

Procedimiento 5. Procedimiento Requisitos mínimos de protecciones para plantas generadoras y sistemas de almacenamiento y sus anexos.

## **REQUISITOS MÍNIMOS DE PROTECCIONES PARA PLANTAS GENERADORAS Y SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO**

Contenido

<b>1.</b>	<b><u>GENERALIDADES</u></b> .....	<b>44</b>
1.1.	<u>Campo de aplicación</u> .....	44
1.2.	<u>Propósito</u> .....	44
1.3.	<u>Definiciones</u> .....	44
1.4.	<u>Acrónimos</u> .....	49
<b>2.</b>	<b><u>CONSIDERACIONES Y OBJETIVO DE PROTECCIONES</u></b> .....	<b>49</b>
<b>3.</b>	<b><u>REQUISITOS MÍNIMOS DE PROTECCIÓN</u></b> .....	<b>51</b>
3.1.	<u>Requisitos para plantas generadoras menores o iguales a 1 MW (no aplica para generación distribuida para autoconsumo):</u> .....	52
3.2.	<u>Requisitos para plantas generadoras mayores a 1 MW y hasta 5 MW</u> .....	52
3.3.	<u>Requisitos para plantas generadoras mayores a 5 MW y hasta 20 MW</u> .....	54
3.4.	<u>Requisitos para plantas generadoras mayores a 20 MW</u> .....	61
3.5.	<u>Requisitos para plantas eólicas, fotovoltaicas y sistemas de almacenamiento de energía</u> .....	64
<b>4.</b>	<b><u>DISEÑO Y COORDINACIÓN DEL ESQUEMA DE PROTECCIONES</u></b> .....	<b>65</b>
<b>5.</b>	<b><u>PUESTA EN SERVICIO</u></b> .....	<b>66</b>
5.1.	<u>Puesta en servicio del punto de conexión</u> .....	66
5.2.	<u>Puesta en servicio de las obras de acceso al punto de conexión</u> .....	66
<b>6.</b>	<b><u>ACTUALIZACIÓN ANUAL DE LA INFORMACIÓN</u></b> .....	<b>67</b>
<b>7.</b>	<b><u>RESPONSABILIDADES DEL AGENTE DISTRIBUIDOR SOBRE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA</u></b> .....	<b>68</b>
<b>8.</b>	<b><u>INCUMPLIMIENTOS</u></b> .....	<b>68</b>
<b>9.</b>	<b><u>LOCALIZACIÓN Y MODIFICACIÓN DE LOS ANEXOS</u></b> .....	<b>68</b>

## **GENERALIDADES**

### **1.1. Campo de aplicación**

Este documento es aplicable a todas las plantas generadoras (nuevas o en proceso de renovación, repotenciación, adendas a contrato) con y sin sistemas de almacenamiento de energía, y a sistemas de almacenamiento de energía que se conecten al Sistema Eléctrico Nacional con excepción de la generación distribuida para autoconsumo de abonados o usuarios autorizados. Dentro de los requisitos de protección se incluyen los siguientes aspectos:

- Consideraciones generales y objetivo de protecciones, válidas en todos los casos.
- Requisitos mínimos que dependen del tamaño de la planta generadora con y sin sistema de almacenamiento, sistemas de almacenamiento y del punto de conexión así como de la tecnología utilizada.
- Puesta en servicio y auditorías, procedimiento, protocolos y requisitos de información.

Este documento contempla los requisitos mínimos, sin embargo no limita a que puedan existir requisitos adicionales propios de protecciones de los equipos de las plantas generadoras y sistemas de almacenamiento que sean necesarios cumplir, que cuente con las justificaciones técnicas, y que no se encuentras especificadas en este documento.

### **1.2. Propósito**

El propósito de este procedimiento es establecer el objetivo y los requisitos mínimos de protecciones eléctricas que deben cumplir las plantas generadoras que se interconectan al SEN (tanto nuevas como renovaciones) y sus respectivos puntos de conexión a la red, ya sea a nivel de transmisión o de distribución.

### **1.3. Definiciones**

#### **Agentes del Mercado Eléctrico Nacional, MEN:**

Son agentes del Mercado Eléctrico Nacional:

- a) Instituto Costarricense de Electricidad: Responsable de la satisfacción de la demanda nacional de electricidad. Participa en Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización. Responsable de la Operación del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado y de la Planificación Eléctrica Nacional.
- b) Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A.: Participa en generación hasta su propia demanda, distribución y comercialización de electricidad en su zona de concesión legal.
- c) Generadores Privados: Participan en generación eléctrica con contrato de compra de energía suscrito con el ICE por disposición de la Ley N° 7200 Ley que Autoriza la Generación Eléctrica o Paralela capítulos I y II.
- d) Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A.: Participa en generación en los términos que autoriza la Ley N° 8345 Ley de Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, distribución y comercialización de electricidad en su zona de concesión legal.
- e) Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago: Participa en generación en los términos que autoriza la Ley N° 8345 Ley de Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, distribución y comercialización de electricidad en su zona de concesión legal.
- f) Cooperativas de Electrificación Rural: Participan en generación en los términos que autoriza la Ley N° 8345 Ley de Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, distribución y comercialización de electricidad en su zona de concesión legal. Siendo actualmente la Cooperativa de Electrificación Rural de San Carlos, RL, la Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste, RL, Cooperativa de Electrificación Rural de Los Santos, RL, Cooperativa de Electrificación Rural de Alfaro Ruiz, RL.
- g) Consorcio Nacional de Empresas de Electrificación de Costa Rica R.L.: Participa en generación de electricidad en conjunto con las Cooperativas asociadas, de conformidad con la Ley N° 8345 Ley de Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional.
- h) Usuarios conectados en alta tensión: Abonado en alta tensión, persona física o jurídica que ha suscrito uno o más contratos para el aprovechamiento de la energía eléctrica en alta tensión.

i) Y otros legalmente autorizados.

**Agente Distribuidor, Distribuidor o Empresa Distribuidora:** Todo agente del MEN que participe en la etapa de distribución de energía eléctrica.

**Agente Generador, Generador o Empresa Generadora:** Todo agente del MEN que participe en la etapa de generación ya sea por medio de plantas de generación o sistemas de almacenamiento de energía.

**Agente Transmisor, Transmisor o Empresa de Trasmisión:** Todo agente del MEN que participe en la etapa de transmisión de energía eléctrica

**Alta tensión:** Nivel de tensión igual o superior a 100 kV e igual o menor de 230 kV.

**Baja tensión:** Nivel de tensión igual o menor de 1 kV.

**Centro Nacional de Control de Energía (CENCE):** Dependencia del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) quien realiza las funciones de OS/OM de Costa Rica.

**Condición de operación normal:** Corresponde a cualquier punto de operación de la planta generadora dentro de sus curvas características normales.

**Condición de operación anormal:** Corresponde a un punto de operación temporal de la planta generadora definido por condiciones o eventos en la red, dentro del cual la planta generadora puede permanecer durante un tiempo de acuerdo a sus características de diseño y constructivas, que de no ser monitoreado y limitado podría evolucionar a un estado de falla.

**Confiabilidad:** capacidad de un sistema eléctrico de seguir abasteciendo energía a un área, ante la presencia de eventos o cambios temporales en su topología o estructura (salida de líneas de transmisión y distribución, subestaciones, centrales eléctricas, entre otros).

**Elemento de conexión:** Elementos eléctricos que se encuentran entre el lado de alta tensión del transformador de la planta generadora y el punto de conexión. Forma parte de las obras de acceso al punto de conexión.

**Estado de falla:** Corresponde a un punto de operación en el cual se compromete la integridad de la planta generadora y por lo tanto es una

condición en la cual debe permanecer el menor tiempo posible para evitar daños mayores en los equipos y evitar comprometer la estabilidad de la red.

**Media tensión:** Nivel de tensión mayor a 1 kV pero menor 100 kV.

**Obras de acceso:** Obras propias del proyecto necesarias para acceder al punto de conexión asignado.

**Operador de Sistema/ Operador de Mercado (OS/OM):** es la entidad responsable del planeamiento operativo, despacho y operación en tiempo real del SEN cumpliendo con los criterios de seguridad operativa y los Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño (CCSD) establecidos en la regulación nacional y regional, incluyendo la operación del mercado como responsable de coordinar los intercambios de energía y servicios auxiliares regionales del MEN y MER. Por Ley N°9004 Aprobación del Segundo Protocolo al Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, esta función fue asignada al ICE quien la realiza a través del Centro Nacional de Control de Energía (CENCE)

**Planta generadora:** En este documento se considera el concepto planta generadora como el conjunto transformador – generador o transformadores – generadores.

**Propietario de Red:** Persona física o jurídica propietario de infraestructura de transmisión o distribución perteneciente al SEN.

**Punto de conexión:** Lugar topológico donde se enlaza la infraestructura eléctrica del Agente del MEN con el Sistema Eléctrico Nacional.

**Red de transmisión eléctrica:** Parte de la red eléctrica conformada por: las líneas de transmisión, subestaciones elevadoras (media/alta tensión), subestaciones reductoras (barras de alta y media tensión), subestaciones de maniobra o patios de interruptores y los equipos de transformación, control, monitoreo y protección asociados, que cumple con la función de transmisión y está delimitada por los puntos de conexión de los agentes que inyectan o retiran energía.

**Red de transmisión nacional:** Toda la infraestructura de transmisión instalada y operada en el territorio nacional.

**Redundancia:** Duplicación de uno o varios dispositivos del sistema de eliminación de fallas con el fin de proveer una mayor confiabilidad al sistema.

**Protección primaria:** Función de protección que permite liberar selectivamente una falla en el menor tiempo posible, con el mayor nivel de sensibilidad.

**Protección de respaldo:** Función que permite liberar una falla cuando la protección primaria no actúa.

**Regulación Nacional:** es la normativa del MEN, compuesta por las leyes, decretos, normas y reglamentos dictados para el sector eléctrico dictados por el Gobierno de la República, MINAE o Aresep.

**Regulación Regional:** es la normativa del Mercado Eléctrico Regional, compuesta por el Tratado Marco del Mercado Eléctrico Regional, los Protocolos al Tratado Marco del Mercado Eléctrico Regional, los Reglamentos dictados y las Resoluciones de la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE).

**Selectividad:** Propiedad de eliminar el disturbio mediante la desconexión del menor número de equipos, durante el menor tiempo posible. Esto garantiza afectar lo menos posible la continuidad de servicio del sistema.

**Sensibilidad:** Propiedad de distintos equipos de protección para detectar perturbaciones que provoquen variaciones pequeñas de los parámetros de la red.

**Sistema de almacenamiento:** conjunto de infraestructura (civil, eléctrica y mecánica) y equipos que permiten acumular energía por diferentes tecnologías para su utilización de manera diferida, así como el posterior suministro de esta al SEN

**Sistema Eléctrico Nacional:** Es el sistema de potencia compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: las plantas de generación, la red de transmisión, las redes de distribución y las cargas eléctricas de los usuarios. Conjunto de empresas y equipamientos en territorio nacional interconectados entre sí y regulados por las normas de la Autoridad Reguladora.

**Sistema de eliminación de fallas:** Son todos los componentes que aseguran la liberación de la falla a través de la apertura del interruptor. Están contemplados: transformadores de instrumento (corriente y tensión), rutas de canalización y cableado, relés de protección, canales de disparo, alimentación de corriente directa, interruptores.

**Sistema de protección:** está formado por un conjunto de sistemas de eliminación de fallas de un módulo de una subestación, de un generador, de un transformador o de otros componentes del sistema eléctrico. En el caso

de las líneas de transmisión se tiene un sistema de protección en cada terminal

**Tamaño de la planta generadora:** Suma de las capacidades nominales de las unidades que conforman una planta, según dato de placa.

#### **1.4. Acrónimos**

**Aresep:** Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos

**CENCE:** Centro Nacional de Control de Energía, Operador del Sistema y Operador del Mercado (OS/OM) de Costa Rica.

**CFIA:** Colegio Federado de Ingeniero y Arquitectos

**ICE:** Instituto Costarricense de Electricidad.

**OS/OM:** Operador de Sistema y Operar de Mercado

**SEN:** Sistema Eléctrico Nacional.

#### **Abreviaturas:**

**kV:** Kilovoltios

**MW:** Megawatts.

### **CONSIDERACIONES Y OBJETIVO DE PROTECCIONES**

- a) Los requisitos de protecciones se aplican tanto a las protecciones de las máquinas generadoras y sistemas de almacenamiento como a los puntos de conexión de éstos a la red y deben tener en cuenta condiciones de operación normal, anormal y los estados de falla.
- b) El esquema de protección de la interconexión está directamente ligado a la criticidad del punto de conexión, así como a la longitud de la línea de conexión. También deben incorporarse al esquema los conceptos de respaldo y selectividad.
- c) Todo equipo de potencia que sea parte de la planta generadora debe tener un sistema primario de eliminación de fallas para el equipo protegido, que garantice la liberación del estado de falla lo más rápido posible. El tiempo máximo de operación será definido en los estudios de coordinación.
- d) Todo sistema de eliminación de fallas debe tener un respaldo suficientemente rápido para limitar las fallas debajo de la curva de daño del equipo protegido. Todo equipo que conforme el sistema de potencia de la planta generadora debe estar protegido por lo menos por dos

protecciones distintas y sus sistemas de eliminación de fallas asociados, uno con función de protección primaria y otro como protección de respaldo, independientes entre sí para evitar fallas de modo común. En caso de que en el sistema de liberación de fallas, la protección primaria no opere, debe hacerlo la protección de respaldo.

- e) Todas las condiciones de operación anormal que puedan evolucionar a una falla deben estar cubiertas por un equipo de protección que las vigile y desconecte el generador antes de que evolucione al estado de falla.
- f) Todas las plantas generadoras deben contar con un sistema de corriente directa operacional a base de rectificadores y bancos de baterías para alimentar los sistemas de control y protección.
- g) Para plantas generadoras mayores a 20 MW las protecciones primarias, de respaldo y contra condiciones anormales deben estar en equipos independientes
- h) Cada planta generadora debe tener un plan de mantenimiento del sistema de liberación de fallas. Anualmente cada planta generadora debe entregar al Propietario de Red un informe que contenga como mínimo lo indicado por OS/OM
- i) Los equipos de protección deben ser numéricos con oscilografía y registro de eventos.
- j) Se debe tener un estudio de coordinación y ajustes de protecciones para todas las protecciones de la planta generadora y su punto de conexión.
- k) La planta generadora debe entregar la información suficiente que demuestre de una manera satisfactoria la correcta calibración, parametrización y funcionamiento de los dispositivos de protección. Además, debe suministrar los resultados y protocolos de las pruebas de puesta en servicio.
- l) En caso de presentarse la activación de alguna de las protecciones de la planta, ésta debe entregar al Propietario de Red un informe con las oscilografías, registros para su análisis y ajustes de protecciones, según el formato indicado en el Anexo en un plazo de diez días hábiles después del evento.
- m) Este procedimiento define los requisitos mínimos de protección que deben cumplir las plantas generadoras. Sin embargo, además se deben incluir todos los sistemas de protección necesarios específicos al diseño particular de cada caso.

- n) El OS/OM puede ampliar estos requisitos en caso de considerarlo necesario, por necesidades de protección a nivel del Sistema Eléctrico o de la planta, así como por nueva normativa del sector eléctrico.

En caso de sustituciones por daño o por modernizaciones de instalaciones, los equipos de protección nuevos deberán cumplir con todo lo establecido en este procedimiento.

## REQUISITOS MÍNIMOS DE PROTECCIÓN

Según el tamaño de la planta generadora y la ubicación de su punto de conexión se definen los siguientes casos:

Planta	Elemento de conexión			
Menor a 1 MW	Línea de distribución			
De 1 MW a 5 MW	Línea de distribución	de	Barra de media tensión	-
De a 5 MW a 20 MW	Línea de distribución	de	Barra de media tensión	Barra de alta tensión
(1) Mayor a 20 MW			Barra de media tensión	Barra de alta tensión

- (1) En el caso de plantas de generación mayores a 20MW conectadas a redes de distribución, se debe solicitar los requisitos mínimos de protecciones al propietario de red.

En este documento se considera:

- Baja tensión: Nivel de tensión igual o menor a 1 kV
- Media tensión: Nivel de tensión mayor a 1 kV pero menor 100 kV (por ejemplo, 13.8, 24.9, 34.5 y 69 kV)
- Alta Tensión: Nivel de tensión igual o superior a 100 kV e igual o menor de 230 kV.

A continuación, se describen los requisitos mínimos de protecciones eléctricas en los puntos de conexión y para cada unidad de generación conectada al sistema eléctrico, según cada caso mencionado. En el Anexo 1 *Diagramas de protecciones según capacidad de planta generadora y punto de conexión*, que se ubica en el sitio web del OS/OM, se encuentran los diagramas respectivos para cada caso.

### 1.5. Requisitos para plantas generadoras menores o iguales a 1 MW (no aplica para generación distribuida para autoconsumo):

- a) Estar conectadas a un circuito de distribución a través de un transformador dimensionado para la capacidad de la planta generadora, con cuchillas y fusibles en el lado de media tensión.
- b) El generador debe contar con un interruptor termo-magnético con bobina externa para las operaciones de la planta generadora ante fallas externas e internas. Este interruptor termo-magnético tendrá la capacidad de interrumpir corrientes del máximo cortocircuito interno o externo.
- c) El interruptor termo-magnético debe funcionar como protección de sobre corriente y sobrecarga dependiendo de las magnitudes que circulen por él.
- d) La planta generadora debe tener una protección de bajo/sobre voltaje con retardo ajustable, ajustado a las condiciones de la red.
- e) La planta generadora debe tener una protección de sobre/baja frecuencia con retardo ajustable, el cual se debe ajustar según datos aportados por el OS/OM.
- f) Para la sincronización puede utilizarse un contactor rápido que permita realizar la sincronización. Sin embargo, la apertura deberá ser realizada por el interruptor termo-magnético.
- g) El uso de interruptores para el disparo y sincronización son opciones de mayor confiabilidad. El uso de reconectores en el lado de media tensión del transformador da mayor continuidad de servicio, seguridad y confiabilidad al esquema. El uso de reconectores será opcional a criterio de la empresa distribuidora y conforme a las condiciones de la red en el punto de conexión.”

### 1.6. Requisitos para plantas generadoras mayores a 1 MW y hasta 5 MW

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión *	PROTECCIONES DEL ELEMENTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD (POR MÁQUINA)		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo

Línea de distribución	N/A	- Sobre y bajo voltaje - Sobre y baja frecuencia	Sobrecorriente direccional	Protección de unidad	Secuencia negativa	Protección independiente contra fallas internas (cortocircuitos)	Puede ser asumida por la protección del elemento de conexión
Barra de media tensión	Menor a 10 km	- Sobre y bajo voltaje - Sobre y baja frecuencia	Sobrecorriente direccional comunicadas	Protección de unidad	Secuencia negativa	Protección independiente contra fallas internas (cortocircuitos)	Puede ser asumida por la protección del elemento de conexión
Barra de media tensión	Mayor a 10 km	- Sobre y bajo voltaje - Sobre y baja frecuencia	Impedancias comunicadas	Protección de unidad	Secuencia negativa	Protección independiente contra fallas internas (cortocircuitos)	Protección del elemento de conexión

\*Para efectos del esquema de protección, se consideran líneas de interconexión a todas aquellas líneas que sean de uso exclusivo para la transmisión de energía, que no alimentan cargas en su trayecto, independientemente de su nivel de tensión.

### 1.7. Requisitos para plantas generadoras mayores a 5 MW y hasta 20 MW

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	ELEMENTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
Línea de distribución	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobre y bajo voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia (si no lo tiene la unidad)</li> </ul>	Sobrecorriente direccional	Sobrecorriente direccional independiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia (si no lo tiene el elemento de conexión)</li> </ul>	Protección independiente contra fallas internas (cortocircuitos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra cortocircuitos</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> </ul>

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	ELEMENTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
Barra de media tensión	Menor a 10 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobre y bajo voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia (si no lo tiene la unidad)</li> </ul>	Diferencial de línea	Sobrecorriente comunicadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia (si no lo tiene el elemento de conexión)</li> </ul>	Protección independiente contra fallas internas (cortocircuitos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra cortocircuitos</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> </ul>

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	ELEMENTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
Barra de media tensión	Mayor a 10 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobre y bajo voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia (si no lo tiene la unidad)</li> </ul>	Diferencial de línea	Impedancia comunicadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia (si no lo tiene el elemento de conexión)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra fallas internas (cortocircuitos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra cortocircuitos</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> </ul>

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	ELEMENTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
Barra de alta tensión	Conexión directa a la barra	N/A	Diferencial del transformador 87T	Impedancia 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra fallas internas del generador (cortocircuitos)</li> <li>- Protección independiente en el transformador contra fallas internas (cortocircuitos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección del grupo generador transformador*</li> <li>- Protección de impedancia del generador</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> </ul>
Barra de alta tensión	Corta** < 3 km Transm. Interna	N/A	Diferencial de línea	Sobrecorriente direccional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección del grupo generador r-</li> </ul>

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	ELEMENTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
				comunica da  Impedan cia comunica da  21	- Potencia inversa  - Subexcitación  - Sobre flujo  - Sobre voltaje  - Sobre y baja frecuencia	fallas internas del generador (cortocircuitos)  - Protección independiente del grupo generador- transformador contra fallas internas (cortocircuitos)	transformador*  - Protección de impedancia del generador  - Relé de falla de interruptor

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	ELEMENTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
Barra de alta tensión	Larga > 3 km	N/A	Diferencial de línea	Impedancia con cobertura del 100% de la línea	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra fallas internas del generador (cortocircuitos)</li> <li>- Protección independiente del grupo generador-transformador</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección del grupo generador-transformador*</li> <li>- Protección de impedancia del generador</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> </ul>

\*En los casos donde cada generador tenga su transformador el esquema de protección de respaldo será una protección de grupo generador-

transformador. En los casos donde el transformador lleve varias unidades generadoras no se utiliza la protección diferencial de grupo y se incorpora una protección diferencial de barras.

\*\*En los sistemas que requieran transferencia de disparo de interruptores, el canal de disparo debe ser redundante por medios diferentes.

\*\*\*Para efectos del esquema de protección, se consideran líneas de interconexión a todas aquellas líneas que sean de uso exclusivo para la transmisión de energía, que no alimentan cargas en su trayecto, independientemente de su nivel de tensión.

### 1.8. Requisitos para plantas generadoras mayores a 20 MW

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	PUNTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
Barra de media tensión	Menor a 10 km	Sobre voltaje	Diferencial de línea	Impedancia comunicadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección primaria independiente contra fallas internas (cortocircuitos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de respaldo independiente contra cortocircuitos</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> </ul>

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	PUNTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
Barra de media tensión	Mayor a 10 km	Sobre y bajo voltaje	Diferencial de línea	Impedancia comunicadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección primaria independiente contra cortocircuitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de respaldo independiente contra cortocircuitos</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> </ul>
Barra de alta tensión	N/A	Sobre y bajo voltaje	Diferencial del transf.	Impedancia comunicada 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra fallas internas del generador (cortocircuitos)</li> <li>- Protección independiente del grupo generador-transformador contra fallas internas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección del Grupo Generador – Transformador*</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> <li>- Impedancia o sobrecorriente del generador</li> </ul>

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	PUNTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
					- Sobre y baja Frecuencia	(cortocircuitos)	
Barra de alta tensión	Corta** < 3 km Transm. interna	N/A	Diferencial de línea	Impedancia comunicada 21	- Secuencia negativa - Potencia inversa - Subexcitación - Sobre flujo - Sobre voltaje - Sobre y baja frecuencia	- Protección independiente contra fallas internas del generador (cortocircuitos) - Protección independiente del grupo generador-transformador contra fallas internas (cortocircuitos)	- Protección del grupo generador-transformador* - Relé de falla de interruptor - Impedancia o sobrecorriente del generador

Punto de conexión	Longitud de línea de interconexión ***	PUNTO DE CONEXIÓN			PROTECCIÓN DE UNIDAD		
		Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo	Protección contra condiciones anormales de operación	Protección contra estado de falla	Protección de respaldo
Barra de alta tensión	Larga > 3 km	N/A	Diferencial de línea	Impedancia con cobertura del 100% de la línea	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secuencia negativa</li> <li>- Potencia inversa</li> <li>- Subexcitación</li> <li>- Sobre flujo</li> <li>- Sobre voltaje</li> <li>- Sobre y baja frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección independiente contra fallas internas del generador (cortocircuitos)</li> <li>- Protección independiente del grupo generador-transformador contra fallas internas (cortocircuitos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección del grupo generador-transformador*</li> <li>- Relé de falla de interruptor</li> <li>- Impedancia o sobrecorriente del generador</li> </ul>

\*En los casos donde cada generador tenga su transformador el esquema de protección de respaldo será una protección de grupo generador-transformador. En los casos donde el transformador lleve varias unidades generadoras no se utiliza la protección diferencial de grupo y se incorpora una protección diferencial de barras.

\*\*\*Para efectos del esquema de protección, se consideran líneas de interconexión a todas aquellas líneas que sean de uso exclusivo para la transmisión de energía, que no alimentan cargas en su trayecto, independientemente de su nivel de tensión.

### 1.9. Requisitos para plantas eólicas, fotovoltaicas y sistemas de almacenamiento de energía

Para las plantas eólicas, fotovoltaicas y sistemas de almacenamiento de energía se aplicarán los requisitos del punto de conexión establecidos en los numerales 3.2, 3.3 y 3.4 de este procedimiento según corresponda de acuerdo con el tamaño de la planta y el tipo de conexión.

Las características de operación de las plantas eólicas, fotovoltaicas y sistemas de almacenamiento de energía dependen de la tecnología utilizada, por lo que el OS/OM definirá y publicará en su página web los requisitos específicos para estas tecnologías cumpliendo los principios básicos de consideraciones generales y filosofía de protecciones contenidos este documento, con el fin de lograr características de operación convenientes.

Previo a la publicación de los requisitos mínimos de protecciones para estas tecnologías, el interesado deberá solicitarlos al OS/OM y/o propietario de red

## **DISEÑO Y COORDINACIÓN DEL ESQUEMA DE PROTECCIONES**

Para hacer el diseño y coordinación del esquema de protecciones la planta generadora debe solicitar al Propietario de Red el modelo de la red, los ajustes de las protecciones adyacentes, y debe solicitar al OS/OM los datos pertinentes para realizar los ajustes de sobre/baja frecuencia.

Una vez definido el diseño del esquema de protecciones y sus equipos, la planta generadora debe presentarlo al Propietario de Red, con copia al OS/OM para su aprobación, de acuerdo con los criterios establecidos en este documento. Lo anterior debe ser presentado antes de realizar la compra de dichos equipos. Esta revisión la realizará el OS/OM en un plazo no mayor a 20 días hábiles y el Propietario de red en un plazo no mayor a 30 días hábiles, a partir del momento en que la planta generadora presente la información completa. Asimismo, el diseño de la malla de tierra y su correspondiente estudio de suelos debe ser presentado para su aprobación.

Durante la etapa de construcción debe realizarse una coordinación global de las protecciones que interactúan con la red del Propietario de Red, la cual debe considerar tanto la seguridad de la red como la de la planta generadora. Para tal fin la planta generadora debe presentar al OS/OM, con copia al Propietario de Red una memoria de cálculo donde se compruebe la coordinación de los ajustes de las protecciones en el punto de conexión. La memoria de cálculo debe incluir el diagrama unifilar (que incluya protecciones, transformadores de corriente y potencial, así como accionamiento en los disparos de las protecciones), estudio de cortocircuito, los criterios utilizados en los ajustes y un listado de los ajustes finales.

El OS/OM y el Propietario de Red deben realizar la evaluación de dicha documentación y emitir sus observaciones y recomendaciones en un plazo no mayor a 20 días hábiles, a partir del momento en que la planta generadora presente la información completa. El OS/OM debe preparar un informe con estas observaciones y recomendaciones en caso de requerirse. Una vez que dichas observaciones y recomendaciones hayan sido incorporadas por la planta generadora, el Propietario de Red emite una nota de aprobación de la coordinación de protecciones dirigida al OS/OM.

La planta generadora será responsable del ajuste de las protecciones propias de la planta.

Cualquier cambio en los equipos, ajustes o coordinación de los sistemas de protecciones referidos en este documento debe presentarse al OS/OM y al Propietario de Red para su autorización.

## **PUESTA EN SERVICIO**

La planta generadora debe realizar las pruebas internas al esquema de protecciones de la planta y presentar los protocolos correspondientes al Propietario de Red.

### **1.10. Puesta en servicio del punto de conexión**

Antes de energizar el punto de conexión de la planta generadora al SEN, la misma debe coordinar con el Propietario de Red la realización de la inspección del esquema de protecciones. El Propietario de Red debe definir en el contrato o acuerdo de conexión las pruebas que deben realizarse en el punto de conexión.

Una vez finalizada la inspección a conformidad, el Propietario de Red emite una nota de aceptación del sistema de protecciones del punto de conexión.

Con base en esta nota de aceptación, el OS/OM autoriza la energización del punto de conexión, una vez que la planta generadora haya cumplido con todos los requisitos adicionales para conectarse al SEN.

### **1.11. Puesta en servicio de las obras de acceso al punto de conexión**

Antes de energizar las obras de acceso de la planta al punto de conexión, la misma debe coordinar con el Propietario de Red la ejecución de la inspección del esquema de protecciones, para lo cual se utilizará el formulario del Anexo 3 *Protocolo de inspección de protecciones de plantas generadoras que se conectan al SEN*, que se ubica en el sitio web del OS/OM. Para esto, la planta generadora debe presentar previamente la información solicitada en dicho protocolo al Propietario de Red, quien debe revisar esta documentación en un plazo máximo de 10 días hábiles, a partir del momento en que la planta generadora presente la información completa.

La planta generadora debe coordinar con el Propietario de Red con al menos 10 días hábiles de antelación la aplicación del protocolo de inspección. Durante la inspección debe estar presente personal calificado de parte de la planta generadora con el fin aclarar cualquier duda que tenga el Propietario de Red sobre protocolos, estudios o información suministrada. En el Anexo 2 *Guía de aplicación del protocolo de inspección*, que se ubica en el sitio web del OS/OM, se explica la manera en que se debe realizar la inspección siguiendo el protocolo del Anexo 3. El resultado de la inspección es “Aprobado” cuando el 100% de los criterios evaluados sea aceptado.

En caso de que la inspección determine que se deben realizar correcciones, la planta generadora debe presentar el plan de implementación de dichos cambios al Propietario de Red para su reinspección. Una vez implementados los cambios, la planta generadora debe informar con al menos 10 días hábiles al Propietario de Red para que realice la reinspección.

Una vez finalizada la inspección a conformidad, el Propietario de Red emite una nota de aceptación del sistema de protecciones de la planta generadora.

Con base en esta nota de aceptación el OS/OM autoriza la conexión de la planta al SEN, una vez que la planta generadora haya cumplido con todos los requisitos adicionales para conectarse al SEN.

Una vez que la planta esté en operación, el Propietario de Red puede solicitar, según su criterio técnico demostrado, la realización de pruebas adicionales al sistema de protecciones, en caso de ser necesario.

En caso de una renovación del sistema de protecciones en la planta generadora, se debe aplicar nuevamente la inspección y completar el formulario del Anexo 3 *Protocolo de inspección de protecciones de plantas generadoras que se conectan al SEN*, que se ubica en el sitio web del OS/OM.

## **ACTUALIZACIÓN ANUAL DE LA INFORMACIÓN**

Con el fin de garantizar la correcta operación del sistema de protecciones ante diferentes configuraciones y estados de falla de la red, y para poder evaluar el desempeño de las plantas ante fallas, cada año las plantas generadoras deben presentar al Propietario de Red la siguiente información actualizada:

- a) Unifilar actualizado con la posición de los transformadores de corriente y potencial, interruptores, barras, transformadores y generadores.
- b) Los parámetros eléctricos de relación de transformación de los transformadores de corriente y potencial.

- c) Los parámetros eléctricos de transformadores y generadores (potencia, reactancias, constantes de tiempo, entre otros).
- d) Marca, versión y ajustes de todas las protecciones de la planta de generación.
- e) Plan anual de mantenimiento del sistema de protecciones y reporte de cumplimiento de dicho plan (información de los equipos, evaluación de los resultados y las mejoras a realizar producto del mantenimiento). Este reporte debe incluir todas las operaciones de los equipos de protección de la planta y su punto de interconexión durante el año y la evaluación de su causa.

Esta información debe ser presentada en el formato del *Anexo 4 Actualización anual de la información de protecciones*, que se ubica en el sitio web del OS/OM, y debe estar validada por un profesional en ingeniería eléctrica o afines incorporado al CFIA. El Propietario de Red puede aceptar o rechazar el informe, en caso de que la información esté incompleta, y solicitar al agente completarlo en un plazo de 5 días hábiles.

La planta generadora será responsable del ajuste de las protecciones propias de la planta

## **RESPONSABILIDADES DEL AGENTE DISTRIBUIDOR SOBRE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA**

Es responsabilidad de cada agente distribuidor la seguridad y protección de la red de distribución en relación a la generación distribuida que se conecte en dicha red.

## **INCUMPLIMIENTOS**

En caso de presentarse incumplimientos de los agentes con lo establecido en este documento, el OS/OM debe informar a la Aresep para que esta entidad tome las medidas que correspondan de acuerdo con las leyes y reglamentación vigente.

## **LOCALIZACIÓN Y MODIFICACIÓN DE LOS ANEXOS**

Los Anexos referidos en este procedimiento se publicarán en el sitio web del OS/OM y podrán ser modificados según requerimientos del OS/OM para cumplir con la regulación nacional y regional vigente. Para ello, el OS/OM

deberá informar a los agentes de los cambios con al menos 15 días naturales de anticipación.

## **TRANSITORIOS**

El OS/OM deberá en un plazo de 6 meses contados a partir de la aprobación de este procedimiento definir y publicar en su página web los requisitos específicos de protecciones para las unidades eólicas, fotovoltaicas y sistemas de almacenamiento de energía, de acuerdo con el inciso 3.5 de este documento.