuerdo mencionado:

- Protección anti-isla.
- Verificación de sincronismo (ANSI 25).
- Sobrepotencia adelante (ANSI 32).
- Sobrecorriente de fases y tierra (ANSI 51/51N).
- Sobretensión (ANSI 59), bajatensión (ANSI 27).
- Sobretensión de secuencia cero (ANSI 59N).
- Sobrefrecuencia (ANSI 81O).
- Bajafrecuencia (ANSI 81U).

Tabla 3.7. Relés de protección típicos para GD según IEEE 1547.2-2008

Función	Número	Símbolo	Descripción
Verificación de sincronismo (Sync-Check)	25		Es un dispositivo de sincronización que verifica la magnitud, ángulo y frecuencia de las tensiones de dos circuitos que funcionan en paralelo. Cuando los parámetros están dentro de los límites preestablecidos provoca el cierre permitiendo la operación de ambos circuitos; solo se requiere cuando el generador es una máquina síncrona
Baja tensión (Undervoltage)	27		Es un dispositivo que opera cuando la tensión de entrada es menor que un valor preestablecido
Baja tensión por neutro (Neutral Undervoltage)	27G		Es un dispositivo que opera cuando la tensión de entrada de neutro en un sistema trifásico es menor que un valor preestablecido
Potencia direccional (Directional Power)	32		Es un dispositivo que cuyo parámetro de ajuste es un valor de potencia en una determinada dirección. Opera cuando el valor medido está fuera de los límites dados

Función	Número	Símbolo	Descripción
Baja corriente o baja potencia (Undercurrent Or Under Power)	37	$I <$	Es un dispositivo que opera cuando el flujo de corriente o potencia está por debajo de un valor preestablecido
Corriente de fase secuencia negativa (Negative Phase Sequence Current)	46	I_i	Conocido también como relé de fase inversa o balance de fase. Es un dispositivo que opera cuando las corrientes en un sistema polifásico se encuentran desbalanceadas o cuando la corriente de secuencia negativa supera un valor preestablecido
Tensión de fase secuencia negativa (Negative Phase Sequence Voltage)	47	$U_s >$	Conocido también como relé de secuencia o de balance. Es un dispositivo que opera cuando las tensiones en un sistema polifásico se encuentran desbalanceadas o cuando la tensión de secuencia negativa supera un valor preestablecido
Sobre corriente de fase instantánea (Instantaneous Phase Overcurrent)	50	$I >$	Es la función de protección más común. "Es un dispositivo que opera cuando la corriente excede un determinado valor. Este tipo de protección se modela con interruptores magnéticos en los que el mecanismo de disparo es accionado por la fuerza del campo magnético de los conductores
Sobre corriente de neutro instantánea (Instantaneous Neutral Overcurrent)	50N	$I_o >$	Es un dispositivo que opera cuando la corriente que fluye por el conductor de neutro excede un determinado valor"; el tiempo de actuación de la protección es inversamente proporcional a la corriente censada
Sobre corriente de fase (Phase Overcurrent)	51	$I >$	Es un dispositivo que opera cuando la combinación de la magnitud de corriente y su duración superan un valor preestablecido, este tipo de protección se modela con interruptores térmicos en los que el mecanismo de disparo es accionado por una tira bimetálica calentada por la corriente". Se expresa como una curva de tiempo inverso, donde a mayor magnitud de corriente, menor el tiempo de activación y viceversa
Sobre corriente por neutro (Neutral59 Overcurrent)	51N	$I_o >$	Es un dispositivo que opera cuando la combinación de la magnitud de corriente por el neutro y su duración superan un valor preestablecido". Se expresa como una curva de tiempo

Función	Número	Símbolo	Descripción
67			inverso, donde a mayor magnitud de corriente, menor el tiempo de activación y viceversa
Sobre corriente con control por baja tensión (Voltage Restrained Overcurrent)	51V		Es un dispositivo que opera cuando la combinación de la magnitud de corriente y su duración superan un valor preestablecido, se expresa como una curva de tiempo inverso, donde el ajuste del umbral depende de la tensión en bornes de la máquina
Sobretensión (Overvoltage)	59		Es un dispositivo que opera cuando la tensión censada supera un valor preestablecido
Sobre tensión por neutro (Neutral Overvoltage)	59G		Es un dispositivo que opera cuando la tensión censada en el conductor de tierra supera un valor preestablecido
Sobre corriente direccional (Directional Overcurrent)	67		Es un dispositivo que opera cuando la corriente que fluye en una dirección dada supera un valor preestablecido
Sobrefrecuencia (Over Frequency)	81º		Es un dispositivo que opera cuando la frecuencia o la tasa de cambio de esta supera un valor preestablecido
Baja frecuencia (Under Frequency)	81U		Es un dispositivo que opera cuando la frecuencia o la tasa de cambio de esta es inferior a un valor preestablecido
Transformador diferencial (Differential Transformer)	87T		Es un dispositivo ubicado en el transformador de potencial que considera la diferencia en porcentaje de magnitud o ángulo de fase de la corriente y opera cuando se supera un límite preestablecido

3.3.2 Comparación de protecciones entre Colombia y Países de la Alianza del Pacífico

Dentro de los países que componen la Alianza del Pacífico se eligieron a México y Chile para hacer la comparación con Colombia de los esquemas de protecciones empleados (ver Tablas 3.8 y 3.9). Para el caso de Chile, la Comisión Nacional de Energía emitió la Resolución 338 de 2019, en la que se señalan las protecciones a cumplir por parte de EG¹ o PMGD². Para México, la Comisión Reguladora de Energía en la Resolución 142 de 2019, exige las protecciones que deben cumplir las CEGD³.

Tabla 3.8. Comparación sistemas de protección entre Colombia y Chile - Niveles 1, 2 y 3

Protección	ANSI	Acuerdo CNO 1322/2020 (Colombia)					Resolución CNE 338/2019 (Chile)	
		Generador		Inversores			EG	PMGD
		Síncrono	Inducción	≤ 250 kW	(250–1000) kW	> 1 MW		
Anti-isla						X	X	X
Verificación de sincronismo	25	X						
Bajatensión	27		X		X	X	X	X
Sobrepotencia adelante	32	X	X	X	X	X		
Sobrecorriente de fases y tierra	51/ 51N	X	X			X		X
Sobretensión	59				X	X	X	X
Sobretensión de secuencia cero	59N	X	X		X	X		X
Frecuencia	81U/O					X	X	X

¹ **Equipamientos de Generación:** unidad o conjunto de unidades de generación cuya capacidad instalada total no supera los 100kW, conectados en baja tensión ($V_n < 1$ kV).

² **Pequeños Medios de Generación Distribuidos:** medios de generación cuyos excedentes de potencia sean menores o iguales a 9 MW, conectados en media tensión ($V_n [1$ kV– 23 kV]).

³ **Central Eléctrica de Generación Distribuida:** central eléctrica en términos de la Ley de la Industria Eléctrica que cumple con las características establecidas para la Generación Distribuida; con capacidad menor a 0.5 MW.

Tabla 3.9. Comparación sistemas de protección entre Colombia y México - Niveles 1, 2 y 3

Protección	ANSI	Acuerdo CNO 1322/2020 (Colombia)					Resolución CRE 142/2017 (México)
		Generador		Inversores			CEGD
		Síncrono	Inducción	≤ 250 kW	(250–1000] kW	> 1 MW	
Anti-isla						X	
Verificación de sincronismo	25	X					X
Bajatensión	27		X		X	X	X
Bajatensión en neutro	27N						X
Sobrepotencia adelante	32	X	X	X	X	X	
Sobrecorriente de fases y tierra	51/ 51N	X	X			X	X
Sobretensión	59				X	X	X
Sobretensión de secuencia cero	59N	X	X		X	X	X
Balance de tensión	60						X
Frecuencia	81U/O					X	X

3.3.3 Comparación de protecciones entre Colombia y Países de la OCDE

La comparación entre los sistemas de protecciones entre Colombia y los países de la OCDE, se estableció por medio de España y el Reino Unido (ver Tablas 3.10 y 3.11).

En España, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio por medio del Real Decreto 1699 del 18 de noviembre de 2011, reguló la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (no superior a 100 kW), conectadas a líneas de tensión no superior a 1 kV. Este Decreto contiene los requisitos de protecciones que debe cumplir el “autoconsumo de energía eléctrica”, establecido en el Real Decreto 244, del 5 de abril de 2019, por parte del Ministerio para la Transición Ecológica.

El Reino Unido, por medio de los estándares EREC⁴ G89 y G99, detalla los requisitos técnicos y operativos para la conexión de cualquier tecnología de generación, que incluyan o no almacenamiento y que se conecten a la red de distribución.

Tabla 3.10. Comparación de sistemas de protección entre Colombia y España - Niveles 1, 2 y 3

Protección	ANSI	Acuerdo CNO 1322/2020 (Colombia)					Real Decreto 1699/2011 (España)
		Generador		Inversores			Cualquier tecnología (PC)
		Síncrono	Inducción	≤ 250 kW	(250– 1000] kW	> 1 MW	
Anti-isla						X	X
Verificación de sincronismo	25	X					X
Baja tensión	27		X		X	X	X
Baja tensión en neutro	27N						X
Sobre potencia adelante	32	X	X	X	X	X	
Sobre corriente de fases y tierra	51/ 51N	X	X			X	
Sobre tensión	59				X	X	X
Sobre tensión de secuencia cero	59N	X	X		X	X	
Balance de tensión	60						
Frecuencia	81U/O					X	X

⁴ EREC: Engineering Recommendations.

Tabla 3.11. Comparación de sistemas de protección entre Colombia y Reino Unido - Niveles 1, 2 y 3

Protección	ANSI	Acuerdo CNO 1322/2020 (Colombia)					EREC G98 *	EREC G99 *		
		Generador		Inversores				> 0,8MW y ≤ 1MW	> 1 MW y ≤ 10 MW	> 10 MW y ≤ 50 MW
		Síncrono	Inducción	≤ 250 kW	(250–1000] kW	> 1 MW				
Anti-isla						X	X	X	X	X
Verificación de sincronismo	25	X					X	X	X	X
Baja tensión	27		X		X	X	X	X	X	X
Baja tensión en neutro	27N									
Sobre potencia adelante	32	X	X	X	X	X				
Sobre corriente de fases y tierra	51/ 51N	X	X			X		X	X	X
Sobre tensión	59				X	X	X	X	X	X
Sobre tensión de secuencia cero	59N	X	X		X	X				

* Cualquier tecnología

3.3.4 Comparación de protecciones entre Colombia y el CIGRE

En la Tabla 3.12 se presenta una comparación de las protecciones entre la normatividad colombiana y el CIGRE. Esta comparación permite apreciar un consenso entre los esquemas de protecciones de diversos países y Colombia.

Tabla 3.12. Comparación de sistemas de protección entre Colombia y el CIGRE - Niveles 1, 2 y 3

Protección	Acuerdo CNO 1322/2020 (Colombia)					CIGRE					
	ANSI	Generador		Inversores			Canadá (PC)	China (PC)	Dinamarca (PC)	Italia (PC)	Portugal (PC)
		Síncrono	Inducción	≤ 250 kW	(250–1000] kW	> 1 MW					
Anti-isla					X	X	X	X	X	X	
Verificación de sincronismo	25	X									
Baja tensión	27		X		X	X	X	X	X	X	
Baja tensión en neutro	27N										
Sobre potencia adelante	32	X	X	X	X						
Sobre tensión	51/ 51N	X	X				X		X		
Sobre tensión de secuencia cero	59				X	X	X	X	X	X	
Balance de tensión	59N	X	X		X	X		X	X	X	

3.3.5 Síntesis de las principales observaciones relacionadas con la comparación de los sistemas de protecciones

A continuación, se presenta una síntesis de las principales observaciones relacionadas con la revisión de las experiencias internacionales respecto a los sistemas de protecciones utilizados para los recursos energéticos distribuidos:

- En Colombia, el CNO exige como requisito de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) la función de protección de sobrepotencia hacia adelante (ANSI 32). Esta función se utiliza para limitar la cantidad de potencia entregada a la red o directamente impedir su exportación. Esta función es necesaria ya que protege al generador y la red, de flujos de potencia excesivos que podrían ocasionar daños. Además, en todos los procedimientos de conexión, se exige a los generadores contar con un elemento que limite la inyección de potencia. El resto de las funciones solicitadas por el CNO y los diferentes países coinciden, aunque difieren en su parametrización; esto se debe a las características propias de las redes de cada país.
- Se tiene que los requisitos de protección mostrados en la documentación CNO están mejor discriminados que lo mostrado en los países consultados. Es decir, para la mayoría de los países se indican las protecciones sin distinguir entre capacidades o tecnología de generación. Solamente el Reino Unido impone los requisitos de protecciones de acuerdo con la capacidad de la unidad generadora, y no diferencia entre las tecnologías de generación. Además, el CNO presenta las protecciones mínimas que deberían tener las unidades de generación.
- Esta forma de mostrar el esquema de protecciones, tanto en el punto de conexión como las protecciones de las unidades generadoras, y discriminarlas para el caso de generación basada en inversores, facilita al propietario de la instalación adquirir los equipos de protecciones necesarios para su instalación. Sin embargo, *“es responsabilidad del promotor del proyecto de generación garantizar que todos los equipos de su instalación se encuentren correctamente protegidos, para satisfacer los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad en la operación del SIN. Acorde a lo anterior, todo proyecto de generación debe disponer de un esquema de protección para detectar fallas internas al sistema de generación y externas en la red de alimentación”* [3.65].

3.4 Diagrama general para seleccionar el procedimiento

Con base en los resultados de la revisión internacional se proponen 5 procedimientos para conexión de generación a los SLD del SIN los cuales aplican para toda planta de generación indistinto de que

el propietario de la misma se declare autogenerador, cogenerador, generador o generador distribuido.

En la Figura 3.1 se presenta un diagrama general para seleccionar el procedimiento que aplica para la conexión de un SDL al SIN.

Para la selección del procedimiento aplican tres criterios: la exportación de energía, la potencia nominal de generación y la tecnología de los equipos de generación que conforman la planta; estos criterios se seleccionaron por las siguientes razones:

1. Exportación de energía: se deben separar en primera instancia las plantas de generación que se conectan al SDL entre las que no inyectan energía a la red y las que si lo hacen; esto porque las primeras no tienen impacto sobre la capacidad del SDL para transportar energía.
2. Potencia nominal de generación: porque a mayor tamaño de planta, mayor es su impacto o influencia sobre el SDL en aspectos como el aporte a corrientes de cortocircuito, los transitorios eléctricos, sobrevoltajes, control de frecuencia, etc.
3. La tecnología de los equipos de generación: porque las plantas solares y todas las otras que se conectan a través de inversores presentan un control operativo más sencillo que las plantas basadas en máquinas rotativas. Por otro lado, las plantas basadas en máquinas rotativas tienen la capacidad de controlar la tensión y frecuencia en un rango mucho más amplio que las basadas en inversores y tienen un efecto mucho mayor sobre las corrientes de cortocircuito y la estabilidad electromecánica. Esto igualmente hace que los requisitos de protecciones eléctricas sean distintos.

Para facilitar la integración de nuevas plantas de generación de poca capacidad a los SDL, que es el tipo de proyecto que pueden acometer personas del común y pequeñas y medianas empresas, se definen procedimientos simplificados para las plantas con capacidad menor a 10 kW basadas en inversores y para las de capacidad menor o igual a 100 kW de todas las tecnologías.

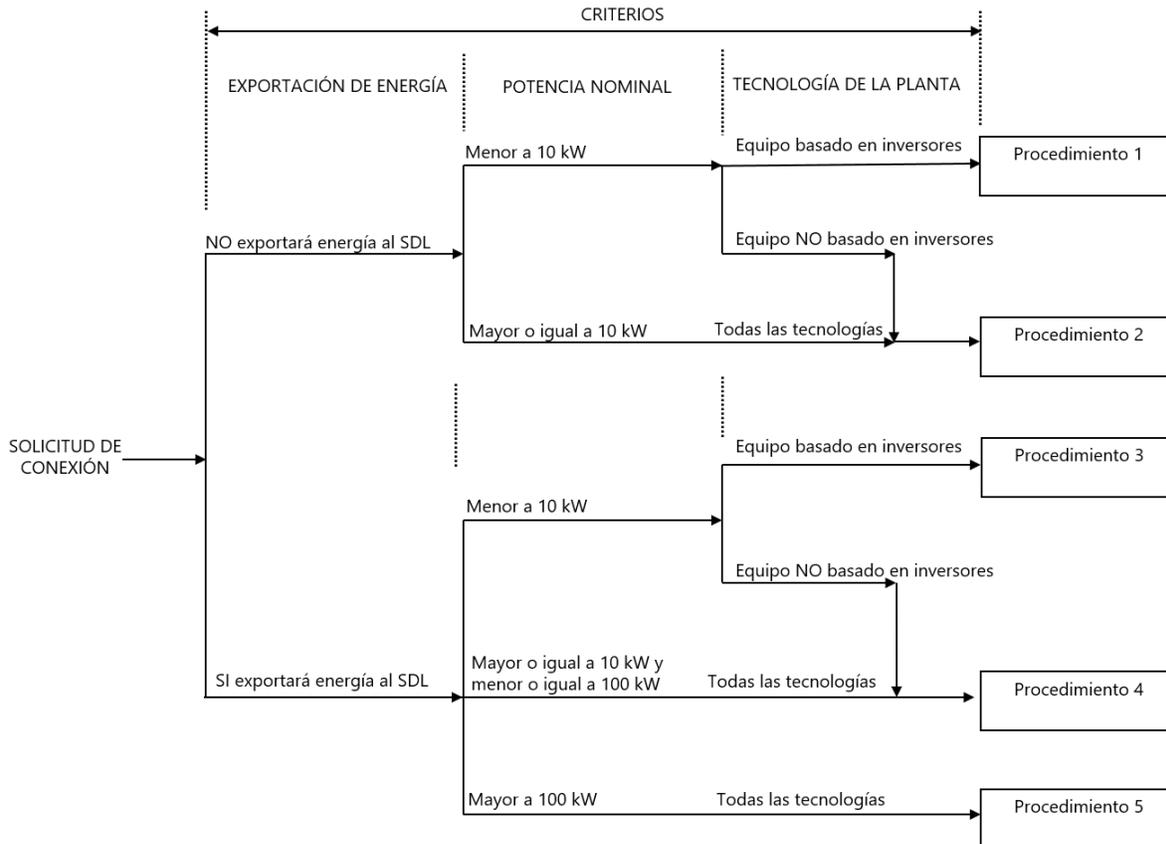


Figura 3.1. Diagrama para seleccionar el procedimiento de conexión de generación a SDL

3.5 Referencias del Capítulo 3

- [3.1] Hawaiian Electric Company INC, "Service Connection and facilities on Customer's Premises", Rule 14, USA, October 28, 1966.
- [3.2] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), "IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces", 1547, USA, February 15, 2018.
- [3.3] Underwriters Laboratories (UL), "Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use With Distributed Energy Resources", 1741, USA, January 15, 2010.
- [3.4] Public Utility Commission (PUC) Docket No. 2012-0092. Order No. 50360, USA, 2012.
- [3.5] California Public Utility Commission (CPUC), "Tariff that describes the interconnection, operating and metering requirements for generation facilities to be connected to a utility's distribution system", RULE 21, Rulemaking 99-10-025, USA, October 21, 1991.

- [3.6] Public Utility Commission of Texas, "Electric Substantive Rules: Rule §25.211 Interconnection of On-Site Distributed Generation (DG)", USA, January 5, 2017.
- [3.7] Public Utility Commission of Texas, "Electric Substantive Rules: Rule §25.212 Technical Requirements for Interconnection and Parallel Operation of On-Site Distributed Generation", USA, December 21, 1999.
- [3.8] Public Utility Commission of Texas, "Electric Substantive Rules: Rule §25.221 Electric Cost Separation", USA, September 16, 1998.
- [3.9] New York State Public Service Commission, "Standardized Interconnection Requirements and Application Process For New Distributed Generators and Energy Storage Systems 5 MW or Less Connected in Parallel with Utility Distribution Systems", USA, December 2019.
- [3.10] National Grid, "Requirements for Parallel Generation Connected to a National Grid owned EPS", Bulletin No.756 R, USA, May 2007.
- [3.11] Energy Networks Association, "Engineering Recommendation (EREC) G98", Issue 1 Amendment 4, UK, June 2019.
- [3.12] Energy Networks Association, "Engineering Recommendation (EREC) G99", Issue 1 Amendment 6, UK, March 09, 2019.
- [3.13] Great Britain, "Distribution code", Issue 45, UK, June 12, 2020.
- [3.14] United Kingdom, "Energy act 2016", UK, 2016.
- [3.15] Boletín Oficial del Estado, "Ley 54/1997 del Sector eléctrico", BOE-A-1997-25340, España, Noviembre 27, 1997.
- [3.16] Boletín Oficial del Estado, "Real-decreto 1955/2000", BOE-A-2000-24019, España, Diciembre 1, 2000.
- [3.17] Boletín Oficial del Estado, "Real decreto 842/2002", REAL DECRETO 842/2002, España, Agosto 2, 2002.
- [3.18] Boletín Oficial del Estado, "Real decreto 661/2007", BOE-A-2007-10556, España, Mayo 25, 2007.
- [3.19] Boletín Oficial del Estado, "Real decreto 1578/2008", España, Septiembre 26, 2008.
- [3.20] Boletín Oficial del Estado, "Real decreto-ley 6/2009", Sec. I. Pág. 39404, España, Mayo 7, 2009.
- [3.21] Boletín Oficial del Estado, "Real decreto 1565/2010", Sec. I. Pág. 97428, España, España, Noviembre 23, 2010.
- [3.22] Boletín Oficial del Estado, "Real decreto 1614/2010", Sec. I. Pág. 101853, España, Diciembre 8, 2010.
- [3.23] Boletín Oficial del Estado, "Real decreto-ley 14/2010", Sec. I. Pág. 106386, España, Diciembre 24, 2010.
- [3.24] Boletín Oficial del Estado, "Ley 2/2011", BOE-A-2011-4117, BOE-A-2011-4117, España, Marzo 4, 2011.

- [3.25] Boletín Oficial del Estado, "Real-decreto 413/2014", Sec. I. Pág. 43876, España, Junio 4, 2014.
- [3.26] Boletín Oficial del Estado, "Orden IET/1045/2014", BOE-A-2014-6495, España, Junio 20, 2014.
- [3.27] Boletín Oficial del Estado, "Real Decreto 900/2015", Sec. I. Pág. 94874, España, Octubre 10, 2015.
- [3.28] Boletín Oficial del Estado, "Real Decreto 244/2019", Sec. I. Pág. 35674, España, Abril 6, 2019.
- [3.29] Secretaria de Gobernación, "Manual de interconexión de centrales de generación con capacidad menor a 0.5MW", México, Diciembre 15, 2016.
- [3.30] Comisión Reguladora de Energía, "RES/054/2010", México, 2010.
- [3.31] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, "Ley de transición energética", Nueva Ley DOF 24-12-2015, México, Diciembre 24, 2015.
- [3.32] Secretaria de Gobernación, "RES/151/2016 Código de Red", México, Abril 8, 2016.
- [3.33] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, "Ley de la Industria Eléctrica (LIE)", Nueva Ley DOF 11-08-2014, México, Agosto 11, 2014.
- [3.34] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, "Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos", Nueva Ley DOF 01-02-2008, México, Febrero 1, 2008.
- [3.35] Comisión Nacional de Energía, "Norma técnica de seguridad y calidad de servicio", Chile, Septiembre, 2020.
- [3.36] Congreso Nacional de Chile, "Ley 19940: Regula sistemas de transporte de energía eléctrica, establece un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos e introduce las adecuaciones que indica a la ley general de servicios eléctricos", Chile, Marzo 13, 2004.
- [3.37] Congreso Nacional de Chile, "Decreto 71: Aprueba reglamento de la ley nº 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales", Chile, Septiembre 06, 2014.
- [3.38] Congreso Nacional de Chile, "DFL 4/20018: fija texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto con fuerza de ley nº 1, de minería, de 1982, ley general de servicios eléctricos, en materia de energía eléctrica", Chile, Febrero 05, 2007.
- [3.39] Comisión Nacional de Energía, "Norma técnica de conexión y operación de equipamientos de generación en baja tensión". Chile.
- [3.40] Congreso Nacional de Chile, "Decreto 244: Aprueba reglamento para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación establecidos en la ley general de servicios eléctricos", Chile, Enero 17, 2006.
- [3.41] Comisión Nacional de Energía, "Norma técnica de conexión y operación de PMGD en instalaciones de media tensión", Chile, Julio, 2019.

- [3.42] New Zealand Legislation, "Electricity Industry ACT 2010", New Zealand, October 05, 2010.
- [3.43] Electricity Authority, "Electricity Industry Participation Code 2010", New Zealand, 2010.
- [3.44] New Zealand Legislation, "Electricity (Safety) Regulations 2010", New Zealand, March 01, 2010.
- [3.45] New Zealand Legislation, "Health and Safety in Employment Act 1992", New Zealand, October 27, 1992.
- [3.46] Ministerio de Minas y Energía, "Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)", Colombia, 2013.
- [3.47] Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), "Documento CREG 026 (Análisis de comentarios a la Resolución CREG 121 de 2017 – AGPE y GD)", Colombia, 2018.
- [3.48] Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), "Resolución UPME 281 de 2015", Colombia, 2015.
- [3.49] IEEE, "Application Guide for IEEE Std 1547(TM), IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems," IEEE Std. 1547.2, 2008.
- [3.50] CIGRE, "The Impact of Renewable Energy Sources and Distributed Generation on Substation Protection and Automation," CIGRE B5.421, 2010.
- [3.51] CIGRE, "Protection of Distribution Systems with Distributed Energy Resources," CIGRE B5/C6.613, 2015.
- [3.52] IEEE, "Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces," IEEE Std. 1547, 2018.
- [3.53] IEEE, "Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Energy Resources with Electric Power Systems and Associated Interfaces," IEEE Std. 1547.1, 2020.
- [3.54] IEEE, "Guide for Monitoring, Information Exchange, and Control of Distributed Resources Interconnected with Electric Power Systems," IEEE Std. 1547.3, 2007.
- [3.55] IEEE, "Guide for Design, Operation, and Integration of Distributed Resource Island Systems with Electric Power Systems," IEEE Std. 1547.4, 2011.
- [3.56] IEEE, "Recommended Practice for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems Distribution Secondary Networks," IEEE Std. 1547.6, 2011.
- [3.57] IEEE, "Guide for Conducting Distribution Impact Studies for Distributed Resource Interconnection," IEEE Std. 1547.7, 2013.
- [3.58] NREL, "An overview of distributed energy resources (DER) interconnection: current practices and emerging solutions," NREL/TP-6A20-72102, 2019.
- [3.59] CIER, "Guía para el uso de la norma IEEE 1547," 2016.
- [3.60] C. Oreamuno Leandro, "Aplicación del estándar IEEE Std 1547," Proyecto Eléctrico, Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Eléctrica, 2013.

- [3.61] IEEE, "Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic (PV) Systems," IEEE Std. 929, 2000.
- [3.62] CIGRE, "Technical and Commercial Standardisation of DER-microGrid Components," CIGRE C6.423, 2010.
- [3.63] CIGRE, "Grid Integration of Wind Generation," CIGRE C6.450, 2011.
- [3.64] CIGRE, "Benchmark Systems for Network Integration of Renewable and Distributed Energy Resources," CIGRE C6.575, 2014.
- [3.65] Acuerdo CNO 1322, "Requisitos de Protecciones para la conexión de Sistemas de Generación en el SIN".

4 PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS POR UTP

En este capítulo se presentan los procedimientos propuestos por UTP para conexión de generadores, cogeneradores, autogeneradores y generadores distribuidos a los sistemas de distribución local del sistema interconectado nacional; por lo tanto, únicamente considera la conexión de generación a los niveles de tensión 1, 2 y 3.

Para autogeneradores a gran escala, cogeneradores o generadores que exportan energía a la red, solo se consideran aquellos que inyectan hasta un máximo de 5 MW, sin importar su capacidad nominal de planta.

La información presentada en este documento NO aplica para sistemas de suministro de energía de emergencia; tampoco aplica a plantas de generación que operan en forma aislada sin conectarse al Sistema Interconectado Nacional o a los Sistemas de Distribución Local de las Zonas No Interconectadas.

Para un mejor entendimiento de los requerimientos expuestos en este capítulo, en la Tabla 4.1 se presenta un resumen de los aspectos descriptivos de cada procedimiento propuesto.

Tabla 4.1. Procedimientos propuestos por UTP para conexión de plantas de generación a SDL

Procedimiento	Exporta energía a la red		Tecnología		Potencia nominal	Excepción
	Si	No	Basada en inversores	Cualquier tecnología		
1		X	X		< 10 kW	
2		X		X	Sin límite	< 10 kW basadas en inversores
3	X		X		< 10 kW	
4	X			X	≤ 100 kW	< 10 kW basadas en inversores
5	X			X	> 100 kW	

4.1 Procedimiento 1

4.1.1 Alcance

Este procedimiento aplica a plantas de generación que NO exportan energía a la red, con potencia nominal de generación menor a 10 kW, basadas en inversores.

Los equipos de generación pueden ser de cualquier tecnología (paneles solares, generadores de inducción, generadores sincrónicos, etc.), pero el dispositivo que conecta al SDL es un inversor o grupo de inversores.

Para plantas que se conectan al nivel de tensión 1 se debe tener en cuenta que la capacidad máxima a instalar por fase no puede exceder 10 kW según lo indicado en el Párrafo 3 del Acuerdo CNO 1322 de 2020 “Requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el SIN”, Sección 6 “Sistemas de protección para proyectos de generación conectados a los niveles 1, 2 y 3 o SDL”.

4.1.2 Diagrama de Proceso

En la Figura 4.1 se presenta el diagrama de proceso del procedimiento 1.

4.1.3 Tiempos de Procesamiento de la Solicitud

A partir de la radicación realizada por el SOLICITANTE del formulario de solicitud, el OR cuenta con dos (2) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para notificar si la información requerida para tramitar la solicitud se encuentra completa.

Para dar respuesta a la factibilidad de conexión, el OR cuenta con tres (3) días hábiles contados a partir de la notificación al SOLICITANTE de que la información requerida para tramitar la solicitud está completa.

La vigencia de aprobación es de seis (6) meses. Si transcurrido ese periodo de tiempo el SOLICITANTE no realiza la conexión, por causas no imputables al prestador del servicio, el OR actualizará la información de la red con la disponibilidad liberada y saldrá dentro de los cálculos realizados para el flujo de potencia de futuras solicitudes en el transformador, circuito o subestación; el SOLICITANTE solo podrá realizar una solicitud nueva a partir del mes siguiente al de expiración de la capacidad aprobada.

Si el SOLICITANTE construye la planta, una vez esté lista para puesta en servicio, debe solicitar al OR su conexión al SDL anexando el Dictamen de Inspección según RETIE. El OR tiene cinco (5) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para presentarse al sitio de la planta y hacer su conexión al SDL.

4.1.4 Formulario de Solicitud

En el anexo 2 de esta cartilla se presenta el formulario de solicitud.

Al formulario de solicitud se deben anexar los siguientes documentos:

- Diseño detallado según RETIE.
- Certificado de Conformidad de Producto según RETIE de los equipos que conforman la planta.
- Declaración de Cumplimiento según RETIE de la instalación.
- Matricula profesional y certificado de capacitación en instalación de plantas de generación basadas en tecnología de inversores del ingeniero, tecnólogo o técnico que realizará la instalación.
- Manual del inversor, si este cuenta con la función para controlar la no exportación, o manual del dispositivo que controlará la no exportación.

4.1.5 Evaluación de Factibilidad Técnica de Conexión

El OR aprueba la conexión si el SOLICITANTE cumple los requisitos indicados en el diagrama de proceso de la Figura 4.1. Si el OR rechaza la conexión tiene que indicar al SOLICITANTE las causas de esta decisión y recomendarle qué hacer para que, al presentar una nueva solicitud, esta sea aprobada.

Si el OR rechaza la solicitud, el SOLICITANTE podrá radicar una nueva solicitud ajustando su proyecto de acuerdo con las indicaciones de este procedimiento y las recomendaciones dadas por el OR al rechazar la solicitud.

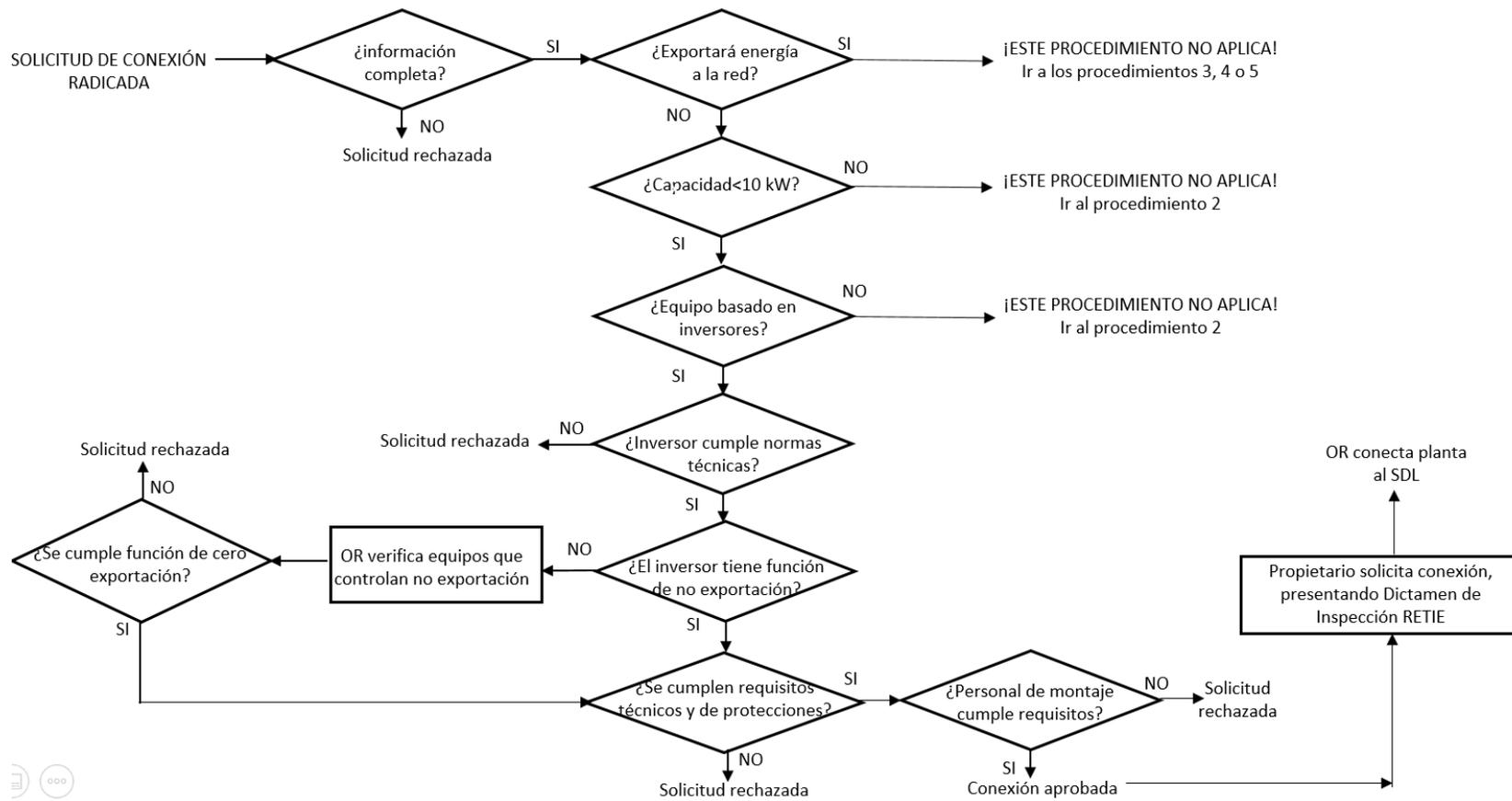


Figura 4.1. Diagrama de proceso del Procedimiento 1 para conexión de generación a SDL

4.1.6 Requisitos Técnicos de la instalación y Equipos

Se requiere un dispositivo para controlar que no habrá exportación de energía al SDL; el inversor puede incorporar esta función.

Para instalaciones fotovoltaicas se debe cumplir la sección 690 de la NTC-2050 primera actualización de 1998 (p. 627).

Para otras tecnologías de generación que se conectan a través de inversores aplica lo estipulado en la norma IEEE 1547 o UL 1741.

Se debe contar con un diseño detallado, realizado por un ingeniero de acuerdo con lo estipulado en el numeral 10.1.1 del RETIE.

Los equipos que conforman la planta deben contar con Certificado de Conformidad de Producto conforme al RETIE.

La instalación debe construirse conforme al RETIE y demostrar su cumplimiento mediante Declaración de Cumplimiento suscrita por quien realiza la construcción.

4.1.7 Requisitos de Protecciones

Aplica lo indicado en las siguientes secciones del Acuerdo CNO 1322 de 2020 “Requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el SIN”, Sección 6 “Sistemas de protección para proyectos de generación conectados a los niveles 1, 2 y 3 o SDL”.

4.1.7.1 Funciones de protección

Subsección 6.2. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas basados en inversores y frecuencia variable” Tabla 6. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW”.

4.1.7.2 Sistemas de Interrupción

Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 11. “Requisitos equipos de corte para sistemas de generación basados en inversores y de frecuencia variable” o Tabla 12. “Requisitos equipos de corte

para sistemas de autogeneración basados en inversores y de frecuencia variable”, según corresponda al tipo de generación.

4.1.7.3 Sistemas de Puesta a Tierra

Subsección 6.4. “Sistemas de puesta a tierra”.

4.1.7.4 Servicios Auxiliares

Subsección 6.5. “Servicios auxiliares”.

4.1.7.5 Ajustes de Protecciones

Subsección 6.6 “Ajustes requeridos para las funciones de protección sistémicas para generadores conectados a los niveles de tensión 1, 2 y 3”, Tabla 14. “Ajuste de protecciones sistémicas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW conectados al SDL”.

4.1.8 Requisitos Técnicos del Montaje y Puesta en Servicio

La instalación la puede realizar un técnico, tecnólogo o ingeniero electricista con matrícula profesional expedida por su debido consejo; adicionalmente, el técnico, tecnólogo o ingeniero electricista debe contar con certificación de capacitación en instalación de plantas de generación basadas en tecnología de inversores.

Una vez la planta esté lista para puesta en servicio, el propietario solicitará al OR su conexión al SDL. El único requisito para que el OR conecte la planta al SDL es que se presente el Dictamen de Inspección según RETIE expedido por un organismo de inspección acreditado por ONAC.

4.1.9 Requisitos Medida

Para instalaciones existentes, no es necesario cambiar el medidor convencional. Para instalaciones nuevas se requiere medidor convencional.

4.2 PROCEDIMIENTO 2

4.2.1 Alcance

Este procedimiento aplica a plantas de generación que NO exportan energía a la red, con potencia nominal de generación de cualquier valor y de cualquier tecnología; se exceptúan las plantas con potencia nominal de generación menor a 10 kW basadas en tecnología de inversores, para las cuales aplica el Procedimiento 1.

4.2.2 Diagrama de Proceso

En la Figura 4.2 se presenta el diagrama de proceso del procedimiento 2.

4.2.3 Tiempos de Procesamiento de la Solicitud

A partir de la radicación realizada por el SOLICITANTE del formulario de solicitud, el OR cuenta con dos (2) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para notificar si la información requerida para tramitar la solicitud se encuentra completa.

Para dar respuesta a la factibilidad de conexión, el OR cuenta con tres (3) días hábiles contados a partir de la notificación al SOLICITANTE de que la información requerida para tramitar la solicitud está completa, si la conexión es menor o igual a 10 kW, cinco (5) días hábiles si es mayor a 10 kW y menor o igual a 100 kW y días (10) días hábiles para mayor a 100 kW.

La vigencia de aprobación es de seis (6) meses. Si transcurrido ese periodo de tiempo el SOLICITANTE no realiza la conexión, por causas no imputables al prestador del servicio, el OR actualizará la información de la red con la disponibilidad liberada y saldrá dentro de los cálculos realizados para el flujo de potencia de futuras solicitudes en el transformador, circuito o subestación; el SOLICITANTE solo podrá realizar una solicitud nueva a partir del mes siguiente al de expiración de la capacidad aprobada.

Una vez la planta esté lista para puesta en servicio, el propietario solicitará al OR su conexión al SDL. El único requisito para que el OR conecte la planta al SDL es que se presente el Dictamen de Inspección según RETIE expedido por un organismo de inspección acreditado por ONAC.

4.2.4 Formulario de Solicitud

En el anexo 2 de esta cartilla se presenta el formulario de solicitud.

Al formulario de solicitud se deben anexar los siguientes documentos:

- Diseño detallado según RETIE.
- Certificado de Conformidad de Producto según RETIE de los equipos que conforman la planta.
- Declaración de Cumplimiento según RETIE de la instalación.
- Matricula profesional y certificado de capacitación en instalación de plantas de generación de tecnología correspondiente al de la planta a instalar, del ingeniero, tecnólogo o técnico que realizará la instalación.
- Manual del inversor, si este cuenta con la función para controlar la no exportación, o manual del dispositivo que controlará la no exportación.

4.2.5 Evaluación de Factibilidad Técnica de Conexión

El OR aprueba la conexión si el SOLICITANTE cumple los requisitos indicados en el diagrama de proceso de la Figura 4.2. Si el OR rechaza la conexión tiene que indicar al SOLICITANTE las causas de esta decisión y recomendarle que hacer para que, al presentar una nueva solicitud, esta sea aprobada.

Si el OR rechaza la solicitud, el SOLICITANTE podrá radicar una nueva solicitud ajustando su proyecto de acuerdo con las indicaciones de este procedimiento y las recomendaciones dadas por el OR al rechazar la solicitud.

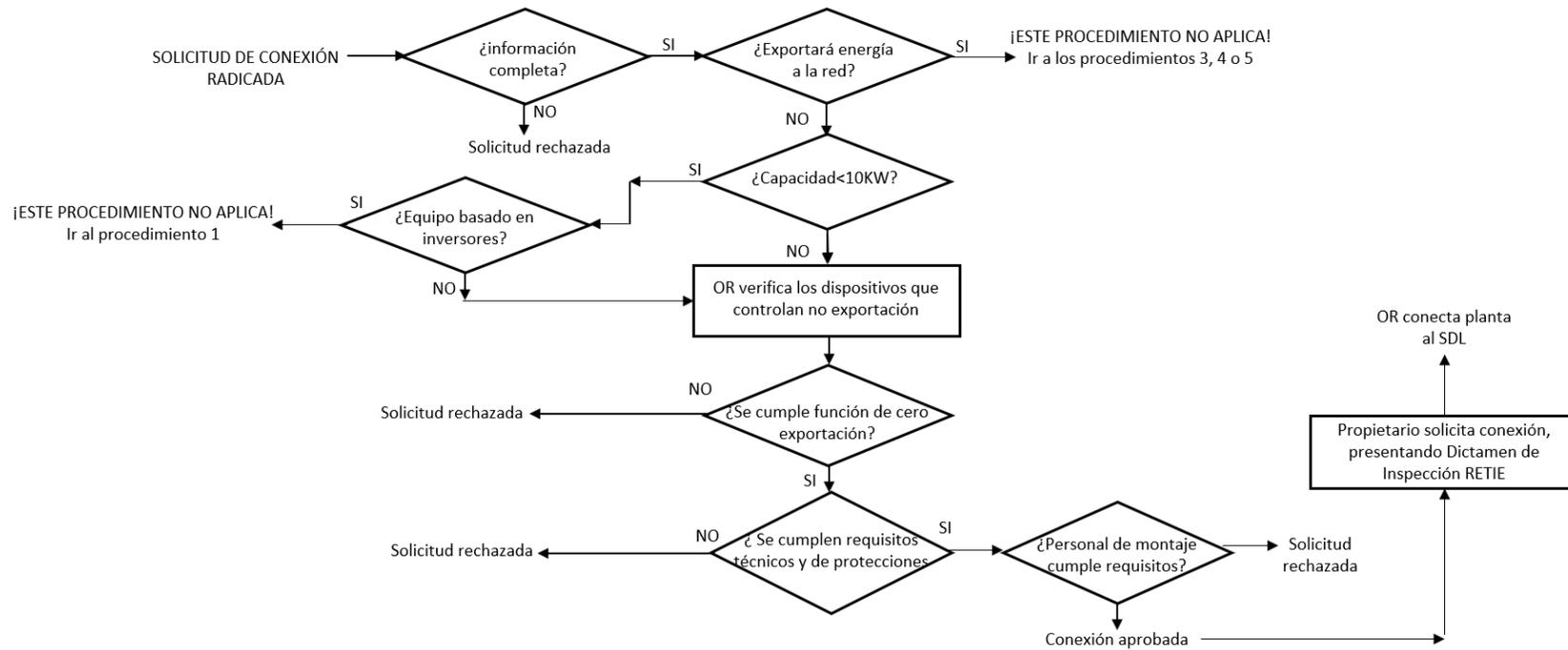


Figura 4.2. Diagrama de proceso del Procedimiento 2 para conexión de generación a SDL

4.2.6 Requisitos Técnicos de la instalación y Equipos

Se requiere un dispositivo para controlar que no habrá exportación de energía al SDL; el inversor puede incorporar esta función.

Para instalaciones fotovoltaicas se debe cumplir la sección 690 de la NTC-2050 primera actualización de 1998 (p. 627).

Para otras tecnologías de generación que se conectan a través de inversores aplica lo estipulado en la norma IEEE 1547 o UL 1741.

Se debe contar con un diseño detallado, realizado por un ingeniero de acuerdo con lo estipulado en el numeral 10.1.1 del RETIE.

Los equipos que conforman la planta deben contar con Certificado de Conformidad de Producto conforme al RETIE.

La instalación debe construirse conforme al RETIE y demostrar su cumplimiento mediante Declaración de Cumplimiento suscrita por quien realiza la construcción.

4.2.7 Requisitos de Protecciones

Aplica lo indicado en las siguientes secciones del Acuerdo CNO 1322 de 2020 “Requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el SIN”, Sección 6 “Sistemas de protección para proyectos de generación conectados a los niveles 1, 2 y 3 o SDL”.

4.2.7.1 Funciones de protección

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.1. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas de generación síncronos y de inducción” Tabla 4. “Funciones de protección mínimas en sistemas de generación síncronos”.
- Unidades de generación de inducción: Subsección 6.1. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas de generación síncronos y de inducción” Tabla 5. “Funciones de protección mínimas en sistemas de generación de inducción”.
- Plantas basadas en inversores: Subsección 6.2. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas basados en inversores y frecuencia variable” Tabla 6. “Funciones de protección

mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW”, Tabla 7. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable mayores a 0.25 MW y menores o iguales a 1 MW”, Tabla 8. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable mayores a 1 MW”.

4.2.7.2 Sistemas de Interrupción

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 9. “Requisitos de corte para sistemas de generación/autogeneración síncronos”.
- Unidades de generación de inducción: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 10. “Requisitos de corte para sistemas de generación/autogeneración de inducción”.
- Plantas basadas en inversores: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 11. “Requisitos equipos de corte para sistemas de generación basados en inversores y de frecuencia variable” o Tabla 12. “Requisitos equipos de corte para sistemas de autogeneración basados en inversores y de frecuencia variable”, según corresponda al tipo de generación.

4.2.7.3 Sistemas de Puesta a Tierra

Subsección 6.4. “Sistemas de puesta a tierra”.

4.2.7.4 Servicios Auxiliares

Subsección 6.5. “Servicios auxiliares”.

4.2.7.5 Ajustes de Protecciones

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.6. Tabla 13. “Ajuste de protecciones sistémicas para generadores síncronos conectados al SDL”.
- Subsección 6.6. Tabla 13. “Ajuste de protecciones sistémicas para generadores síncronos conectados al SDL”. (Aplica para generadores de inducción).
- Subsección 6.6 “Ajustes requeridos para las funciones de protección sistémicas para generadores conectados a los niveles de tensión 1, 2 y 3”, Tabla 14. “Ajuste de protecciones sistémicas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW conectados al SDL”.

4.2.8 Requisitos Técnicos del Montaje y Puesta en Servicio

La instalación la puede realizar un técnico, tecnólogo o ingeniero electricista con matrícula profesional expedida por su debido consejo; adicionalmente, el técnico, tecnólogo o ingeniero electricista debe contar con certificación de capacitación en instalación de plantas de generación basadas en la tecnología de la planta a instalar.

Una vez la planta esté lista para puesta en servicio, el propietario solicitará al OR su conexión al SDL. El único requisito para que el OR conecte la planta al SDL es que el propietario presente el Dictamen de Inspección según RETIE expedido por un organismo de inspección acreditado por ONAC.

4.2.9 Requisitos Medida

Para instalaciones existentes, no es necesario cambiar el medidor convencional. Para instalaciones nuevas se requiere medidor convencional.

4.3 PROCEDIMIENTO 3

4.3.1 Alcance

Este procedimiento aplica a plantas de generación que SI exportan energía a la red, con potencia nominal de generación menor a 10 kW, basadas en tecnología de inversores.

Los equipos de generación pueden ser de cualquier tecnología (paneles solares, generadores de inducción, generadores sincrónicos, etc.) pero el dispositivo que conecta al SDL es un inversor o grupo de inversores.

El SOLICITANTE debe declarar el valor de potencia nominal de la planta y la potencia a exportar al SDL.

4.3.2 Diagrama de Proceso

En la Figura 4.3 se presenta el diagrama de proceso del procedimiento 3.

4.3.3 Tiempos de Procesamiento de la Solicitud

A partir de la radicación realizada por el SOLICITANTE del formulario de solicitud, el OR cuenta con dos (2) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para notificar si la información requerida para tramitar la solicitud se encuentra completa.

Si la conexión es en el nivel de tensión 1, el OR cuenta con cinco (5) días hábiles para dar respuesta a la factibilidad de conexión, contados a partir de la notificación al SOLICITANTE de que la información requerida para tramitar la solicitud está completa; si la conexión es en los niveles de tensión 2 o 3, este tiempo será de diez (10) días hábiles.

La vigencia de aprobación es de seis (6) meses. Si transcurrido ese periodo de tiempo el SOLICITANTE no realiza la conexión, por causas no imputables al prestador del servicio, el OR actualizará la información de la red con la disponibilidad liberada y saldrá dentro de los cálculos realizados para el flujo de potencia de futuras solicitudes en el transformador, circuito o subestación; el SOLICITANTE solo podrá realizar una solicitud nueva a partir del mes siguiente al de expiración de la capacidad aprobada.

Si el Solicitante construye la planta, una vez esté lista para puesta en servicio, debe solicitar al OR su conexión al SDL anexando el Dictamen de Inspección según RETIE. El OR tiene cinco (5) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para presentarse al sitio de la planta y hacer su conexión al SDL.

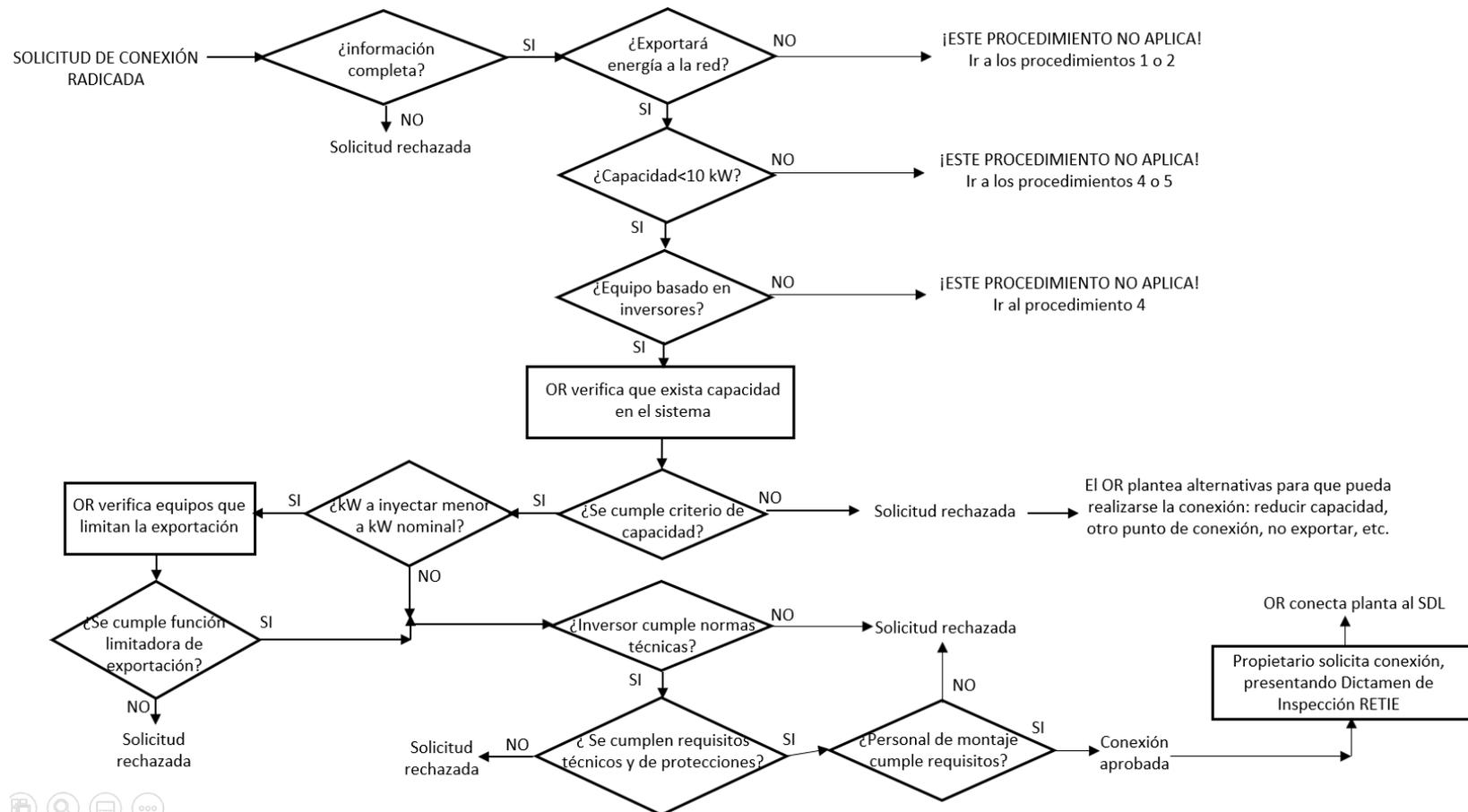


Figura 4.3. Diagrama de proceso del Procedimiento 3 para conexión de generación a SDL

4.3.4 Formulario de Solicitud

En el anexo 2 de esta cartilla se presenta el formulario de solicitud.

Al formulario de solicitud se deben anexar los siguientes documentos:

- Diseño detallado según RETIE.
- Certificado de Conformidad de Producto según RETIE de los equipos que conforman la planta.
- Declaración de Cumplimiento según RETIE de la instalación.
- Matricula profesional y certificado de capacitación en instalación de plantas de generación basadas en tecnología de inversores del ingeniero, tecnólogo o técnico que realizará la instalación.
- Si el valor de potencia a exportar al SDL es menor que el valor de potencia nominal de la planta: manual del inversor si este cuenta con la función para limitar la exportación o manual del dispositivo que limitará la exportación.

4.3.5 Evaluación de Factibilidad Técnica de Conexión

El OR aprueba la conexión si el SOLICITANTE cumple los requisitos indicados en el diagrama de proceso de la Figura 4.3. Si el OR rechaza la conexión tiene que indicar al SOLICITANTE las causas de esta decisión y recomendarle que hacer para que, al presentar una nueva solicitud, esta sea aprobada.

Para valorar si el SDL tiene capacidad para recibir la inyección de potencia solicitada, el OR aplicará las metodologías indicadas en el Anexo 1 de este documento.

Si el OR rechaza la solicitud, el SOLICITANTE podrá radicar una nueva solicitud ajustando su proyecto de acuerdo con las indicaciones de este procedimiento y las recomendaciones dadas por el OR al rechazar la solicitud.

4.3.6 Requisitos Técnicos de la instalación y Equipos

Si la potencia a exportar al SDL es menor que la potencia nominal de la planta, se requiere un dispositivo para limitar la exportación de energía al SDL; el inversor puede incorporar esta función.

Para instalaciones fotovoltaicas se debe cumplir la sección 690 de la NTC-2050 primera actualización de 1998 (p. 627).

Para otras tecnologías de generación que se conectan a través de inversores aplica lo estipulado en la norma IEEE 1547 o UL 1741.

Se debe contar con un diseño detallado, realizado por un ingeniero de acuerdo con lo estipulado en el numeral 10.1.1 del RETIE.

Los equipos que conforman la planta deben contar con Certificado de Conformidad de Producto conforme al RETIE.

La instalación debe construirse conforme al RETIE y demostrar su cumplimiento mediante Declaración de Cumplimiento suscrita por quien realiza la construcción.

4.3.7 Requisitos de Protecciones

Aplica lo indicado en las siguientes secciones del Acuerdo CNO 1322 de 2020 “Requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el SIN”, Sección 6 “Sistemas de protección para proyectos de generación conectados a los niveles 1, 2 y 3 o SDL”.

4.3.7.1 Funciones de protección

Subsección 6.2. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas basados en inversores y frecuencia variable” Tabla 6. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW”.

4.3.7.2 Sistemas de Interrupción

Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 11. “Requisitos equipos de corte para sistemas de generación basados en inversores y de frecuencia variable” o Tabla 12. “Requisitos equipos de corte para sistemas de autogeneración basados en inversores y de frecuencia variable”, según corresponda al tipo de generación.

4.3.7.3 Sistemas de Puesta a Tierra

Subsección 6.4. “Sistemas de puesta a tierra”.

4.3.7.4 Servicios Auxiliares

Subsección 6.5. “Servicios auxiliares”.

4.3.7.5 Ajustes de Protecciones

Subsección 6.6 “Ajustes requeridos para las funciones de protección sistémicas para generadores conectados a los niveles de tensión 1, 2 y 3”, Tabla 14. “Ajuste de protecciones sistémicas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW conectados al SDL”.

4.3.8 Requisitos Técnicos del Montaje y Puesta en Servicio

La instalación la puede realizar un técnico, tecnólogo o ingeniero electricista con matrícula profesional expedida por su debido consejo; adicionalmente, el técnico, tecnólogo o ingeniero electricista debe contar con certificación de capacitación en instalación de plantas de generación basadas en tecnología de inversores.

Una vez la planta esté lista para puesta en servicio, el propietario solicitará al OR su conexión al SDL. El único requisito para que el OR conecte la planta al SDL es que el propietario presente el Dictamen de Inspección según RETIE expedido por un organismo de inspección acreditado por ONAC.

4.3.9 Requisitos Medida

Se debe instalar un medidor bidireccional con perfil de carga horario el cual contará con los respectivos certificados de calibración en importación y exportación.

4.4 PROCEDIMIENTO 4

4.4.1 Alcance

Este procedimiento aplica a plantas de generación que SI exportan energía a la red, con potencia nominal de generación menor o igual a 100 kW de todas las tecnologías; se exceptúan las plantas con potencia nominal de generación menor a 10 kW basadas en tecnología de inversores, para las cuales aplica el Procedimiento 3.

El SOLICITANTE debe declarar el valor de potencia nominal de la planta y la potencia a exportar al SDL.

Para plantas que se conectan al nivel de tensión 1 se debe tener en cuenta que la capacidad máxima a instalar por fase no puede exceder 10 kW según lo indicado en el Párrafo 3 del Acuerdo CNO 1322 de 2020 “Requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el SIN”, Sección 6 “Sistemas de protección para proyectos de generación conectados a los niveles 1, 2 y 3 o SDL”.

4.4.2 Diagrama de Proceso

En la Figura 4.4 se presenta el diagrama de proceso del procedimiento 4.

4.4.3 Tiempos de Procesamiento de la Solicitud

A partir de la radicación realizada por el SOLICITANTE del formulario de solicitud, el OR cuenta con tres (3) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para notificar si la información requerida para tramitar la solicitud se encuentra completa.

Si la conexión es en el nivel de tensión 1, el OR cuenta con cinco (5) días hábiles para dar respuesta a la factibilidad de conexión, contados a partir de la notificación al SOLICITANTE de que la información requerida para tramitar la solicitud está completa; si la conexión es en los niveles de tensión 2 o 3, este tiempo será de diez (10) días hábiles.

La vigencia de aprobación es de seis (6) meses. Si transcurrido ese periodo de tiempo el SOLICITANTE no realiza la conexión, por causas no imputables al prestador del servicio, el OR actualizará la información de la red con la disponibilidad liberada y saldrá dentro de los cálculos realizados para el flujo de potencia de futuras solicitudes en el transformador, circuito o subestación; el SOLICITANTE solo podrá realizar una solicitud nueva a partir del mes siguiente al de expiración de la capacidad aprobada.

Si el SOLICITANTE construye la planta, una vez esté lista para puesta en servicio, debe solicitar al OR su conexión al SDL anexando el Dictamen de Inspección según RETIE. El OR tiene cinco (5) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para presentarse al sitio de la planta y hacer su conexión al SDL.

4.4.4 Formulario de Solicitud

En el anexo 2 de esta cartilla se presenta el formulario de solicitud.

Al formulario de solicitud se deben anexar los siguientes documentos:

- Diseño detallado según RETIE.
- Certificado de Conformidad de Producto según RETIE de los equipos que conforman la planta.
- Declaración de Cumplimiento según RETIE de la instalación.
- Matricula profesional y certificado de capacitación en instalación de plantas de generación de tecnología correspondiente al de la planta a instalar, del ingeniero, tecnólogo o técnico que realizará la instalación.
- Si el valor de potencia a exportar al SDL es menor que el valor de potencia nominal de la planta: manual del inversor si este cuenta con la función para limitar la exportación o manual del dispositivo que limitará la exportación.

4.4.5 Evaluación de Factibilidad Técnica de Conexión

El OR aprueba la conexión si el SOLICITANTE cumple los requisitos indicados en el diagrama de proceso de la Figura 4.4. Si el OR rechaza la conexión tiene que indicar al SOLICITANTE las causas de esta decisión y recomendarle que hacer para que, al presentar una nueva solicitud, esta sea aprobada.

Para valorar si el SDL tiene capacidad para recibir la inyección de potencia solicitada, el OR aplicará las metodologías indicadas en el Anexo 1 de este documento.

Si el OR rechaza la solicitud, el SOLICITANTE podrá radicar una nueva solicitud ajustando su proyecto de acuerdo con las indicaciones de este procedimiento y las recomendaciones dadas por el OR al rechazar la solicitud.

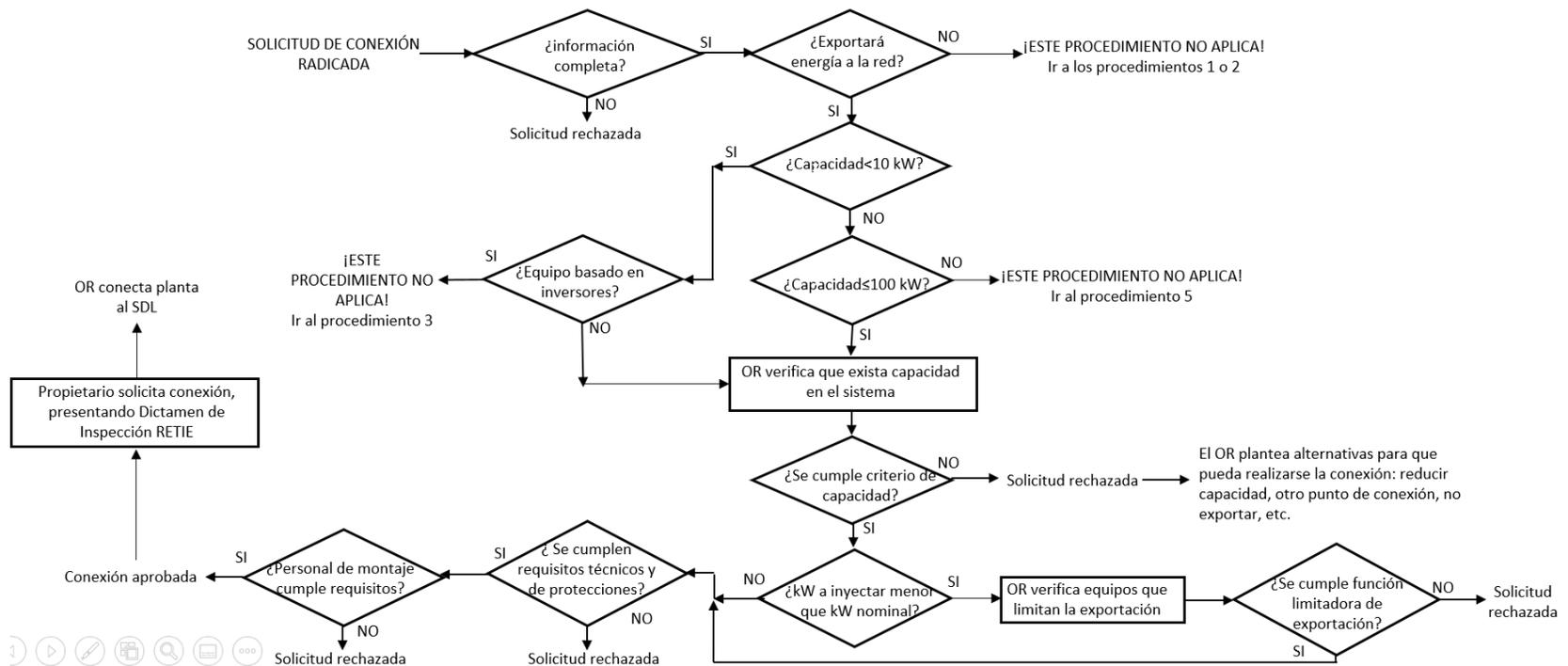


Figura 4.4. Diagrama de proceso del Procedimiento 4 para conexión de generación a SDL

4.4.6 Requisitos Técnicos de la instalación y Equipos

Si la potencia a exportar al SDL es menor que la potencia nominal de la planta, se requiere un dispositivo para limitar la exportación de energía al SDL; el inversor puede incorporar esta función.

Para instalaciones fotovoltaicas se debe cumplir la sección 690 de la NTC-2050 primera actualización de 1998 (p. 627).

Para otras tecnologías de generación que se conectan a través de inversores aplica lo estipulado en la norma IEEE 1547 o UL 1741.

Se debe contar con un diseño detallado, realizado por un ingeniero de acuerdo con lo estipulado en el numeral 10.1.1 del RETIE.

Los equipos que conforman la planta deben contar con Certificado de Conformidad de Producto conforme al RETIE.

La instalación debe construirse conforme al RETIE y demostrar su cumplimiento mediante Declaración de Cumplimiento suscrita por quien realiza la construcción.

4.4.7 Requisitos de Protecciones

Aplica lo indicado en las siguientes secciones del Acuerdo CNO 1322 de 2020 “Requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el SIN”, Sección 6 “Sistemas de protección para proyectos de generación conectados a los niveles 1, 2 y 3 o SDL”.

4.4.7.1 Funciones de protección

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.1. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas de generación síncronos y de inducción” Tabla 4. “Funciones de protección mínimas en sistemas de generación síncronos”.
- Unidades de generación de inducción: Subsección 6.1. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas de generación síncronos y de inducción” Tabla 5. “Funciones de protección mínimas en sistemas de generación de inducción”.
- Plantas basadas en inversores: Subsección 6.2. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas basados en inversores y frecuencia variable” Tabla 6. “Funciones de protección

mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW”, Tabla 7. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable mayores a 0.25 MW y menores o iguales a 1 MW”, Tabla 8. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable mayores a 1 MW”.

4.4.7.2 Sistemas de Interrupción

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 9. “Requisitos de corte para sistemas de generación/autogeneración síncronos”.
- Unidades de generación de inducción: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 10. “Requisitos de corte para sistemas de generación/autogeneración de inducción”.
- Plantas basadas en inversores: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 11. “Requisitos equipos de corte para sistemas de generación basados en inversores y de frecuencia variable” o Tabla 12. “Requisitos equipos de corte para sistemas de autogeneración basados en inversores y de frecuencia variable”, según corresponda al tipo de generación.

4.4.7.3 Sistemas de Puesta a Tierra

Subsección 6.4. “Sistemas de puesta a tierra”.

4.4.7.4 Servicios Auxiliares

Subsección 6.5. “Servicios auxiliares”.

4.4.7.5 Ajustes de Protecciones

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.6. Tabla 13. “Ajuste de protecciones sistémicas para generadores síncronos conectados al SDL”.
- Subsección 6.6. Tabla 13. “Ajuste de protecciones sistémicas para generadores síncronos conectados al SDL”. (Aplica para generadores de inducción).
- Subsección 6.6 “Ajustes requeridos para las funciones de protección sistémicas para generadores conectados a los niveles de tensión 1, 2 y 3”, Tabla 14. “Ajuste de protecciones sistémicas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW conectados al SDL”.

4.4.8 Requisitos Técnicos del Montaje y Puesta en Servicio

La instalación la puede realizar un técnico, tecnólogo o ingeniero electricista con matrícula profesional expedida por su debido consejo; adicionalmente, el técnico, tecnólogo o ingeniero electricista debe contar con certificación de capacitación en instalación de plantas de generación basadas en la tecnología de la planta a instalar.

Una vez la planta esté lista para puesta en servicio, el propietario solicitará al OR su conexión al SDL. El único requisito para que el OR conecte la planta al SDL es que se presente el Dictamen de Inspección según RETIE expedido por un organismo de inspección acreditado por ONAC.

4.4.9 Requisitos Medida

Se debe instalar un medidor bidireccional con perfil de carga horario el cual contará con los respectivos certificados de calibración en importación y exportación.

4.5 PROCEDIMIENTO 5

4.5.1 Alcance

Este procedimiento aplica a plantas de generación que SI exportan energía a la red, con potencia nominal de generación mayor a 100 kW, de todas las tecnologías y cuyo valor de potencia a exportar es menor o igual a 5 MW.

El SOLICITANTE debe declarar el valor de potencia nominal de la planta y la potencia a exportar al SDL.

4.5.2 Diagrama de Proceso

En la Figura 4.5 se presenta el diagrama de proceso del procedimiento 5.

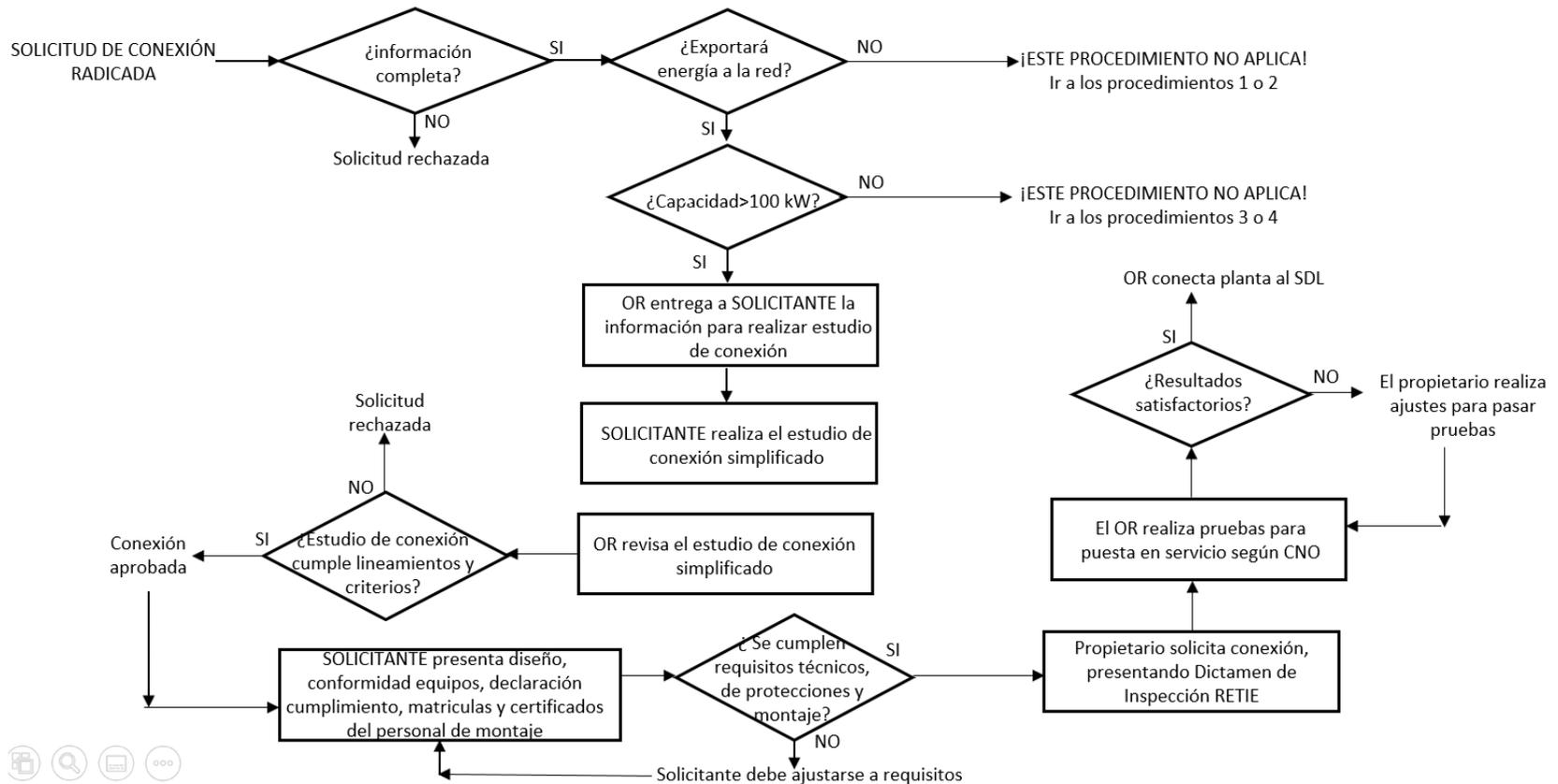


Figura 4.5. Diagrama de proceso del Procedimiento 5 para conexión de generación a SDL

4.5.3 Tiempos de Procesamiento de la Solicitud

A partir de la radicación realizada por el SOLICITANTE del formulario de solicitud, el OR cuenta con cinco (5) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para notificar si la información requerida para tramitar la solicitud se encuentra completa.

El OR cuenta con cinco (5) días hábiles, contados a partir de la notificación al SOLICITANTE de que la información requerida para tramitar la solicitud está completa, para entregar al SOLICITANTE la información para realizar el estudio de conexión.

Una vez, el SOLICITANTE entrega el estudio de conexión al OR, este último cuenta con veinte (20) días hábiles para dar respuesta a la factibilidad de conexión.

La vigencia de aprobación es de seis (6) meses. Si transcurrido ese periodo de tiempo el SOLICITANTE no realiza la conexión, por causas no imputables al prestador del servicio, el OR actualizará la información de la red con la disponibilidad liberada y saldrá dentro de los cálculos realizados para el flujo de potencia de futuras solicitudes en el transformador, circuito o subestación; el SOLICITANTE solo podrá realizar una solicitud nueva a partir del mes siguiente al de expiración de la capacidad aprobada.

Si el Solicitante construye la planta, una vez esté lista para pruebas y puesta en servicio, debe solicitar al OR su conexión al SDL anexando el Dictamen de Inspección según RETIE. El OR tiene cinco (5) días hábiles contados a partir del día siguiente al del recibo de la solicitud para presentarse al sitio de la planta y realizar las pruebas.

4.5.4 Formulario de Solicitud

En el anexo 2 de esta cartilla se presenta el formulario de solicitud.

Al formulario de solicitud NO se debe anexar ningún documento.

4.5.5 Evaluación de Factibilidad Técnica de Conexión

El OR aprueba la conexión si el SOLICITANTE cumple los requisitos indicados en el diagrama de proceso de la Figura 4.5. Si el OR rechaza la conexión tiene que indicar al SOLICITANTE las causas de esta decisión y recomendarle que hacer para que, al presentar una nueva solicitud, esta sea aprobada.

Para valorar si el SDL tiene capacidad para recibir la inyección de potencia solicitada, el SOLICITANTE debe realizar a su costa el Estudio de Conexión Simplificado; para realizar este estudio se aplican los lineamientos que se estipulan en el documento CNO “Lineamientos y contenido estudio de conexión simplificado para AGPE en el rango de capacidad entre 0.1 y 1, y AGGE menor a 5 MW”.

Si el OR aprueba la conexión, el SOLICITANTE debe presentar:

- Diseño detallado según RETIE
- Certificado de Conformidad de Producto según RETIE de los equipos que conforman la planta.
- Declaración de Cumplimiento según RETIE de la instalación.
- Matrícula profesional y certificado de capacitación en instalación de plantas de generación de tecnología correspondiente al de la planta a instalar del personal que realizará la instalación.

Si el OR rechaza la solicitud, el SOLICITANTE podrá radicar una nueva solicitud ajustando su proyecto de acuerdo con las indicaciones de este procedimiento y las recomendaciones dadas por el OR al rechazar la solicitud.

4.5.6 Requisitos Técnicos de la instalación y Equipos

Si la potencia a exportar al SDL es menor que la potencia nominal de la planta, se requiere un dispositivo para limitar la exportación de energía al SDL; el inversor puede incorporar esta función.

Para instalaciones fotovoltaicas se debe cumplir la sección 690 de la NTC-2050 primera actualización de 1998 (p. 627).

Para otras tecnologías de generación que se conectan a través de inversores aplica lo estipulado en la norma IEEE 1547 o UL 1741.

Se debe contar con un diseño detallado, realizado por un ingeniero de acuerdo con lo estipulado en el numeral 10.1.1 del RETIE.

Los equipos que conforman la planta deben contar con Certificado de Conformidad de Producto conforme al RETIE.

La instalación debe construirse conforme al RETIE y demostrar su cumplimiento mediante Declaración de Cumplimiento suscrita por quien realiza la construcción.

4.5.7 Requisitos de Protecciones

Aplica lo indicado en las siguientes secciones del Acuerdo CNO 1322 de 2020 “Requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el SIN”, Sección 6 “Sistemas de protección para proyectos de generación conectados a los niveles 1, 2 y 3 o SDL”.

4.5.7.1 Funciones de protección

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.1. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas de generación síncronos y de inducción” Tabla 4. “Funciones de protección mínimas en sistemas de generación síncronos”.
- Unidades de generación de inducción: Subsección 6.1. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas de generación síncronos y de inducción” Tabla 5. “Funciones de protección mínimas en sistemas de generación de inducción”.
- Plantas basadas en inversores: Subsección 6.2. “Funciones de protección mínimas en PC o UG para sistemas basados en inversores y frecuencia variable” Tabla 6. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW”, Tabla 7. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable mayores a 0.25 MW y menores o iguales a 1 MW”, Tabla 8. “Funciones de protección mínimas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable mayores a 1 MW”.

4.5.7.2 Sistemas de Interrupción

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 9. “Requisitos de corte para sistemas de generación/autogeneración síncronos”.
- Unidades de generación de inducción: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 10. “Requisitos de corte para sistemas de generación/autogeneración de inducción”.
- Plantas basadas en inversores: Subsección 6.3 “Sistemas de interrupción”. Tabla 11. “Requisitos equipos de corte para sistemas de generación basados en inversores y de frecuencia variable” o Tabla 12. “Requisitos equipos de corte para sistemas de autogeneración basados en inversores y de frecuencia variable”, según corresponda al tipo de generación.

4.5.7.3 Sistemas de Puesta a Tierra

Subsección 6.4. “Sistemas de puesta a tierra”.

4.5.7.4 Servicios Auxiliares

Subsección 6.5. “Servicios auxiliares”.

4.5.7.5 Ajustes de Protecciones

- Unidades de generación sincrónicas: Subsección 6.6. Tabla 13. “Ajuste de protecciones sistémicas para generadores síncronos conectados al SDL”.
- Subsección 6.6. Tabla 13. “Ajuste de protecciones sistémicas para generadores síncronos conectados al SDL”. (Aplica para generadores de inducción).
- Subsección 6.6 “Ajustes requeridos para las funciones de protección sistémicas para generadores conectados a los niveles de tensión 1, 2 y 3”, Tabla 14. “Ajuste de protecciones sistémicas para sistemas de generación basados en inversores y frecuencia variable menores o iguales a 0.25 MW conectados al SDL”.

4.5.7.6 Registro de eventos

Para plantas con potencias nominales mayores a 1 MW, se deben seguir las indicaciones de la subsección 7 “Equipos de registro de eventos” del Acuerdo CNO 1322 de 2020 “Requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación en el SIN”.

4.5.8 Requisitos Técnicos del Montaje y Puesta en Servicio

La instalación la puede realizar un técnico, tecnólogo o ingeniero electricista con matrícula profesional expedida por su debido consejo; adicionalmente, el técnico, tecnólogo o ingeniero electricista debe contar con certificación de capacitación en instalación de plantas de generación basadas en la tecnología de la planta a instalar.

Para que el OR conecte la planta al SDL es requisito presentar el Dictamen de Inspección según RETIE expedido por un organismo de inspección acreditado por ONAC.

Además, se debe dar cumplimiento a los requisitos del CNO que se estipulan en los siguientes documentos:

- Documentación y pruebas requeridas para la conexión de generadores distribuidos, autogeneradores a pequeña escala y autogeneradores a gran escala hasta 5 MW en el SIN colombiano.

- Procedimiento general propuesto para la realización de pruebas de verificación de la curva de capacidad para autogeneradores.
- Procedimiento general para realizar pruebas a equipos de protección de sistemas de generación.

Una vez el OR realice las pruebas y el resultado de las mismas sea satisfactorio, realizará la conexión de la planta al SDL.

4.5.9 Requisitos Medida

Se debe instalar un medidor bidireccional con perfil de carga horario el cual contará con los respectivos certificados de calibración en importación y exportación.

5 OBLIGATORIEDAD DEL PERMISO DE CONEXIÓN Y DEL CUMPLIMIENTO DEL RETIE PARA CONECTARSE AL SDL

5.1 Permiso de Conexión

Toda persona natural o jurídica que desee conectar generación a los SDL del SIN debe obtener el Permiso de Conexión del OR correspondiente, declarándose como autogenerador, cogenerador, generador o generador distribuido, para lo cual, debe seguir las instrucciones de esta Guía.

Cuando un OR sea informado o detecte que en su sistema está conectada una planta de generación que no tiene el Permiso de Conexión esta podrá ser desconectada de la red de manera inmediata y no podrá reconectarse hasta tanto no subsane esta situación.

Si un OR detecta que para una planta de generación con Permiso de Conexión se alteraron las condiciones que se declararon para obtener dicho permiso (Potencia exportada a la red, Capacidad Nominal, Tecnología, Punto de Conexión), esta podrá ser desconectada de la red de manera inmediata y no podrá reconectarse hasta tanto no subsane esta situación.

5.2 Cumplimiento del RETIE

A partir de la expedición de la Resolución No. 90708 de Agosto 30 de 2013, del Ministerio de Minas y Energía, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE, es de obligatorio cumplimiento en el todo el territorio nacional. En la Sección 2.1.1 Conformidad de la instalación se indica:

- a) Toda instalación objeto del RETIE debe demostrar su cumplimiento mediante la *Declaración de Cumplimiento* suscrita por quien realice directamente la construcción, la remodelación o ampliación de la instalación eléctrica. En los casos en que se exija la *Certificación Plena*, ésta se entenderá como la *Declaración de Cumplimiento* acompañada del *Dictamen de Inspección* expedido por el organismo de inspección acreditado por ONAC, que valide dicha declaración.
- b) El Operador de Red, el comercializador de energía o quien preste el servicio en la zona, no debe energizar la instalación ni suministrar el servicio de energía, si el propietario o tenedor de la instalación no demuestra la conformidad con el RETIE. Igual tratamiento se dará a instalaciones, que aun contando con la certificación en el momento de efectuar la visita técnica para su energización, se evidencien incumplimientos con el presente reglamento que pongan en alto riesgo o peligro inminente la salud o la vida de las personas o la seguridad de la misma instalación

y las edificaciones contiguas. Si ocurre alguna eventualidad o accidente después de darle servicio a la instalación eléctrica, se debe investigar las causas y las personas responsables de la anomalía encontrada, deben ser sancionadas por los organismos de control y vigilancia competentes.

6 SISTEMAS PARA CONSULTA DE INFORMACIÓN Y TRAMITE DE SOLICITUDES

6.1 Información de capacidad del SDL para recibir generación

Cada OR dispone en su página web, de un servicio de información que permite conocer a cualquier persona natural o jurídica interesada en conectarse al SDL como autogenerador, cogenerador, generador o generador distribuido la capacidad del SDL para recibir la inyección de potencia plantas de generación.

Para el nivel de tensión 1, la información se despliega a nivel de transformador de distribución, para los cuales se muestra su código y georreferenciación.

Para los niveles de tensión 2 y 3 la información se despliega para cada subestación y para nodos de cada circuito, los cuales deben estar espaciados al menos cada 20% de su longitud (al menos cuatro nodos dentro del circuito).

La información que estos sistemas de información entregan de capacidad disponible para recibir generación es de tipo indicativo al momento de hacer la consulta y no constituye una reserva de capacidad asignado al usuario que realiza la consulta de carácter obligante para el OR, ya que dicho valor cambia continuamente.

6.2 Trámite de solicitudes

Cada OR dispone en su página web, de un servicio para tramitar las solicitudes de conexión al SDL de autogeneradores, cogeneradores, generadores o generadores distribuidos de cualquier capacidad nominal. Este servicio permite diligenciar en línea el Formulario de Solicitud y cargar los documentos anexos requeridos.

ANEXOS

7 ANEXO 1: VALORACIÓN SIMPLIFICADA DE CAPACIDAD DEL SDL PARA RECIBIR GENERACIÓN

A continuación, se presentan las metodologías simplificadas para que el OR valore la capacidad del SDL para recibir generación en los procedimientos 3 y 4 de este documento.

7.1 Nivel de tensión 1

Con el valor de potencia a exportar que declara el SOLICITANTE, el OR verifica que se cumplan los siguientes criterios:

1. La sumatoria de la potencia inyectada de los AG, CG, GD y GE, incluyendo la del solicitante, debe ser igual o menor al 15% de la capacidad nominal del circuito, transformador o subestación donde se solicita el punto de conexión. La capacidad nominal de una red está determinada por la capacidad del transformador.
2. La cantidad de energía en una hora que pueden entregar los AG, CG, GD y GE, incluyendo la del solicitante, cuyo sistema de producción de energía sea distinto al compuesto por fotovoltaico sin capacidad de almacenamiento, conectados al mismo circuito o transformador del nivel de tensión 1, no debe superar el 50% de promedio anual de las horas de mínima demanda diaria de energía registradas para el año anterior al de solicitud de conexión.
3. La cantidad de energía en una hora que pueden exportar los AG, CG, GD y GE, incluyendo la del solicitante, cuyo sistema de producción de energía sea el compuesto por fotovoltaico sin capacidad de almacenamiento, conectados al mismo circuito o transformador del nivel de tensión 1, no debe superar el 50% de promedio anual de las horas de mínima demanda diaria de energía registradas para el año anterior al de solicitud de conexión en la franja horaria comprendida entre 6 am y 6 pm.

7.2 Niveles de tensión 2 y 3

7.2.1 Procedimiento

Con el valor de potencia a exportar que declara el solicitante, el OR aplica el siguiente procedimiento:

1. Se establecen los tipos de usuarios conectados al sistema donde se solicita la conexión: residenciales, comerciales, industriales y especiales.
2. Se establece el perfil de carga horario en cada nodo del sistema utilizando curvas de demanda típicas para cada uno de los tipos de usuario conectados al sistema. Las curvas de demanda típicas deberán realizarse para el día de mínima demanda.
3. Con el valor de potencia inyectada declarada por el solicitante y haciendo uso de una curva típica de generación de acuerdo con la tecnología que el solicitante pretende conectar, se crea una curva de generación neta en el punto de conexión solicitado.
4. Se crean las curvas de generación de los otros AG, CG, GD y GE conectados al sistema.
5. Se efectúa un flujo de carga para las 24 horas del sistema para verificar tensiones en los nodos y cargabilidades en tramos de red. Si la conexión solicitada es un sistema enmallado, se debe modelar toda la red correspondiente al nivel de tensión al cual se solicita la conexión; si la conexión solicitada corresponde a un circuito primario de distribución radial, se puede modelar este circuito.

7.2.2 Indicadores

A partir de los resultados del flujo de carga se calculan los siguientes indicadores de verificación de tensiones y cargabilidades en los tramos de red, de acuerdo al perfil horario:

$$\%CTC = \frac{\text{Corriente del tramo más cargado}}{\text{Corriente nominal del tramo más cargado}} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

$$\%NPT = \frac{\text{Cantidad de nodos con problemas de tensión}}{\text{Cantidad total de nodos de la red}} \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

Donde $\%CTC$ es el porcentaje de cargabilidad del tramo de red más cargado y $\%NPT$ el porcentaje de nodos con problemas de tensión.

7.2.3 Criterios para factibilidad de conexión

Se verifica que se cumplan los siguientes criterios:

- No se aceptan sobrecargas en ningún tramo de red como consecuencia de conectar la generación objeto de la solicitud, producto del cálculo de la ecuación (A.1) en cada tramo.
- No se aceptan porcentajes de nodos con problemas de tensión mayores a cero (ecuación (A.2)), pues implica que por lo menos un nodo tiene problemas de tensión.

7.2.4 Consideraciones

- Los nodos que deben ingresar dentro del cálculo del indicador de tensiones solo serán aquellos que sean afectados después de la integración del generador.
- Las simulaciones ejecutadas deben tener en cuenta la solicitud de factibilidades realizadas anteriormente dentro del circuito o sistema afectado, aunque estas no se encuentren procesos de construcción.
- Se debe analizar la condición más crítica de demanda mínima – máxima inyección en las 24 horas.
- Se considera que un nodo tiene problemas de voltaje cuando se supera el valor máximo en por unidad (p.u.) indicado en la Tabla A.1. Para voltajes operativos que no aparecen en la tabla, el valor máximo de tensión en p.u. corresponde al cociente entre el voltaje máximo nominal para equipos dado por la norma IEC 60694 y el voltaje operativo de la red.

Tabla A.1. Voltaje máximo permitido para cada voltaje de operación

Voltaje de operación [kV]	Voltaje máximo [p.u.]
11,4	1,54
13,2	1,33
13,8	1,27
33,0	1,09
34,5	1,04
44,0	1,18

8 ANEXO 2: FORMULARIO SIMPLIFICADO DE CONEXIÓN

A continuación, se presenta el formulario de conexión de generadores, cogeneradores y autogeneradores a los SDL del SIN.

FORMULARIO PARA SOLICITUD DE CONEXIÓN DE GENERADORES, GENERADORES DISTRIBUIDOS, COGENERADORES Y AUTOGENERADORES A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN LOCAL DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL	
1. Información del cliente:	
Cliente nuevo:	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
No. de cuenta cliente (si NO es cliente nuevo):	_____
Nombre del cliente:	_____
Cédula de Ciudadanía/NIT:	_____
Dirección del cliente:	_____
Ciudad:	_____
Telefono/Celular:	_____
Email:	_____
Tipo de cliente:	<input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Oficial <input type="checkbox"/> Otro, cual: _____
Estrato (si aplica):	_____
Nombre del OR o Comercializador que lo atiende:	_____
2. Información del inmueble:	
Dirección de ubicación del proyecto:	_____
Vereda (si aplica):	_____
Corregimiento (si aplica):	_____
Ciudad:	_____
Información adicional de ubicación para proyectos no asociados a un inmueble	
Ubicación georreferenciada wgs84 (de googlemaps):	_____
Numero de poste o código del transformador más cercano:	_____
3. Datos del punto de conexión:	
Potencia nominal del sistema (kW):	_____
Máxima potencia a exportar a la red (kW):	_____ (Nota: Máximo 30 kW por fase en N1 y 5000 kW totales en N2 y N3)
Nivel de tensión (kV):	_____
Si entrega excedentes o es un cliente nuevo, escribir el código de la subestación, transformador o circuito al cual se realizará la conexión:	

4. Criterios de generación:	
Tipo:	
<input type="checkbox"/> Generador	<input type="checkbox"/> Autogenerador a pequeña escala (Potencia ≤ 1 MW)
<input type="checkbox"/> Cogenerador	<input type="checkbox"/> Autogenerador a gran escala (Potencia > 1 MW)
<input type="checkbox"/> Generador Distribuido (Potencia ≤ 0,1 MW)	
Exporta energía a la red: NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	Si marcó NO , la potencia nominal es: <input type="checkbox"/> Menor a 10 kW <input type="checkbox"/> Mayor o igual a 10 kW
	Si marcó SI , la potencia nominal es: <input type="checkbox"/> Menor a 10 kW <input type="checkbox"/> Mayor o igual a 10 kW y menor o igual a 100 kW <input type="checkbox"/> Mayor a 100 kW
Tecnología basada en inversores: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Si marcó NO , indique cuál: _____
Fecha estimada de conexión del proyecto: _____	
5. Tipo de tecnología de la planta:	
<input type="checkbox"/> Solar Fotovoltaica-FV	<input type="checkbox"/> Biomasa
<input type="checkbox"/> Hidráulica	<input type="checkbox"/> Gas
	<input type="checkbox"/> Cogeneración
	<input type="checkbox"/> Eólica
	<input type="checkbox"/> Otro, cual: _____
Cuenta con almacenamiento de energía: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Si marcó SI , indique capacidad (kW) y energía (KWh): _____ y _____
6. Información de la tecnología de generación de energía:	
Basada en inversores	NO basada en inversores (datos del generador)
Capacidad en DC (kW DC): _____	Número de unidades de generación: _____
Voltaje salida del Inversor (V): _____	Fabricante del (los) generador (es): _____
Voltaje entrada del Inversor (V): _____	Modelo del (los) generadores: _____
Número de inversores: _____	Voltaje del (los) generador (es) (V): _____
Fabricante de los inversores: _____	Potencia nominal agregada (kVA): _____
Modelo de los inversores: _____	Factor de potencia: _____
Potencia total en AC (kW AC): _____	Número de fases: _____
Número de fases: _____	
Si es solar fotovoltaica-FV:	
Potencia por panel (W): _____	
Número de paneles: _____	
Para todas las tecnologías	
Dispositivo que limita la exportación de energía a la red: _____	Marca: _____ Referencia: _____
El dispositivo empleado para limitar la exportación de energía a la red, se encuentra en: <input type="checkbox"/> El inversor <input type="checkbox"/> Otro, cuál: _____	
Transformador del punto de conexión (aplica cuando el punto de conexión con el OR sea en el nivel de tensión 2 o 3):	
Número de transformadores: _____	Potencia nominal (kVA): _____
Grupo de conexión: _____	Relación de transformación: _____
7. Observaciones (Aclaraciones que desee realizar sobre el proyecto):	
Lugar, Fecha: _____	
Recibido: _____	Firma: _____

NOTAS:

Nota 1: Cargar la información al aplicativo de la página web del OR o remitir formulario en formato Excel y PDF (firmado) y el anexo correspondiente del proyecto al correo electrónico xxxx@xxx.co con el siguiente asunto: *Formulario para solicitud de conexión de GE, GD, CG y AG a los SDL del SIN.*

Nota 2: Serán rechazadas las solicitudes que no lleguen con la información indicada en la guía o que el formulario esté incompleto.

9 ANEXO 3: DEFINICIONES EMPLEADAS

A continuación, se presentan las definiciones empleadas en este documento.

- **Autogeneración:** aquella actividad realizada por personas naturales o jurídicas que producen energía eléctrica principalmente, para atender sus propias necesidades.
- **Autogenerador (AG):** usuario que realiza la actividad de autogeneración. El usuario puede ser o no ser propietario de los activos de autogeneración.
- **Autogenerador a gran escala (AGGE):** autogenerador con potencia instalada superior al 1 MW según el artículo primero de la Resolución UPME 281 de 2015 o aquella que la modifique o sustituya.
- **Autogenerador a pequeña escala (AGPE):** autogenerador con potencia instalada igual o inferior a 1 MW, según el artículo primero de la Resolución UPME 281 de 2015 o aquella que la modifique o sustituya.
- **Cogeneración:** proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de la actividad productiva de quien produce dichas energías, destinadas ambas al consumo propio o de terceros en procesos industriales o comerciales, de acuerdo con lo establecido en la ley 1215 de 2008 y en la Resolución CREG 005-2010.
- **Cogenerador (CG):** persona natural o jurídica que tiene un proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica como parte integrante de su actividad productiva, que reúne las condiciones y requisitos técnicos para ser considerado como cogeneración. El Cogenerador puede o no, ser el propietario de los activos que conforman el sistema de Cogeneración; en todo caso, el proceso de cogeneración deberá ser de quien realice la actividad productiva de la cual hace parte.
- **Exportación de energía:** cantidad de energía inyectada a la red por un autogenerador, un cogenerador, un generador o un generador distribuido.
- **Generación:** aquella actividad realizada por personas naturales o jurídicas que producen energía eléctrica para vender.

- **Generador (GE):** persona natural o jurídica que produce energía eléctrica y tiene por lo menos una planta y/o unidad de generación conectada al Sistema Interconectado Nacional, bien sea que desarrolle esa actividad en forma exclusiva o en forma combinada con otra u otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ellas sea la actividad principal.
- **Generador distribuido (GD):** persona jurídica que genera energía eléctrica cerca de los centros de consumo, y está conectado al Sistema de Distribución Local y con potencia instalada menor o igual a 0,1 MW.
- **Importación de energía:** cantidad de energía eléctrica consumida de la red por un autogenerador, cogenerador, generador o generador distribuido.
- **Niveles de tensión:** los STR y SDL se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:
 - Nivel 4: sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor a 220 kV.
 - Nivel 3: sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 57,5 kV.
 - Nivel 2: sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30 kV.
 - Nivel 1: sistemas con tensión nominal menor a 1 kV.
- **Operador de Red de STR y SDL (OR):** persona encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un STR o SDL, incluidas sus conexiones al STN. Los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen Cargos por Uso de los STR o SDL aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios. La unidad mínima de un SDL para que un OR solicite Cargos de Uso corresponde a un Municipio.
- **Planta de generación:** es el conjunto de una o más unidades de generación; esto es, de equipos que transforman recursos primarios de generación, renovables o no renovables, en energía eléctrica. Incluye los sistemas de protección, servicios auxiliares, comunicaciones, medición y el equipo requerido para hacer la conexión a un sistema eléctrico externo tales como cables, inversores, transformadores, etc.
- **Potencia nominal de generación:** también llamada capacidad nominal de generación, es el valor en MW, con una precisión de cuatro decimales, que corresponde a la suma de la capacidad nominal de las unidades de generación que conforman la planta. Para plantas cuya conexión al SDL se hace a través de inversores es la suma de capacidades nominales de los inversores.

La capacidad nominal de una unidad de generación corresponde al valor de placa de la máquina rotativa. La capacidad nominal de un inversor corresponde al valor de placa del equipo.

- **Potencia a exportar:** o potencia inyectada, es el valor en MW, con una precisión de cuatro decimales, que corresponde a la potencia total que la planta exportará al SDL. La potencia exportada puede ser menor o igual a la potencia nominal de generación. Para plantas que no exportarán energía al SDL el valor de potencia exportada a declarar es cero.
- **Punto de conexión:** es el punto de conexión eléctrico en el cual los activos de conexión de un usuario o de un generador se conectan al STN, a un STR o a un SDL.
- **Sistema de Distribución Local (SDL):** sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a los Niveles de Tensión 3, 2 y 1 dedicados a la prestación del servicio en un Mercado de Comercialización.
- **Sistemas de suministro de energía de emergencia:** son aquellas plantas, unidades de generación o sistemas de almacenamiento de energía que utilizan los usuarios para atender parcial o totalmente su consumo en casos de interrupción del servicio público de energía eléctrica y tienen un sistema de transferencia manual o automático de energía o algún sistema que garantiza la no inyección de energía eléctrica a la red.
- **Sistema de Transmisión Regional (STR):** sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por los Activos de Conexión del OR al STN y el conjunto de líneas, equipos y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan en el Nivel de Tensión 4. Los STR pueden estar conformados por los activos de uno o más Operadores de Red.
- **Sistema de Transmisión Nacional (STN):** es el sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas, equipos de compensación y subestaciones que operan a tensiones iguales o superiores a 220 kV, los transformadores con este nivel de tensión en el lado de baja y los correspondientes módulos de conexión.
- **Sistema Interconectado Nacional (SIN):** es el sistema compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: las plantas y equipos de generación, la red de interconexión, las redes regionales e interregionales de transmisión, las redes de distribución, y las cargas eléctricas de los usuarios.

- **Solicitante:** persona natural o jurídica que desea instalar una planta de generación que se conectará a un Sistema de Distribución Local del Sistema Interconectado Nacional y se declara autogenerador, cogenerador, generador o generador distribuido.
- **Zonas No Interconectadas (ZNI):** para todos los efectos relacionados con la prestación del servicio público de energía eléctrica se entiende por Zonas No Interconectadas a los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectadas al Sistema Interconectado Nacional.

FIN DEL DOCUMENTO