





# NORMA DE CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM



GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
		PÁGINA: 1 de 21	

CONTROL DE CAMBIOS								
Fecha			Elaboró y Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AA				DD	MM	AA
		1996	Unidad Ingeniería Distribución	Gerencia General	Elaboración			1996
01	07	2010	Unidad Ingeniería Distribución	Gerencia General	Actualización	01	07	2010
04	12	2018	Unidad CET N&L (EPM) Equipo Homologación Técnica (Grupo EPM)	Gerencia CET EPM	Actualización	04	12	2018

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada  PÁGINA: 2 de 21



## TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETO.....	6
2.	ALCANCE .....	6
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	6
4.	DEFINICIONES.....	7
5.	CONDICIONES PARA LA CONEXIÓN AL OR .....	8
5.1	Procedimiento simplificado para la conexión .....	8
5.1.1	AGPE con potencia instalada menor a 0,1 MW y GD.....	9
5.1.1.1	AGPE (< 0,1 MW) que no inyecta a la red.....	9
5.1.1.2	AGPE (< 0,1 MW) que inyecta a la red.....	9
5.1.1.3	GD (< 0,1 MW) y que inyecta a la red .....	12
5.1.2	AG con potencia instalada mayor a 0.1 MW y menor o igual a 5 MW .....	13
5.2	Estudios de conexión .....	14
5.3	Requisitos técnicos para los sistemas DER .....	14
5.3.1	Instalaciones.....	14
5.3.2	Paneles solares .....	15
5.3.3	Equipos de medida .....	15
5.3.4	Inversores o microinversores.....	15
5.3.5	Cables y conectores para sistemas fotovoltaicos .....	16
5.3.6	Equipos de protección al interior de la instalación del AG o GD.....	16
5.3.6.1	Dispositivos de protección .....	16
5.3.6.2	Dispositivo de corte visible .....	17
6.	PROCEDIMIENTO PARA LA CONEXIÓN .....	17
6.1	Programación de pruebas de conexión.....	17
6.2	Pruebas previas a la conexión .....	18
6.3	Sistema de protección anti-isla .....	19
7.	CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	20
7.1	Tensión .....	20
7.2	Frecuencia .....	20
7.3	Calidad de la potencia.....	20

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 3 de 21



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas aplicables .....	6
Tabla 2. Lista de chequeo para la conexión de sistemas DER al OR .....	18
Tabla 3. Tiempo de despeje según rango de tensión .....	20
Tabla 4. Tiempo de despeje según capacidad y rango de frecuencia .....	20
Tabla 5. Límites permitidos de armónicos y TDD .....	21

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 4 de 21

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. AGPE solar fotovoltaico conectado a la red (aspecto externo) .....	10
Figura 2. AGPE solar fotovoltaico conectado a la red (aspecto interno) .....	11
Figura 3. AGPE solar fotovoltaico conectado a la red (conexión del inversor al tablero de interruptores) .....	12
Figura 4. GD que inyecta a la red.....	13

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 5 de 21

## 1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer las condiciones técnicas que deben garantizarse para la conexión de sistemas de autogeneración o generación distribuida de energía eléctrica a los Sistemas de Distribución de Energía (SDE) de EPM y las filiales nacionales de energía del Grupo EPM.

## 2. ALCANCE

Esta norma plantea los requisitos técnicos para la conexión de Autogeneradores a Pequeña Escala (AGPE), Generadores Distribuidos (GD) y Autogeneradores a Gran Escala (AGGE) hasta 5 MW, considerando lo indicado por la Resolución CREG 030 de 2018 y proporcionando un mayor detalle en algunos de los aspectos que deben ser considerados en dicha conexión. Además, esta norma aplica para cualquier tecnología que se utilice para la generación, así:



- Tecnologías de generación de electricidad basada en máquinas rotativas: Comprende aquellos sistemas cuya generación de electricidad se realiza mediante la aplicación de tecnologías que utilizan máquinas rotativas (síncronas o asíncronas), tales como: generadores acoplados a turbinas de vapor, generadores acoplados a turbinas hidráulicas o aerogeneradores.
- Tecnologías de generación de electricidad basada en máquinas no rotativas: Comprende aquellos sistemas cuya generación de electricidad se realiza mediante la aplicación de tecnologías que no utilizan máquinas rotativas. Algunos ejemplos son: generación fotovoltaica la cual es basada en inversores (equipos de electrónica de potencia) o las celdas de combustible.

## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los documentos considerados para la elaboración de esta norma son los que se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Normas aplicables**

Código del documento	Descripción
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
IEEE 1547 (2003)	IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems
IEEE 1547.1 (2005)	IEEE Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems
IEEE 1547.2 (2005)	Application Guide for IEEE Std 1547
IEEE 1547.3 (2007)	IEEE Guide for Monitoring, Information Exchange, and Control of Distributed Resources Interconnected with Electric Power Systems
IEEE 1547.7 (2013)	IEEE Guide for Conducting Distribution Impact Studies for Distributed Resource Interconnection

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 6 de 21

Código del documento	Descripción
Ley 1715 de 2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.
Resolución CREG 038 (2014)	Por la cual se modifica el Código de Medida contenido en el Anexo general del Código de Redes
Resolución UPME 281 (2015)	Límite de autogeneración a pequeña escala (1MW)
Resolución CREG 030 (2018)	Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el sistema interconectado nacional
Acuerdo CNO 1071 de 2018	Por el cual se aprueba el documento "Requisitos de Protecciones para la conexión de Sistemas de Generación (menores a 5 MW) en el SIN colombiano"

#### 4. DEFINICIONES

Para la correcta comprensión de esta norma, se definen a continuación algunos términos y en este sentido deberán ser interpretados:

**Autogenerador (AG):** Usuario conectado al Sistema Interconectado Nacional (SIN) que realiza la actividad de autogeneración. El usuario puede ser o no ser propietario de los activos de autogeneración.

**Autogeneración:** Es la producción de energía eléctrica con el propósito de atender total o parcialmente la demanda (carga) de un consumidor.

**Autogenerador a gran escala (AGGE):** Autogenerador con potencia instalada superior a 1 MW (límite definido en el artículo primero de la Resolución UPME 281 de 2015).

**Autogenerador a pequeña escala (AGPE):** Autogenerador con potencia instalada igual o inferior a 1 MW (límite definido en el artículo primero de la Resolución UPME 281 de 2015).



**Estudio de conexión:** Documento en el que se analizan los impactos que un futuro autogenerador o generador distribuido puede causar al desempeño de la red de distribución de energía a la cual se conecta.

**Excedentes:** Toda exportación de energía eléctrica realizada por un autogenerador.

**Generador distribuido (GD):** Persona natural o jurídica que genera energía eléctrica cerca de los centros de consumo y está conectado al Sistema de Distribución con un valor de potencia instalada menor o igual a 0,1 MW.

**Importación de energía:** Cantidad de energía eléctrica consumida por un autogenerador, desde la infraestructura del operador de la red de energía eléctrica.

**Operador de Red (OR):** Entidad encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional (STR)

GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. 0
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 7 de 21

o un Sistema de Distribución Local (SDL), incluidas sus conexiones al Sistema de Transmisión Nacional (STN). En el contexto de esta norma, se refiere a EPM y las filiales nacionales de energía del Grupo EPM.

**Recursos Energéticos Distribuidos (DER):** Se refiere a aquellos sistemas de generación y almacenamiento de energía instalados cerca de los puntos de demanda y que pueden, o no, conectarse a una red de distribución de energía. En el contexto de esta norma, se refiere a los AGPE, AGGE hasta 5 MW o GD que se interconectan con el sistema del OR. Con el fin de no generar confusiones, se citará la sigla en inglés: DER (Distributed Energy Resources).

**Recursos Energéticos Distribuidos (DER) aislados:** Se refiere a aquellos sistemas DER que operan de forma aislada, es decir, que no requieren conectarse a la red del OR para su funcionamiento.

**Recursos Energéticos Distribuidos (DER) interconectados:** Se refiere a aquellos sistemas DER que, para su funcionamiento, deben estar conectados a la red del OR. Un ejemplo, es el caso de AG solares fotovoltaicos con inversores que operan, siempre y cuando, estén conectados al OR.

**Sistema de Distribución de Energía (SDE):** Se refiere a la infraestructura de la red de distribución a la cual se conectará la instalación DER.

**Sistema de protección anti-isla:** Consiste en aquella función de protección de la instalación DER encargada de evitar que dicha instalación permanezca energizada cuando la red del OR sea desenergizada (ya sea por un evento programado o no programado).

## 5. CONDICIONES PARA LA CONEXIÓN AL OR



Los sistemas DER interconectados al SDE del OR deberán cumplir lo indicado en la Resolución CREG 030 de 2018 y lo descrito en esta norma.

### 5.1 Procedimiento simplificado para la conexión

El usuario que desee implementar un sistema DER y conectarlo al SDE del OR deberá cumplir con los requisitos definidos y publicados en la página WEB del OR.

El primer paso consiste en el diligenciamiento del formato de conexión, cuyo objetivo es conocer el propósito del cliente que se conectará al sistema del OR, el tipo de generación a instalar y la información técnica que le permita al OR evaluar las condiciones de integración a la red y cuantificar el impacto que dicho sistema podría causar al SDE.

En general, los requisitos de conexión de los sistemas AG y GD dependen de la capacidad instalada y si dichos sistemas inyectarán, o no, excedentes a la red del SDE. Los siguientes

GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
		PÁGINA: 8 de 21	



numerales ilustran estos casos.

### 5.1.1 AGPE con potencia instalada menor a 0,1 MW y GD

Para este caso, se requiere lo siguiente:

- Diligenciar el formato de conexión.
- Consultar el estado de disponibilidad de la red del OR para la integración del DER.
- Suministrar los documentos anexos solicitados en el formato de conexión:
  - ✓ Diagrama unifilar.
  - ✓ Memorias de cálculo y selección del sistema de medida.
  - ✓ Esquema de protecciones de voltaje y frecuencia del punto de conexión.
  - ✓ El tipo de conexión a tierra, tanto para la tecnología de generación, como para el punto de conexión.
- Tener en cuenta los documentos solicitados en el formato de conexión para ser suministrados previa a la solicitud de conexión:
  - ✓ Certificación de conformidad con el RETIE (Dictamen y Declaración de Cumplimiento).
  - ✓ Certificado de conformidad de producto y certificados de calibración vigentes para el sistema de medición (cuando se realice cambio de medidor).
  - ✓ Especificaciones técnicas de los componentes del sistema de generación.

Además de los requisitos anteriores, se deberá cumplir lo siguiente según el caso.


#### 5.1.1.1 AGPE (< 0,1 MW) que no inyecta a la red

Para esta clasificación, se debe considerar lo siguiente:

- El sistema DER deberá instalar un dispositivo limitador que impida la inyección hacia la red del OR y deberá indicarla al OR cuál es el método o dispositivo utilizado para dicha limitación.
- No es necesario el cambio del medidor existente.

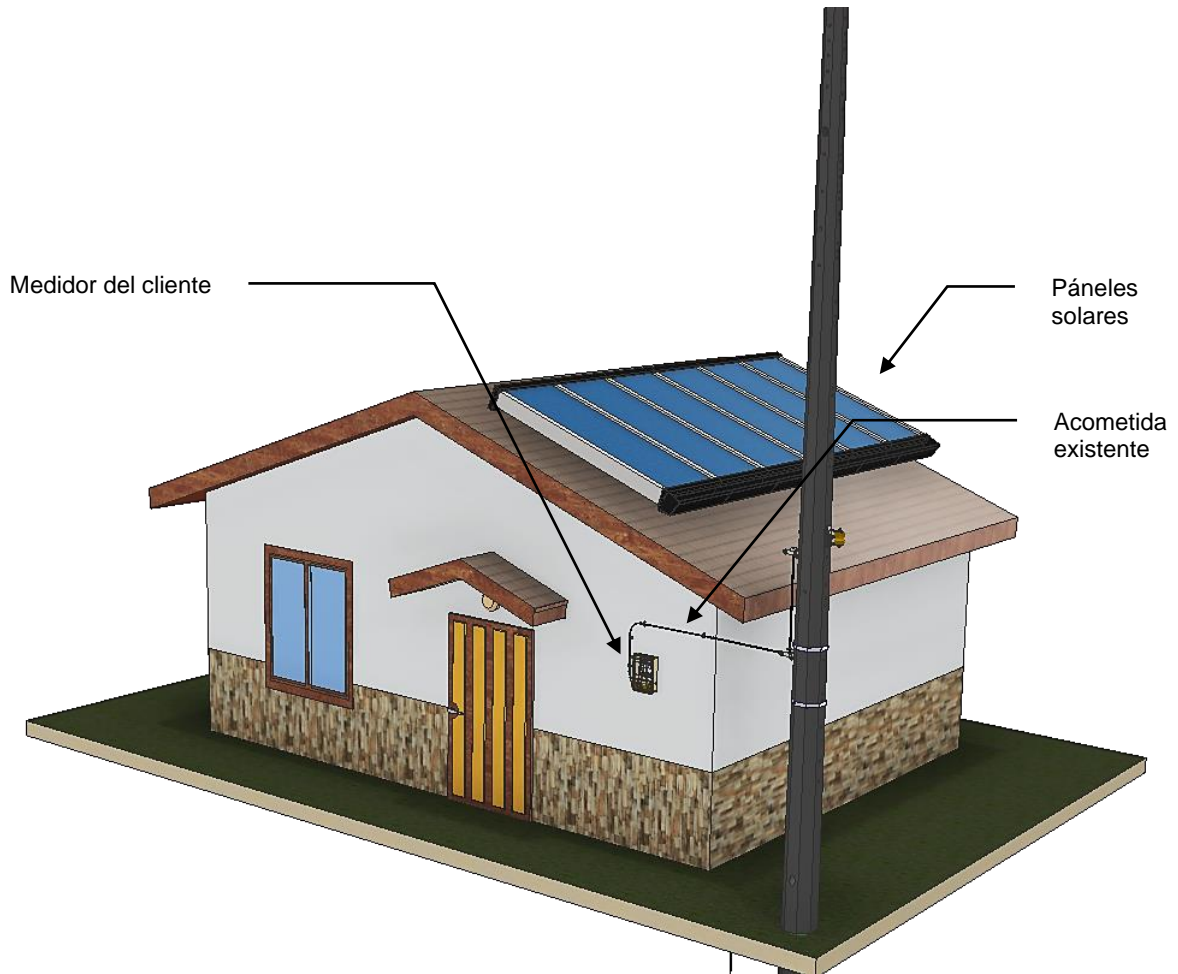
#### 5.1.1.2 AGPE (< 0,1 MW) que inyecta a la red



Para estos sistemas, se debe cambiar el medidor existente por un medidor bidireccional con perfil de carga. El medidor existente (unidireccional) mide el consumo de energía cuando ésta fluye en un solo sentido (desde el SDE del OR hacia el cliente). El medidor bidireccional registra el flujo de energía en ambos sentidos (desde el OR hacia el cliente y desde el sistema AGPE hacia el OR). En el caso que no se cambie el medidor unidireccional y se presente inyección de excedentes a la red del OR, el medidor sumará los flujos de energía en ambas direcciones, aumentando así, el valor del consumo registrado. El perfil de carga permite obtener mediciones horarias de los flujos de energía, lo cual se requiere para su adecuada facturación.

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
		PÁGINA: 9 de 21	

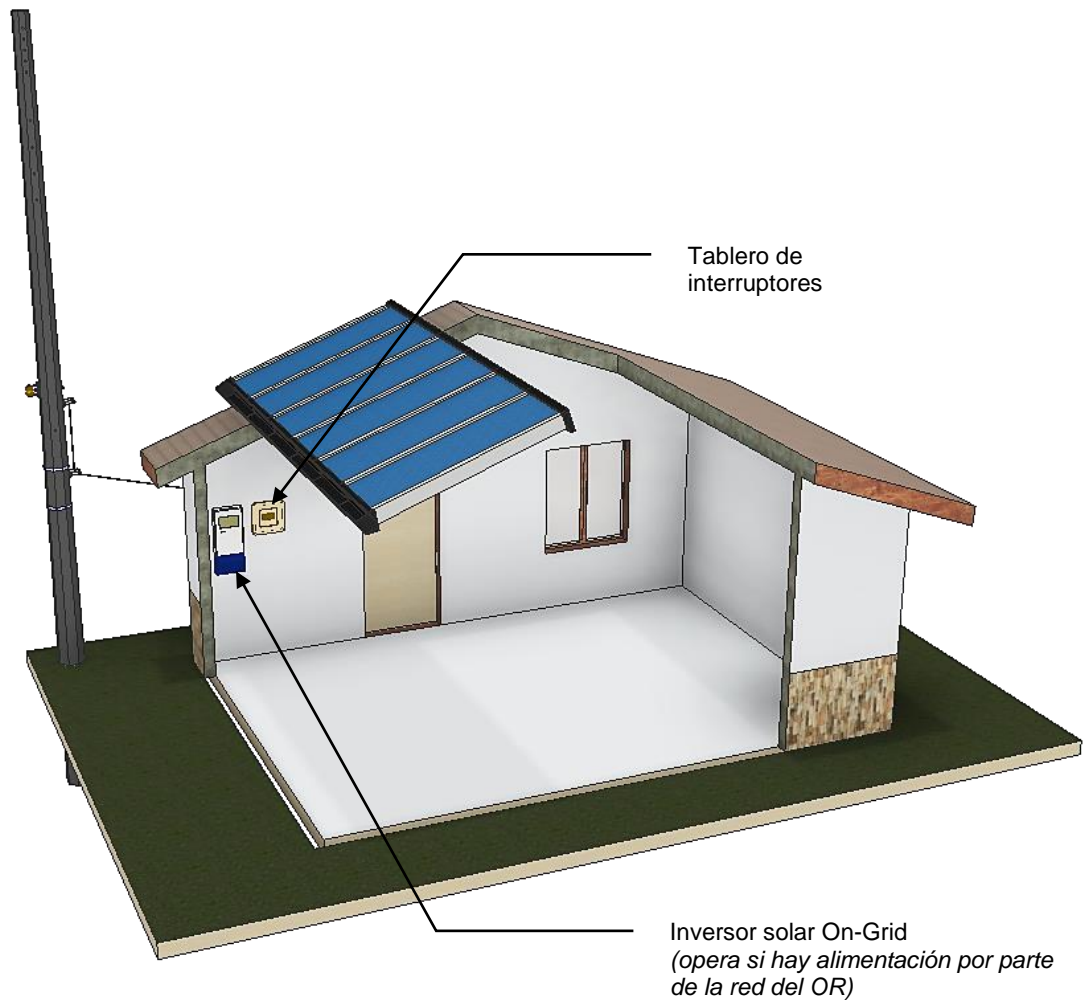
En su gran mayoría, los sistemas descritos en el numeral 5.1.1 se conectan al nivel de tensión 1 (sistemas en baja tensión: < 1000 V). A continuación, se ilustran figuras con imágenes de referencia con posibles configuraciones para sistemas solares fotovoltaicos según lo descrito en el numeral 5.1.1. Aunque los sistemas AGPE y GD pueden corresponder a cualquier tecnología de generación, se ilustrarán sistemas solares fotovoltaicos debido a que dichos sistemas aún no son de uso masivo, pero sí están aumentando gradualmente sus aplicaciones.



**Figura 1. AGPE solar fotovoltaico conectado a la red (aspecto externo)**



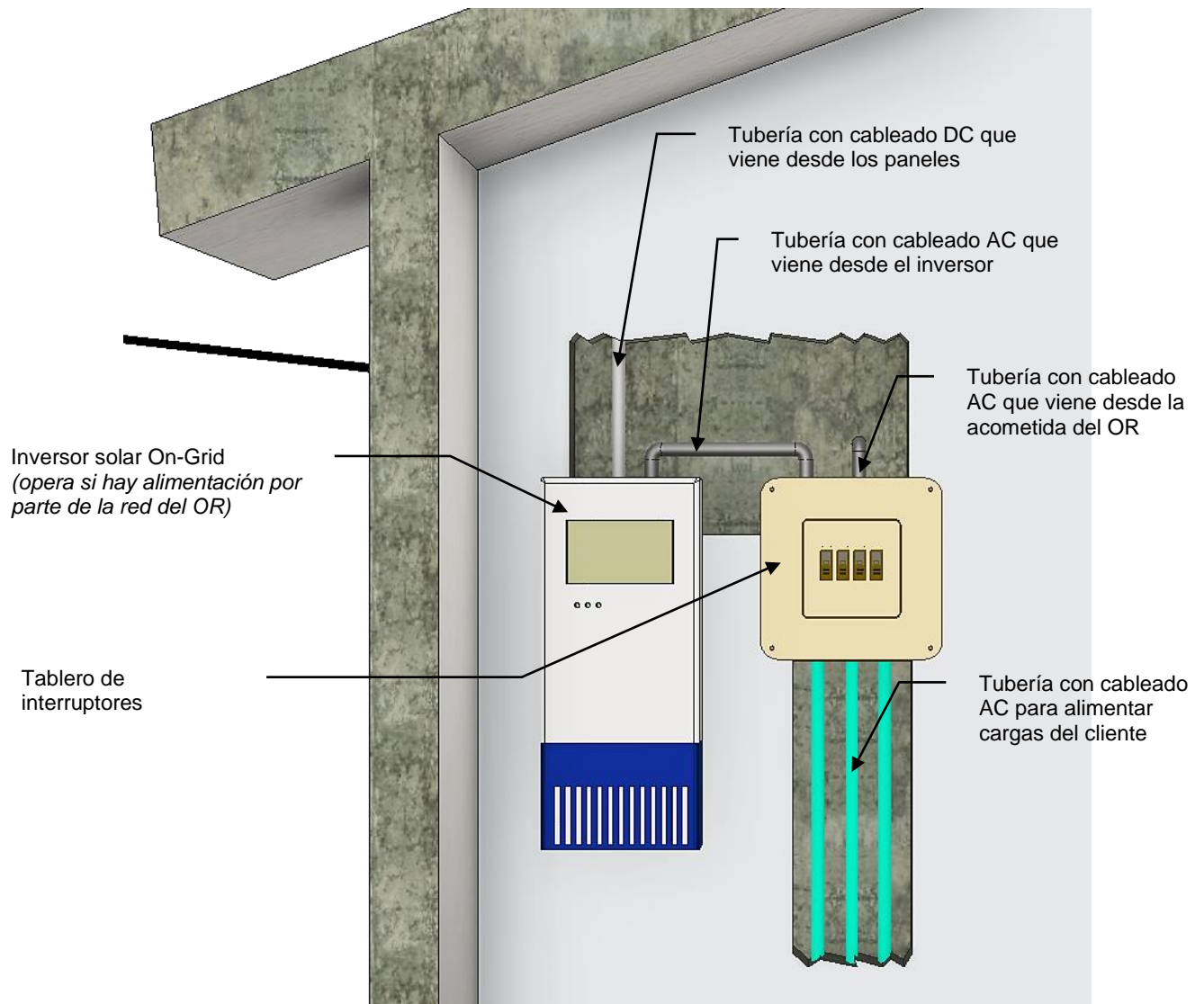
GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
		PÁGINA: 10 de 21	

**Figura 2. AGPE solar fotovoltaico conectado a la red (aspecto interno)**





GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. <b>0</b>	
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM	
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 11 de 21

**Figura 3. AGPE solar fotovoltaico conectado a la red (conexión del inversor al tablero de interruptores)**

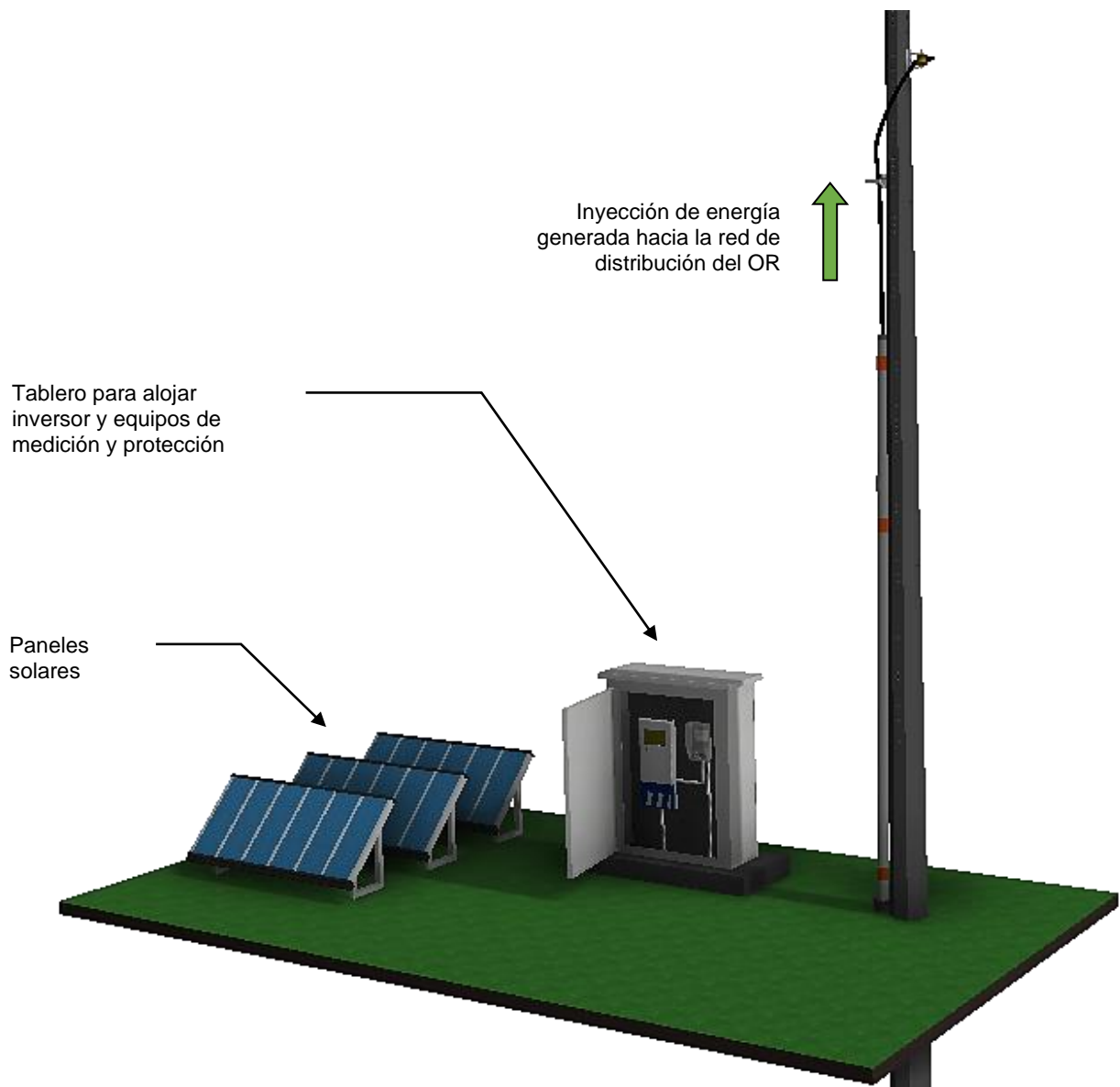


### 5.1.1.3 GD (< 0,1 MW) y que inyecta a la red

En este caso, se puede instalar un medidor con lectura en una sola dirección, ya que solamente se presenta flujo de energía entre el generador y la red del OR.

GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. <b>0</b>	
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM	
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 12 de 21



**Figura 4. GD que inyecta a la red**



### 5.1.2 AG con potencia instalada mayor a 0.1 MW y menor o igual a 5 MW

Para este caso, se requiere lo siguiente:

- Realizar el estudio de conexión simplificado de acuerdo con las indicaciones publicadas por el OR.
- Diligenciar el formato de conexión.
- Suministrar los documentos anexos solicitados en el formato de conexión:
  - ✓ Diagrama unifilar.

GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. <b>0</b>	
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM	
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 13 de 21



- ✓ Memorias de cálculo y selección del sistema de medida.
- ✓ Esquema de protecciones de voltaje y frecuencia del punto de conexión.
- ✓ El tipo de conexión a tierra, tanto para la tecnología de generación, como para el punto de conexión.
- Tener en cuenta los documentos solicitados en el formato de conexión para ser suministrados previa a la solicitud de conexión:
  - ✓ Certificación de conformidad con el RETIE (Dictamen y Declaración de Cumplimiento).
  - ✓ Certificado de conformidad de producto y certificados de calibración vigentes para el sistema de medición (cuando se realice cambio de medidor).
  - ✓ Especificaciones técnicas de los componentes del sistema de generación.

## 5.2 Estudios de conexión

Estos estudios serán requeridos para la conexión de sistemas AGPE entre 0,1 MW y 1 MW, además de aquellas instalaciones menores a 0,1 MW donde las condiciones de integración al SDE no cumplan con los criterios definidos por la Resolución CREG 030 de 2018. Su contenido se encuentra publicado en la página WEB del OR. Para la definición del contenido de dichos estudios se consideró lo indicado por la norma IEEE 1547.7. La elaboración de dichos estudios requerirá de información suministrada, tanto por el OR como por el sistema DER.



## 5.3 Requisitos técnicos para los sistemas DER

Estos requisitos aplican tanto a las instalaciones como a los productos que conforman los sistemas DER.

### 5.3.1 Instalaciones

La versión vigente del RETIE (2013) no definió requisitos específicos para instalaciones AGPE o GD, mientras que el borrador de la nueva versión RETIE sí contempla dichas instalaciones. Sin embargo, la versión vigente indica en los numerales 20.22 “Paneles solares fotovoltaicos” y 28.3.10 “Sistemas integrados y sistemas solares fotovoltaicos” que la instalación eléctrica (incluyendo reguladores, cargadores e inversores) y el montaje de los paneles deben hacerse conforme a la Sección 690 de la NTC 2050. Adicionalmente, se indica que “...*En unidades de vivienda o similares no se permite la conexión de sistemas solares a más de 220 V. Cuando la carga de acumulación en las baterías supere los 1000 A/h, se deben instalar en un cuarto aireado, independiente al lugar donde se alojen los demás equipos del sistema solar.*”

Por hacer parte de las instalaciones especiales descritas en el numeral 28.3 del RETIE, los sistemas solares fotovoltaicos deberán contar con un dictamen que certifique el cumplimiento de la instalación con dicho reglamento. Por lo tanto, el propietario del sistema DER deberá suministrar el certificado de conformidad de la instalación con el RETIE, previo a la conexión del sistema por parte del OR.

GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. <b>0</b>	
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM	
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 14 de 21

En los numerales siguientes se citarán algunos de los principales componentes de los sistemas DER con un enfoque en los componentes de AG y GD correspondientes a la tecnología solar fotovoltaica. Para las tecnologías de generación de electricidad que se basan en máquinas rotativas, se debe cumplir lo indicado en el numeral 20.21 “Motores y generadores eléctricos” de la versión vigente del RETIE (2013).

### 5.3.2 Paneles solares

De acuerdo con lo indicado en la versión vigente del RETIE, los paneles a instalar deben cumplir los requisitos de una norma técnica de fabricación y demostrarlo mediante un certificado de conformidad de producto expedido por un organismo de certificación acreditado.

El cumplimiento de este requerimiento será suficiente si cumple alguna de las siguientes dos normas técnicas de fabricación:

- IEC 61215: Design Qualification and Type Approval (módulos fotovoltaicos de silicio cristalino).
- IEC 61730: Requisitos para la construcción, ensayos y seguridad.

### 5.3.3 Equipos de medida

Los equipos de medida para los sistemas AG o GD deberán cumplir con lo indicado en el código de medida (Resolución CREG 038 de 2014). Según cada caso descrito en los numerales 5.1.1 y 5.1.2, dichos medidores deberán registrar la energía en una dirección o en ambas direcciones (bidireccional).



Para el caso de requerirse la instalación de un medidor bidireccional, éste deberá cumplir lo siguiente:

- Contar con un informe de calibración en ambos sentidos.
- Contar con un informe de parametrización de sus variables.
- Deberá contar con perfil de carga.

Para la instalación de los equipos de medida, se deben cumplir los requisitos definidos en la norma EPM RA8-030.

### 5.3.4 Inversores o microinversores

El inversor o microinversor deberá cumplir los requisitos de una norma técnica de fabricación y demostrarlo mediante un certificado de conformidad de producto expedido por un organismo de certificación acreditado.

GERENCIA T&D ENERGÍA	NORMAS ESPECIALES	RA9-001	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
		PÁGINA: 15 de 21	

El cumplimiento de este requerimiento será suficiente si cumple alguna de las siguientes normas técnicas de fabricación:

- IEC 62109: Seguridad de los convertidores de potencia para uso en sistemas de energía fotovoltaica. Partes 1 y 2. Requisitos generales y particulares para inversores.
- UL 1741 Standard for Safety of Inverters, Converters and Controllers for Use in Independent Power Systems
- IEC 61727. Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of the utility interface (Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características de la interface con la red en el punto de conexión)

En todo caso, el inversor o microinversor deberá contar con una protección anti-isla, la cual consiste en evitar que este equipo permanezca energizado cuando la red del OR sea desenergizada o se presente alguna interrupción del servicio. Esta protección no corresponde a un elemento o componente externo al inversor, sino que hace parte del diseño y del funcionamiento interno del mismo. Esta característica debe ser demostrada mediante el certificado de conformidad con la norma UL 1741, IEEE 1547 o IEC 62116.

### 5.3.5 Cables y conectores para sistemas fotovoltaicos

Los cables para sistemas fotovoltaicos deberán contar con el certificado de conformidad con la norma UL 4703 o equivalente. Dicho certificado debe ser expedido por un organismo de certificación acreditado y debe estar vigente.

Para el caso de los conectores, se deberá contar con el certificado de conformidad con la norma UL 6703 o equivalente.



### 5.3.6 Equipos de protección al interior de la instalación del AG o GD

#### 5.3.6.1 Dispositivos de protección

Estos dispositivos podrán variar según el tipo de instalación o la tecnología de generación. Para el caso de instalaciones de AG o GD basadas en máquinas rotativas, se deberá contar, como mínimo, con las siguientes protecciones:

- ANSI 59: Sobre voltaje
- ANSI 27: Bajo voltaje
- ANSI 81 O/U: Sobre y baja frecuencia
- ANSI 32: Flujo de potencia inversa (vista desde el punto del generador del sistema DER)
- ANSI 46: Secuencia negativa
- ANSI 25: Sincronismo

Para los anteriores equipos, se deberá suministrar al OR toda la información con los ajustes

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
		PÁGINA: 16 de 21	



finales (donde aplique). En el caso que el AG o GD solicite el cambio de ajustes a los relés de la subestación y otros equipos de protección del OR, deberá informar detalladamente los argumentos para dicha solicitud indicando, además, la direccionalidad y los esquemas de sincronismo.

En caso que la instalación con AG o GD sea basada en inversores, dichos inversores deberán garantizar la operación de las protecciones anteriores, ya sea por configuración del inversor o por la instalación de equipos adicionales.

### 5.3.6.2 Dispositivo de corte visible

Este elemento debe permitir la apertura de la instalación del AG o GD, de manera que dicha instalación queda aislada totalmente. Deberá ser de corte visible y de fácil acceso. Además, su voltaje nominal debe corresponder, como mínimo, al voltaje de línea de los conductores donde será conectado.

En caso que dicho dispositivo corresponda a un interruptor termo magnético, éste deberá estar dimensionado de acuerdo con los niveles de cortocircuito, niveles de tensión y los tiempos de interrupción requeridos en ese punto de conexión y con los parámetros eléctricos del circuito alimentador y del sistema AG o GD.



Para el caso de instalaciones de AG o GD basadas en un inversor, dicho interruptor se debe conectar a la salida del inversor. El cálculo de la corriente nominal deberá considerar los valores de corriente AC a la salida de los inversores. En todo caso, no se deberán presentar disparos inesperados.

## 6. PROCEDIMIENTO PARA LA CONEXIÓN

### 6.1 Programación de pruebas de conexión

Esta programación será gestionada, en cada empresa, por la dependencia encargada de recibir los nuevos proyectos de redes. Dicha gestión deberá ser concertada con la dependencia que controla la operación de la infraestructura de la red de distribución de energía en cada empresa. La programación incluye lo siguiente:

- Indicar la fecha y hora de la consigna operativa.
- Indicar el objeto de la consigna operativa a desarrollar en la que se indique el procedimiento detallado de la puesta en servicio del sistema DER.
- El día de la consigna operativa, la persona responsable deberá llamar a la línea de atención del OR e informar al personal de la operación que se encuentra en turno, el procedimiento a ejecutar y si hay necesidad de deshabilitar los recierres del circuito de conexión. La comunicación deberá ser mediante correo electrónico.
- Llamar a la línea de atención del OR para indicar que estará dando inicio a las pruebas.
- El procedimiento de pruebas y conexión deberá efectuarse con acompañamiento de

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>	
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM	
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 17 de 21

personal del OR.

- Indicar el nombre de la persona responsable (por parte del sistema DER) de ejecutar las pruebas, además de, número de teléfono celular y correo electrónico.
- En el caso de que el cliente realice la instalación de un relé en el punto de conexión, deberá contar con los ajustes debidamente aprobados.

## 6.2 Pruebas previas a la conexión

Antes del comisionamiento de la instalación DER y su conexión al OR, el propietario del sistema DER deberá suministrar:

- Certificación de conformidad con el RETIE
- Certificado de conformidad de producto del sistema de medición
- Certificados de calibración del sistema de medición
- Toda la información sobre los equipos de protección para la aprobación por parte del OR.



El OR deberá verificar una adecuada coordinación del recierre automático del alimentador del OR con los tiempos de respuesta del sistema DER. Adicionalmente, el personal del OR deberá verificar cada aspecto de la lista de chequeo que se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Lista de chequeo para la conexión de sistemas DER al OR**

Aspecto a evaluar	Cumple
Verificar que la potencia instalada y la capacidad nominal de los equipos y componentes cumpla con los diseños definidos.	Si ( ) No ( )
Registrar los parámetros de configuración de los equipos y revisar que se encuentren ajustados según lo definido previamente.	Si ( ) No ( )
Abrir los dispositivos de corte de los transformadores conectados al punto de conexión del DER	Si ( ) No ( )
Abrir los dispositivos de corte de los circuitos alimentadores de las cargas	Si ( ) No ( )
Abrir los dispositivos de corte de la planta de emergencia (si aplica)	Si ( ) No ( )
Cerrar los dispositivos de corte del sistema DER	Si ( ) No ( )
Interrumpir el suministro de energía por parte del OR	Si ( ) No ( )
Verificar la ausencia de tensión	Si ( ) No ( )
Verificar que el sistema DER deje de operar dentro de los tiempos definidos	Si ( ) No ( )
Normalizar el sistema, procediendo en orden inverso	Si ( ) No ( )
Verificar el conexionado del sistema de medición	Si ( ) No ( )
En caso que el sistema cuente con telemedida o monitoreo remoto, se deberá realizar una prueba funcional para validar que esté en condiciones operativas adecuadas	Si ( ) No ( )

Adicionalmente, se deberán considerar las siguientes recomendaciones:

- Aplicar las reglas de oro de seguridad

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 18 de 21

- Ubicar, previamente y con precisión, todos los dispositivos que se operarán
- Tener los equipos y herramientas necesarios para el trabajo
- Disponer del personal que realizó la instalación del sistema DER y del cliente para realizar la operación de los equipos
- Contar con un plan de contingencias en caso de alguna emergencia.

Para el caso de la conexión de un sistema DER basado en máquinas rotativas, se consideran los siguientes criterios:

- La conexión de un generador asíncrono a la red de distribución del OR sólo se realizará cuando éste haya adquirido una velocidad entre el 90% y el 100% de la velocidad de sincronismo siendo accionados por una turbina o motor.
- Para el generador síncrono, la conexión a la red de distribución del OR se podrá efectuar sólo cuando las diferencias entre las magnitudes eléctricas del generador se encuentren dentro de los siguientes rangos:
  - ✓ Diferencia de tensiones:  $\pm 8\%$
  - ✓ Diferencia de frecuencia:  $\pm 0.1\text{Hz}$
  - ✓ Diferencia de fase:  $\pm 10^\circ$

### 6.3 Sistema de protección anti-isla



Consiste en aquella función de protección de la instalación DER encargada de evitar que dicha instalación permanezca energizada cuando la red del OR sea desenergizada (ya sea por un evento programado o no programado).

Para el caso de las tecnologías de generación basadas en un inversor, el suministro del certificado de conformidad con las normas técnicas citadas para los inversores garantizará dicho cumplimiento.

Para tecnologías que no estén basadas en un inversor, se debe instalar un sistema de detección de tensión en el circuito, para que bloquee el cierre del interruptor con el cual se realiza la conexión entre la planta de generación y el SDL, en aquellos momentos en los cuales este circuito se encuentra desenergizado.

Además, deberá poseer un equipo de detección de flujo de potencia inversa, direccionado en el sentido del SDL, de modo que la planta del sistema DER se desconecte cuando se desenergice el circuito alimentador del OR con el fin de evitar la inyección de potencia al sistema DER y un funcionamiento inadecuado del generador. Par instalaciones que cuentan con sistemas de respaldo (p. ej. Plantas de emergencia), los sistemas DER deberán detectar la transferencia realizada para desenergizarse.

El OR podrá solicitar la ejecución de otras pruebas para verificar el correcto funcionamiento del sistema. Adicionalmente, el OR indicará si el punto de la conexión del AG o GD no es apto por

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada  PÁGINA: 19 de 21

las condiciones técnicas de la red, proporcionará las razones y sugerirá otras alternativas para realizar la conexión. El OR podrá realizar revisiones periódicas verificando el cumplimiento de los criterios técnicos de la presente norma y podrá realizar su desconexión si éstos no son cumplidos.

## 7. CONDICIONES DE OPERACIÓN

Después de la conexión del sistema DER al OR, las variables mínimas que deberán ser verificadas son las siguientes:

### 7.1 Tensión

Ante condiciones anormales de tensión, el sistema AG o GD deberá responder según lo indicado en la tabla 3 (de acuerdo con la norma IEEE 1547:2003).

**Tabla 3. Tiempo de despeje según rango de tensión**

Rango de tensión de la red del OR (% de la tensión base)	Tiempo de despeje (s)
$V < 50\%$	0.16
$50\% \leq V < 88\%$	2.00
$110\% < V < 120\%$	1.00
$V \geq 120\%$	0.16

### 7.2 Frecuencia



Ante condiciones anormales de frecuencia, el sistema AG o GD deberá responder según lo indicado en la tabla 4 (de acuerdo con la norma IEEE 1547:2003).

**Tabla 4. Tiempo de despeje según capacidad y rango de frecuencia**

Capacidad pico de la instalación	Rango de frecuencia de la red del OR (Hz)	Tiempo de despeje (s)
$\leq 30$ kW	$59.3 < \text{frecuencia} < 60.5$	0.16
$> 30$ kW	frecuencia $> 60.5$	0.16
	$57 < \text{frecuencia} < 59.8$ (rango ajustable)	$0.16 < \text{tiempo} < 300$
	frecuencia $< 57$	0.16

### 7.3 Calidad de la potencia

Los armónicos de corriente inyectados por la instalación AG o GD deberán cumplir con los límites indicados en la tabla 5 (de acuerdo con la norma IEEE 1547:2003).



<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 20 de 21

**Tabla 5. Límites permitidos de armónicos y TDD**

Orden individual del armónico	h<11	11<h<17	17<h<23	23<h<35	35<h	Distorsión Total de Demanda (TDD)
Porcentaje (%)	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0

Para el caso de la distorsión armónica total de tensión (THDV) ésta no podrá superar un valor del 5%, según lo definido por la resolución CREG 024 de 2005 (para los niveles de tensión 1, 2 y 3).

La medición de la distorsión armónica se debe realizar en el nivel de tensión en el cual se realiza la conexión al sistema del OR.

<b>GERENCIA T&amp;D ENERGÍA</b>	<b>NORMAS ESPECIALES</b>	<b>RA9-001</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES Y GENERADORES DISTRIBUIDOS A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL GRUPO EPM</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: EQUIPO HOMOLOGACIÓN TÉCNICA GRUPO EPM
		APROBÓ: GERENCIA CET EPM	FECHA: 04/12/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 21 de 21