

**ANEXO 2:  
GUÍA DE APLICACIÓN DEL  
PROTOCOLO DE INSPECCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

Este documento es una guía de aplicación del **Protocolo de inspección de protecciones de plantas generadoras que se conectan al SEN**, para la revisión de las protecciones del punto de conexión al SEN y de las obras de acceso al punto de conexión, en aspectos normativos, documentales y técnicos. El objeto de esta guía es aclarar las dudas de interpretación y complementar dicho protocolo.

### 1. ALCANCE

La inspección se aplica desde el punto de conexión al SEN hasta el barraje correspondiente a la salida de la planta generadora, comprendiendo los equipos de maniobra, control, protección y señalización. El protocolo incluye aspectos relativos a la documentación que se presenta previo al proceso constructivo, la documentación previa a la puesta en marcha, la documentación posterior a la entrada en operación, los equipos de potencia, los dispositivos de maniobra, control y protección asociados y los equipos y condiciones de señalización y monitoreo. También se extiende su aplicación a elementos auxiliares como bancos de baterías, equipos de comunicación y otros solicitados por el Propietario de Red.

### 2. INFORMACIÓN A PRESENTAR EN CADA SECCIÓN DEL PROTOCOLO

#### 3.1 Datos generales

La información que se requiere para completar esta sección la entrega el responsable de la planta generadora. Dicha información incluye: nombre de la empresa responsable, ubicación de la planta generadora, ubicación del punto de entrega, nivel de voltaje y forma de conexión al SEN de acuerdo con los esquemas tipificados.

#### 3.2 Documentos técnicos a entregar

Durante el proceso previo de negociación y dentro de los plazos establecidos, la planta generadora debe entregar la información mínima solicitada en esta sección del protocolo, así como cualquier otra información que a criterio del Propietario de Red deba aportar según las particularidades de la planta generadora o de su esquema de conexión al SEN. Posteriormente, durante el proceso constructivo se hará entrega de información, certificados y cualquier otro detalle que requiera el Propietario de Red.

- a) **Diagrama unifilar:** Este documento es un plano eléctrico donde se consigna en forma general la configuración de la planta generadora y los equipos del punto de conexión al SEN. Este diagrama incluye todos los equipos de maniobra, así como los elementos de generación, transformación, señalización, medición y protección en un esquema unifilar. Dentro del mismo y con una simbología clara se deben indicar los dispositivos de protección que actúan sobre los diferentes equipos de maniobra y el lugar de donde se toman las señales de corriente y voltaje.

Se debe indicar además las relaciones de transformación de todos los transformadores de instrumento, así como los datos generales de los transformadores de potencia, tales como marca, tipo de conexión, relación, grupo de conexión e impedancias de cortocircuito. Este diagrama se debe presentar usando la simbología

ANSI/NEMA, indicando la identificación de los diferentes equipos tal y como dicha norma lo consigna.

- b) **Esquema completo de protecciones:** Este punto consiste en un diagrama aparte, que puede ser unifilar o trifilar, donde se detalla la configuración y disposición de los dispositivos de protección del punto de conexión. En este diagrama se debe detallar la marca, modelo, funciones y designación completa de cada dispositivo de protección. Se debe indicar además en forma clara y expresa los equipos de maniobra que cada una de las protecciones acciona. En este diagrama se debe utilizar la simbología ANSI/NEMA.
- c) **Matriz de disparos:** La matriz de disparos es una tabla donde se consigna en forma de filas todos los dispositivos de protección, control y mandos, remotos y locales. En forma de columnas se consignan los diferentes equipos de maniobra y en la intersección de ambos elementos se deben indicar los dispositivos de protección y mando que accionan a los equipos específicos de maniobra, usualmente por medio de una "x". El objetivo de esta tabla es tener una visión rápida de los accionamientos y permite realizar las evaluaciones de las inspecciones y pruebas en forma más expedita.
- d) **Ajustes de protecciones y memoria de cálculo:** Este documento se solicita una vez que el Propietario de Red apruebe el esquema de protecciones propuesto y se hayan definido otros detalles entre la planta generadora y el Propietario de Red, según el apartado 12 del procedimiento. Se debe presentar de manera anticipada a la etapa de puesta en marcha de la planta generadora. En este documento se presenta el detalle de la memoria de cálculo de todas las funciones de protección implementadas, así como el archivo de parametrización de cada uno de los dispositivos de protección. Se debe presentar en formato impreso y digital con los archivos fuente de parametrización de los equipos de protección.
- e) **Protocolos de pruebas de dispositivos de protección:** Consiste en los certificados de fábrica de las pruebas de las protecciones y sus certificados de calibración, además de los archivos de las pruebas efectuadas por la planta generadora a los dispositivos de protección previo a la puesta en marcha, con los ajustes definitivos aprobados por el Propietario de Red. El objetivo es comprobar el buen funcionamiento del sistema de protección instalado antes de aprobar la conexión al sistema eléctrico nacional.
- f) **Protocolos de prueba de equipos de alta tensión y media tensión:** El objetivo de este requisito es verificar el correcto estado operativo de los equipos de potencia antes de su energización inicial. Estos protocolos comprenden los certificados de pruebas emitidos en fábrica, así como las pruebas de aislamiento, el análisis de factor de potencia y el análisis del estado químico de gas o aceite de aislamiento para los equipos de transformación y maniobra. Adicionalmente, incluye las resistencias de contacto, simetría de operación y tiempos de accionamiento para el caso de los equipos de maniobra. Para los transformadores de instrumento igualmente se deben presentar los certificados de fábrica, las pruebas de aislamiento y de relación de transformación.
- g) **Protocolo de prueba de malla de tierra:** Este requisito consiste en dos partes: primero, la planta generadora debe presentar el estudio de suelos y la memoria de

cálculo de la malla de tierra. La segunda parte consiste en la verificación por parte de la planta generadora del estado de la malla de tierra una vez construida y previo a la puesta en marcha. El objetivo es verificar el correcto funcionamiento de la malla de tierra dentro del ámbito de medición aprobado por el Propietario de Red.

- h) **Protocolo de pruebas de bancos de baterías:** Se debe suministrar la información completa de los bancos de baterías que alimentan los equipos en el punto de conexión, así como los certificados de fábrica de las curvas Kt, eficiencia y curvas de descarga. Se debe presentar el estado de los voltajes y densidades de todas las celdas instaladas y una prueba de capacidad donde se demuestre la capacidad efectiva de almacenamiento de energía en Amperios-Hora de las baterías instaladas.
- i) **Plan General de mantenimiento:** Una vez aprobada la inspección y durante el proceso de puesta en marcha y operación supervisada de la planta generadora, se debe presentar un plan de mantenimiento de los diferentes equipos del sistema de eliminación de fallas del punto de conexión al SEN y de las obras de acceso al punto de conexión al SEN.
- j) **Otros aspectos incluidos en el contrato:** El Propietario de Red solicita además cualquier otro documento o información que, como resultado del proceso contractual, se le hubiese solicitado a la planta generadora.

### **3.3 Inspección de Equipos:**

En este apartado se resume la labor inicial del proceso de inspección en sitio una vez aprobados todos los aspectos técnicos y previos a la puesta en marcha y energización inicial de los equipos. Esta labor debe ser realizada por un inspector del Propietario de Red con el conocimiento técnico suficiente para comprobar los resultados de dicha inspección. De ser posible se realizará una pre-inspección para verificar estos aspectos y permitir a la planta generadora hacer las correcciones que sean necesarias.

Durante la inspección de equipos se debe revisar el estado constructivo, los aterrizamientos e instalación en forma y calidad de los diferentes equipos como tableros, equipos de potencia, sistemas auxiliares y demás elementos que así lo requieran. Se debe verificar la instalación y características de todo el equipo de potencia y de protección aprobado durante el proceso documental.

### **3.4 Inspección de sistemas de protección:**

El objetivo de esta sección es verificar la existencia de los dispositivos aprobados durante el proceso documental. Para ello se debe realizar un inventario de todos los dispositivos de protección instalados.

### **3.5 Pruebas a realizar**

El objetivo de esta sección es efectuar pruebas a los diferentes dispositivos de protección, señalización, medición, sincronización y equipos auxiliares para comprobar el correcto funcionamiento de los mismos, tanto a nivel individual como en conjunto. Estas pruebas se

deben llevar a cabo en forma conjunta entre el inspector del Propietario de Red y el responsable de la planta generadora.

- a) **Revisión de canal de disparo:** Se verifica el correcto funcionamiento de los canales de disparo de acuerdo a la matriz de disparos previamente aprobada. Se puede realizar en forma exhaustiva o aplicando un criterio de muestreo, según lo defina el evaluador. Se realiza la comprobación tanto para los equipos del punto de conexión al SEN (interruptor, transformador, línea de alimentación), como al generador, en aquellas protecciones que según la matriz de disparo interactúan tanto directamente, como a través de equipo remoto con los equipos del punto de conexión.
- b) **Simulación de pérdida de corriente directa:** De acuerdo con lo solicitado en la etapa de aprobación documental, se verifica que los equipos de conexión al SEN sean capaces de desconectarse del sistema ante una pérdida eventual de la alimentación de corriente directa, ya sea por pérdida de un fusible, la apertura de una conexión o el voltaje muy bajo de las baterías. Se verifica con base en la solución aprobada para este fin en el proceso de pre-diseño y en el proceso documental. Se aceptan en general sistemas tales como: bobina de mínima tensión en los equipos de maniobra, alimentaciones por múltiples fuentes seguras y confiables o cualquier otro sistema previamente aprobado.
- c) **Sincronización Simulada:** Este proceso consiste en la verificación de todos los elementos de medición durante el proceso de sincronización. Para ello se simula el proceso de sincronizar el generador, sin llegar a realizar el acto de sincronización propiamente. Se verifican las mediciones instantáneas de voltajes, ángulos, frecuencia, así como cualquier otro dispositivo consignado en el diseño aprobado.
- d) **Cierre sincronizado:** Esta prueba consiste en realizar y completar en forma exitosa el proceso de sincronización con el SEN en el punto de conexión. Se evalúa el impacto sobre el punto de conexión, las perturbaciones o problemas causados durante el proceso, así como la efectividad del mismo.
- e) **Prueba de mediciones con generación al 50%:** Durante esta prueba se lleva la generación al 50% de la potencia nominal o de la potencia efectiva y debe permanecer en ese punto de operación por el tiempo necesario para efectuar las comprobaciones de las mediciones instantáneas de energía, señalización e indicaciones generales. Esta prueba se realiza en conjunto con funcionarios del CENCE (medición comercial y telecontrol).
- f) **Prueba de disparo con carga:** Luego de verificar los puntos anteriores y manteniendo el punto de operación al 50% se realiza un disparo con carga para verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos y equipos en la planta generadora y su impacto sobre el punto de conexión con el SEN. De acuerdo al esquema de conexión aprobado, esta desconexión se realiza preferiblemente desde la propia infraestructura del Propietario de Red, ya sea en un interruptor en las barras de la subestación o en los equipos de maniobra que correspondan. En caso de no existir tales equipos o de no poder realizarse por condiciones propias del SEN, se efectúa en el propio interruptor del punto de conexión, por medio del disparo simulado desde algún dispositivo de protección. Esta prueba se realiza con la presencia de funcionarios del CENCE (telecontrol).

- g) **Prueba de enclavamiento por ausencia de tensión (si aplica):** Esta prueba tiene por objetivo verificar que ante la ausencia de tensión en el punto de conexión al SEN, el interruptor de enlace del generador al SEN no sea capaz de efectuar la maniobra de cierre. Esta prueba se ejecuta en condición real (de ser posible) o por medio de la pérdida simulada de dicha medición del voltaje de línea. En este último caso, y ante la posible falla del enclavamiento, se debe realizar con al menos uno de los seccionadores de salida en posición de abierto.
- h) **Verificación del sistema de registro de eventos:** Una vez terminada la secuencia de pruebas, la planta generadora debe entregar al inspector del Propietario de Red los archivos impresos del equipo registrador de eventos que se generaron a partir de las pruebas realizadas. Dichos eventos deben corresponder con las pruebas realizadas en descripción, fecha y hora. Constituye a la vez el elemento probatorio de la verificación efectuada en el punto de conexión al SEN.