**SIP-012-2025-FENOGE**

**Anexo 1 - Especificaciones técnicas mínimas para interventorías 2025**

**Objeto de la SIP:**

Adelantar un estudio y análisis del mercado para determinar el costo para la contratación del siguiente objeto *“El contratista se obliga con el contratante a realizar la interventoría integral a los contratos y/o convenios mediante los cuales se construyan o implementen Sistemas Solares Fotovoltaicos-SSFV, a nivel nacional en el marco de las iniciativas del Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía- FENOGE”.*

**Agosto de 2025**

**TABLA DE CONTENIDO**

[1. OBJETO 3](#_Toc207034555)

[2. GLOSARIO DE TÉRMINOS 3](#_Toc207034556)

[3. NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES 7](#_Toc207034557)

[3.1. Normas y códigos aplicables a equipos y materiales 7](#_Toc207034558)

[3.2. Cumplimiento de normativas nacionales en seguridad y salud en el trabajo 8](#_Toc207034559)

[3.3. Consideraciones finales 8](#_Toc207034560)

[4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SERVICIO 8](#_Toc207034561)

[5. PRUEBAS DE COMISIONAMIENTO PARA SSFV 8](#_Toc207034562)

[5.1. Inspección visual previa 8](#_Toc207034563)

[5.2. Pruebas de continuidad y aislamiento 9](#_Toc207034564)

[5.3. Prueba de polaridad 9](#_Toc207034565)

[5.4. Prueba de impedancia a tierra 9](#_Toc207034566)

[5.5. Pruebas de cortocircuito y tensión de circuito abierto (Voc) 9](#_Toc207034567)

[5.6. Prueba de rendimiento bajo condiciones de irradiancia real 9](#_Toc207034568)

[5.7. Prueba de inversores 9](#_Toc207034569)

[5.8. Pruebas de sistemas de protección y seguridad 9](#_Toc207034570)

[5.9. Prueba de sincronización y conexión a la Red 9](#_Toc207034571)

[5.10. Pruebas de monitorización y comunicación 10](#_Toc207034572)

[5.11. Prueba de potencia AC generada 10](#_Toc207034573)

[5.12. Elaboración de reportes 10](#_Toc207034574)

[5.13. Pruebas de comisionamiento para transformadores 10](#_Toc207034575)

[5.14. Pruebas de comisionamiento para tableros de baja tensión 10](#_Toc207034576)

[5.15. Pruebas para Switchgear de Media Tensión (MT) 11](#_Toc207034577)

[5.16. Pruebas en celdas 11](#_Toc207034578)

[5.17. Pruebas en interruptores 11](#_Toc207034579)

[5.18. Pruebas en relés de protección 11](#_Toc207034580)

[5.19. Pruebas en transformadores de corriente 11](#_Toc207034581)

[5.20. Pruebas en transformadores de tensión 12](#_Toc207034582)

[5.21. Pruebas en transformadores de potencia 12](#_Toc207034583)

[5.22. Pruebas en cables de media tensión (MT) 12](#_Toc207034584)

# OBJETO

El propósito de este documento consiste en establecer las especificaciones técnicas mínimas para la prestación de servicios de interventoría técnico-constructiva, jurídica-regulatoria, financiera-contable, ambiental, social, administrativa, en lo relacionado a salud y seguridad en el trabajo-SST, de los contratos de obra y/o convenios de implementación de SSFV que se ejecuten en el territorio nacional, garantizando estándares de calidad, seguridad, eficiencia y confiabilidad en su diseño, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas. Estas disposiciones son de obligatorio cumplimiento en el marco de la ejecución del contrato, aplicando tanto a proyectos conectados al Sistema Interconectado Nacional (SIN) como a soluciones diseñadas para Zonas No Interconectadas (ZNI).

En virtud de un eventual contrato, el contratista se obliga con el contratante en el desarrollo de las actividades de la interventoría integral sobre las actividades de implementación de diferentes tipologías de SSFV a nivel nacional, cumpliendo con los requisitos aquí definidos.

Las disposiciones establecen los lineamientos técnicos y normativos esenciales para garantizar el desarrollo seguro, eficiente y oportuno de las actividades en todas las fases o componentes de los proyectos solares. Esto abarca el seguimiento y vigilancia de la ejecución de etapas como replanteo, estudios de factibilidad, diseño e ingeniería de detalle, acondicionamiento del área de implementación, obras civiles, suministro, transporte, instalación y/o construcción y puesta en marcha SSFV, incluyendo el comisionamiento adecuación del sitio, y aprobación de metodologías y planes de Administración, Operación, Mantenimiento -AOM y Monitoreo de SSFV.

En caso de modificaciones de la regulación y/o norma técnica vigente, el interventor deberá adoptar las medidas necesarias para garantizar la conformidad del proyecto con la normativa actualizada.

Este documento constituye el marco técnico de referencia para la vigilancia y control a ejecutar por las interventorías en marco de la ejecución de proyectos SSFV, promoviendo la adopción de energías renovables bajo estándares de alta calidad y confiabilidad. Su aplicación contribuye al fortalecimiento del sector energético y a la sostenibilidad ambiental, asegurando que la implementación de estos sistemas se lleve a cabo conforme a los más altos estándares técnicos y normativos.

Entodo caso, se entiende que el alcance de cada interventoría incluye realizar un seguimiento, control, vigilancia y aprobación integral de los proyectos/ contratos/ convenios de implementación de los SSFV según cada negocio jurídico y sus respectivas especificaciones técnicas mínimas.

# GLOSARIO DE TÉRMINOS

**AOM:** Administración, Operación y Mantenimiento.

**Calidad:** La totalidad de las características de un ente que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

**Certificación:** Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito un certificado o un dictamen, para un producto, un proceso o servicio que cumple un Reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

**Certificación plena:** Proceso de certificación de un sistema o instalación eléctrica respecto del cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE, el cual consiste en la declaración de cumplimiento suscrita por la persona competente responsable del diseño de la instalación, la declaración de cumplimiento de la construcción de la instalación, acompañadas del dictamen de inspección emitido por un organismo de inspección acreditado por ONAC.

**Certificado de conformidad:** Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se debe confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con un Reglamento técnico, una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

**Certificación de la experiencia:** Documento mediante el cual se certifica experiencia laboral. Al efecto se reconocerán como válidas las certificaciones expedidas con el lleno de requisitos establecidos en el artículo 2.2.2.3.8 del Decreto 1083 de 2015, o la norma que la adicione, modifique o sustituya.

**Diagrama eléctrico unifilar:** Diagrama que describe la topología y características eléctricas de un área de interés.

**Dictamen de inspección:** Documento emitido por el Organismo de inspección, mediante el cual se evidencia el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos contemplados en el RETIE que le aplican a esa instalación eléctrica. Cuando el dictamen demuestra el cumplimiento del Reglamento se considera una certificación de inspección.

**Ensayo:** Conjunto de pruebas y controles a los cuales se somete un bien para asegurarse que cumple normas y pueda desempeñar la función requerida.

**Evaluación de la conformidad:** Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los Reglamentos técnicos o normas.

**Experiencia:** Se entiende por experiencia los conocimientos, las habilidades y las destrezas adquiridas o desarrolladas mediante el ejercicio de una profesión, arte u oficio.

**Experiencia laboral:** Son los conocimientos, las habilidades y las destrezas adquiridas o desarrolladas mediante el ejercicio de una profesión, arte u oficio.

**Experiencia profesional:** Para los efectos del ejercicio de la ingeniería o de alguna de sus profesiones afines o auxiliares, la experiencia profesional solo se computará a partir de la fecha de expedición de la matrícula profesional o del certificado de inscripción profesional, respectivamente.

**Factibilidad:** Realización de estudios, levantamiento de información, pesquisas y demás actividades, enfocadas a definir la posibilidad de implementar satisfactoriamente un proyecto o iniciativa, considerando aspectos técnicos, legales, regulatorios, ambientales, sociales, económicos, estructurales, constructivos, prediales, entre otros, cuyos resultados deberán demostrar la viabilidad y permitir identificar riesgos y beneficios para tomar decisiones informadas antes de su implementación.

**FENOGE**: Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía.

**FNCER:** Fuentes no convencionales de energía renovable, son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME.

**GEE:** Gestión Eficiente de la Energía, que corresponde al conjunto de acciones orientadas a la implementación de medidas de eficiencia energética y respuesta de la demanda.

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero.

**Instalación eléctrica:** Montaje de equipos eléctricos que se emplea para la generación, transmisión, conversión, distribución y/o uso final de la energía eléctrica.

**Interventoría:** Actividades de seguimiento, control y vigilancia que un tercero experto e idóneo ejerce sobre un contrato/ convenio o proyecto para verificar, exigir y velar por el cumplimiento de lo establecido contractualmente desde el punto de técnico-constructiva, jurídica-regulatoria, financiera-contable, ambiental, social, administrativa, en lo relacionado a salud y seguridad en el trabajo-SST.

**Mantenimiento:** Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

**Manual de Contratación:** Documento adoptado por el Comité Directivo, que incluye como mínimo las reglas, lineamientos y/o condiciones aplicables – según se indique en el mismo, y con las excepciones que allí se establezcan– al trámite, los procesos y la celebración de los diferentes negocios jurídicos como contratos y convenios, incluyendo entre otros, la recepción de recursos, la realización de Inversiones, la financiación con Recursos No Reembolsables, así como la ejecución de los demás bienes, obras y/o servicios que requiera el Fondo y, en general, para el cumplimiento del objeto y objetivos del FENOGE. Este documento se sujetará al derecho privado y dará aplicación a los principios de la función administrativa, además de los principios de transparencia, selección objetiva y planeación en atención a la naturaleza de los recursos, según el Manual Operativo del Fondo.

**Monitoreo:** Supervisión continua del rendimiento y el estado del sistema para asegurar su funcionamiento óptimo. A través de herramientas y plataformas tecnológicas locales o en la nube, que permite recopilar información para ser analizada como la producción de energía (medida en kWh), el estado de los paneles solares, el inversor, y otros componentes del sistema. El objetivo principal es detectar posibles problemas, optimizar el rendimiento, alertas, notificaciones y garantizar que el sistema esté generando la cantidad de energía esperada.

**Norma técnica:** Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

**Norma técnica colombiana (NTC):** norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

**Norma técnica internacional:** norma adoptada por una organización internacional de normalización y que se pone a disposición del público.

**Operador de red (OR):** Empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o un Sistema de Distribución Local.

**Organismo de acreditación:** Entidad que acredita y supervisa los organismos de certificación e inspección y laboratorios de pruebas, ensayos y metrología que hagan parte del Subsistema Nacional de la Calidad.

**Organismo de inspección:** Entidad que ejecuta actividades de medición, ensayo o comparación con un patrón o documento de referencia de un proceso, un producto, una instalación o una organización y confrontar los resultados con unos requisitos especificados.

**Plano eléctrico:** Representación gráfica de las características de diseño y las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

**Puesta en marcha:** Puesta en marcha de un sistema fotovoltaico (exceptuando los tiempos o periodos de prueba) es el proceso que se realiza después de la instalación y la inspección de este para conectarlo a la red, en caso de que aplique, o se conecte a las cargas determinas para la entrega de energía. Este proceso es importante para garantizar que el sistema se haya instalado correctamente y funcione de acuerdo con las especificaciones de diseño.

**Reglamento técnico:** Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

**Replanteo:** Definición de las condiciones óptimas para la implementación con base en el diseño preliminar.

**RETIE:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

**Red de Media Tensión (MT):** Red de Media tensión eléctrica es el término que se usa para referirse a un sistema de distribución compuesto por instalaciones eléctricas con tensión nominal de entre 1 kV y 57.5 kV.

**Red de Baja Tensión (BT):** La red de baja tensión (BT) es una red de distribución eléctrica que se encarga de transportar energía a los hogares y a otros entornos. Se define como una red con una tensión nominal menor o igual a 1.000 V y mayores o iguales de 25 V c.a. o 60 V c.c.

**SIN:** Sistema Interconectado Nacional.

**Sistema Solar Fotovoltaico (SSFV):** Total de los componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica.

**SSFV con almacenamiento:** sistema solar fotovoltaico que está configurado con elementos de almacenamiento de energía a través de baterías y puede ser aislado o híbrido conectado a la red.

**SSFV sin almacenamiento:** es un sistema solar fotovoltaico que está configurado solamente para autoconsumo y está conectado a la red con el fin de entregar los excedentes a la misma.

**SSFV en piso:** son sistemas solares fotovoltaicos instalados a nivel de tierra, que no requieren trabajo en altura, ya que su estructura está sobre el suelo o se tiene acceso a techo como parte del piso del cobertizo.

**SSFV en poste:** SSFV instalados en estructuras verticales tipo postes, para los cuales es necesario realizar trabajos en altura en cumplimiento de la normatividad vigente.

**SSFV en techo o SSFV en cubierta:** son sistemas solares fotovoltaicos instalados a nivel de techo o cubierta, que pueden requerir trabajo en altura, ya que su estructura está sobre techos/cubiertas y según el caso no se tiene acceso al mismo con seguridad, por lo que en el caso de que aplique requiere equipo especializado para su intervención.

**Supervisión:** Proceso de monitorear, dirigir y controlar actividades o tareas para asegurar que se realicen de acuerdo con los estándares, objetivos y procedimientos establecidos.

**ZIN:** Zona No Interconectada Nacional.

# NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

La interventoría asociada a cada uno de los contratos/ convenios/ proyectos solares del FENOGE, debe cumplir y a su vez velar por el cumplimiento de las normatividades y códigos vigentes aplicables a la ejecución de este tipo de actividades en el país. Así mismo, debe garantizar que su equipo mínimo de trabajo y demás personal cuenta con los conocimientos y capacitaciones necesarias para garantizar un adecuado seguimiento, control y vigilancia a las actividades desarrolladas por ejecutores o contratistas de obra:

* Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, en su versión vigente y aplicable.
* Resolución 5018 de 2019, que establece lineamientos en seguridad y salud en el trabajo en los procesos de generación de energía.
* Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, en su última actualización y/o NEC (National Electrical Code).
* Norma Técnica Colombiana NTC 4552, referente a la protección contra descargas eléctricas atmosféricas.
* Norma Sismo Resistente NSR-10, aplicable a la infraestructura eléctrica en zonas de actividad sísmica.
* Decreto 2820 del 2010, por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
* Ley 1228 de julio de 2008, que establece las franjas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión para las carreteras del sistema vial nacional.
* Normas internacionales IEC 61215 e IEC 61730, que determinan los requisitos de desempeño y seguridad de los módulos fotovoltaicos.
* Norma IEC 61683, que especifica los métodos de evaluación del rendimiento de los inversores solares.
* Norma IEC 62116, aplicable a la prevención de isla no intencionada en sistemas fotovoltaicos conectados a la red.
* ISO 1461, que define los tratamientos anticorrosivos mediante galvanizado en caliente para estructuras metálicas.
* ASTM B117, utilizada para evaluar la resistencia a la corrosión en ambientes salinos.

Asimismo, se deben cumplir todas las disposiciones establecidas en las resoluciones de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), así como los lineamientos y normas de los Operadores de Redes de Distribución Local, el Consejo Nacional de Operación (CNO) y demás regulaciones ambientales, de seguridad y salud en el trabajo (SST), y de carácter legal aplicables. Es obligatorio considerar cualquier modificación vigente a estas publicaciones en la fecha en que se realicen los diseños e instalaciones de las soluciones o sistemas.

La adopción de estándares específicos internacionales para equipos o instalaciones, cuando no existan equivalentes en el país, en ningún caso podrá contravenir lo establecido en los reglamentos técnicos expedidos por el Ministerio de Minas y Energía.

## Normas y códigos aplicables a equipos y materiales

De manera general, todos los equipos y materiales a suministrar deben cumplir con las normas aplicables y los códigos publicados por las siguientes entidades, según corresponda y de acuerdo con el detalle indicado en los subcapítulos de cada componente que integra la solución:

* NTC - Norma Técnica Colombiana.
* NEC - National Electrical Code.
* IEC - International Electrotechnical Commission.
* ANSI - American National Standards Institute.
* RETIE - Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
* RITEL - Reglamento de Redes Internas de Comunicación.
* IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers.
* UL - Underwriters Laboratories.
* NFPA - National Fire Protection Association.
* IFC - International Fire Code.

## Cumplimiento de normativas nacionales en seguridad y salud en el trabajo

En cuanto a las obligaciones en SST a cargo del contratista, se deberá cumplir con todas las obligaciones legales, frente al sistema y frente a sus trabajadores, contratistas y subcontratistas, entre otras:

* Implementación del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).
* Normas para trabajo en alturas.
* Normas para trabajo en espacios confinados, si aplica.
* Normas para la disposición final de residuos de construcción y demolición (RCD).
* Normas para la disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos.
* Normativa para el transporte de productos químicos, si aplica.
* Normativa sobre el transporte de vehículos pesados, si aplica.
* Normativa en el Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV), si aplica.
* Normativa en construcción de vías, si aplica.
* Normativa en Plan de Manejo de Tránsito (PMT), si aplica.

## Consideraciones finales

* El código o norma mencionado en esta especificación se interpretará en su última versión vigente o en su modificación más reciente.
* Los suministros, fabricación y/o pruebas realizadas con base en otras normas internacionales equivalentes podrán ser aceptadas, siempre que esto sea previamente acordado y establecido por escrito con el contratante.
* Si el futuro contratista propone el uso de códigos o normas distintos a los señalados en esta especificación, deberá presentar la justificación técnica correspondiente para que el FENOGE evalúe su aplicabilidad.

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SERVICIO Y EQUIPO MINIMO DE TRABAJO

Las interventorías deberán vigilar que las actividades que ejecutan los contratistas de obra y/o cooperantes implementadores, se ajusten a lo establecido en los contratos y especificaciones técnicas mínimas de cada contrato de obra o convenio objeto de interventoría, donde se describen las condiciones mínimas de cada SSFV.

Es importante precisar que el seguimiento deberá realizarse también bajo las condiciones que se establezcan en el contrato de interventoría y a través de un aplicativo o herramienta de software funcional a través de enlace seguro (HTTPS) vía web que permita el manejo de al menos tres perfiles (contratista de obra, interventor y FENOGE), donde cada uno contará con sus funcionalidades y características diferenciadas. El objetivo del software/herramienta es monitorear en tiempo real y de forma remota, el avance físico y financiero en la ejecución del contrato de obra objeto de interventoría, visualización de curva S frente a PDT, permitir el cargue de evidencias de cumplimiento (fotografías, videos y documentos), al igual que permitir la georreferenciación de la obra y generar y exportar reportes en formato .Xlsx, .Pdf y Power BI, entre otras, que se requieran para garantizar un adecuado seguimiento y reporte del avance de obra. Esta herramienta está a cargo del contratista.

La interventoría se prestará con el personal necesario y suficiente para atender el objeto, alcance y obligaciones descritas en su contrato, incluyendo el Equipo Mínimo de Trabajo en los términos exigidos en su proceso de selección y/o contratación respectiva.

# PRUEBAS DE COMISIONAMIENTO PARA SSFV

## Inspección visual previa

* Verificar la correcta instalación de los paneles solares, soportes, estructuras y demás equipos que conforman el SSFV.
* Revisar la integridad de los paneles solares, cables, conectores, canalizaciones y todos los elementos del sistema.
* Asegurar que no existan sombreados ni obstrucciones que afecten la eficiencia del sistema.
* Validar que la fijación de los módulos cumple con los cálculos de cimentación.

## Pruebas de continuidad y aislamiento

* Continuidad: Acompañar la verificación de la integridad de los circuitos eléctricos para asegurar la ausencia de interrupciones.
* Aislamiento: Acompañar y verificar la medición de la resistencia de aislamiento en cables de corriente continua (DC) y corriente alterna (AC) para garantizar la seguridad del sistema.

## Prueba de polaridad

* Realizar acompañamiento en al momento de realizar la prueba de la polaridad correcta de los módulos fotovoltaicos y sus conexiones, evitando errores de instalación.

## Prueba de impedancia a tierra

* Verificar la medición de la resistencia de puesta a tierra para garantizar que el sistema está correctamente aterrizado, cumpliendo los requisitos de seguridad y normatividad vigente.

## Pruebas de cortocircuito y tensión de circuito abierto (Voc)

* *Voc (Tensión de circuito abierto):* Acompañamiento a la medición de la tensión de circuito abierto en cada *string* de los paneles solares, verificando que los valores coincidan con las especificaciones del fabricante.
* *Isc (Corriente de cortocircuito):* Acompañamiento a la medición de la corriente de cortocircuito para asegurar que los valores obtenidos estén dentro de los rangos previstos.

## Prueba de rendimiento bajo condiciones de irradiancia real

* Verificar el rendimiento de los módulos fotovoltaicos y compararlo con las curvas de desempeño indicadas por el fabricante bajo condiciones reales de irradiancia solar.

## Prueba de inversores

* Realizar acompañamiento a la verificación de arranque y correcto funcionamiento de los inversores.
* Realizar acompañamiento a la conversión de energía de *DC a AC* de manera eficiente.
* Evaluar el desempeño del inversor y verificar que se mantenga dentro de los límites especificados por el fabricante.

## Pruebas de sistemas de protección y seguridad

* Evaluar el funcionamiento de los sistemas de desconexión ante sobrecargas, fallas eléctricas o eventos de desconexión del sistema.
* Realizar verificación de la correcta operación de las protecciones diferenciales y termomagnéticas en los inversores.

## Prueba de sincronización y conexión a la Red

* Asegurar que el *SSFV* se sincroniza correctamente con la red eléctrica sin generar inestabilidad.

## Pruebas de monitorización y comunicación

* Verificar el adecuado funcionamiento del sistema de monitoreo del *SSFV*.
* Verificar que los inversores y otros dispositivos del sistema establezcan comunicación correcta con la plataforma de supervisión o monitorización.

## Prueba de potencia AC generada

* Realizar acompañamiento a la medición de la potencia en *AC* generada y compararla con la estimación de diseño para garantizar que el sistema cumple con los parámetros de generación previstos.

## Elaboración de reportes

* Elaborar informe detallado de todas las pruebas ejecutadas, incluyendo resultados, observaciones y acciones correctivas requeridas.

## Pruebas de comisionamiento para transformadores

Se deben realizar acompañamiento a las siguientes pruebas y verificaciones en los transformadores:

* Rigidez dieléctrica del aceite.
* Polaridad.
* Resistencia de aislamiento de los devanados principales.
* Continuidad de todos los devanados y medición de resistencia.
* Relación de transformación en cada posición del cambiador de tomas.
* Verificación del funcionamiento del cambiador de tomas, protecciones, ventiladores (si aplica) y accesorios del transformador.
* Indicadores de temperatura y verificación del funcionamiento de los contactos de alarma y disparo.
* Indicador de nivel de aceite y verificación de los contactos de alarma y disparo.
* Operación del cambiador de posiciones.
* Disparo de las protecciones mecánicas y alarmas de protección mecánica.

## Pruebas de comisionamiento para tableros de baja tensión

Se deberán realizar el acompañamiento al menos las siguientes pruebas y/o verificaciones, de acuerdo con lo dispuesto en las normas NEMA ICS 18, NEMA C37.50 y/o UL 845 ó IEC 61439-1 o equivalente:

* Inventario de componentes según planos y listado de partes.
* Verificación aleatoria de conexión de componentes según los planos.
* Pruebas funcionales de inserción y extracción de gavetas, así como de enclavamientos mecánicos.
* Verificación de enclavamientos mecánicos y eléctricos.
* Comprobación de la secuencia de fases en todas las salidas de fuerza.
* Comprobación de los circuitos de disparo relés y protecciones térmicas.
* Verificación de la operación de los instrumentos de medida.
* Medición de resistencia de aislamiento para fase-fase y fase tierra.
* Pruebas de operación de los interruptores de Potencia.
* Pruebas de Operación de la transferencia automática (cuando aplique).
* Prueba de los calentadores de ambiente y sus controles.
* Pruebas de *señalización* y *alarmas*.
* Pruebas aleatorias para verificar los valores de torque de la tornillería.

## Pruebas para Switchgear de Media Tensión (MT)

El comisionamiento de los sistemas switchgear de Media Tensión (MT) requiere la ejecución de una serie de pruebas específicas para verificar su correcto funcionamiento, asegurar la calidad del equipo y garantizar el cumplimiento de los estándares de seguridad. Estas pruebas deben llevarse a cabo conforme a las especificaciones del fabricante y la normativa vigente, con el fin de garantizar la confiabilidad operativa del sistema; por lo anterior, la interventoría realizará acompañamiento a las actividades de las pruebas de switchgear de media tensión.

## Pruebas en celdas

Deberá realizar actividades de acompañamiento y verificación al Contratista que realizará las siguientes pruebas de celdas:

* Medición de la resistencia de aislamiento en las celdas y los barrajes principales.
* Verificación de la resistencia de contactos en todas las uniones de barra.
* Inspección visual de las celdas, revisando la integridad y correcto ensamblaje de sus componentes conforme al listado de equipos.
* Pruebas funcionales para validar la operatividad de los mecanismos de maniobra y protección.

## Pruebas en interruptores

Deberá realizar actividades de acompañamiento y verificación al Contratista que realizará las siguientes pruebas de interruptores:

* Medición de la resistencia de aislamiento en los polos principales.
* Verificación de la resistencia de contactos en cada polo del interruptor.
* Registro de los tiempos de cierre y apertura, asegurando una respuesta adecuada del mecanismo de operación.
* Evaluación de la simultaneidad de contactos, garantizando una desconexión uniforme.
* Comprobación de tensiones mínimas de operación en las bobinas de apertura y cierre en corriente continua (VDC).

## Pruebas en relés de protección

Deberá realizar actividades de acompañamiento y verificación al Contratista que realizará las siguientes pruebas de relés de protección:

* Pruebas de inyección primaria de corriente, verificando la respuesta del relé bajo condiciones operativas reales.
* Pruebas de inyección secundaria, asegurando la calibración y correcto desempeño del sistema de protección.

## Pruebas en transformadores de corriente

Deberá realizar actividades de acompañamiento y verificación al Contratista que realizará las siguientes pruebas de transformadores de corriente:

* Medición de curvas de saturación, verificando el comportamiento del transformador ante sobrecargas.
* Comprobación de polaridad, asegurando una correcta instalación y conexión.
* Verificación de la relación de transformación, comparando los valores obtenidos con los especificados por el fabricante.
* Medición de la resistencia de aislamiento, garantizando la integridad dieléctrica del equipo.

## Pruebas en transformadores de tensión

Deberá realizar actividades de acompañamiento y verificación al Contratista que realizará las siguientes pruebas de transformadores de tensión:

* *Verificación de la relación de transformación*, asegurando la precisión en la medición de tensiones.
* *Comprobación de polaridad*, evitando errores en la conexión del transformador.
* *Medición de la resistencia de aislamiento*, verificando la capacidad dieléctrica del equipo.

## Pruebas en transformadores de potencia

Deberá realizar actividades de acompañamiento y verificación al Contratista que realizará las siguientes pruebas de transformadores de potencia:

* Medición de la resistencia de aislamiento e índice de absorción, determinando la calidad del aislamiento interno.
* Verificación de la resistencia de devanados, asegurando la continuidad y estado de los conductores.
* Comprobación de la relación de transformación, garantizando que el equipo entregue los valores de tensión adecuados.
* Prueba de tangente delta, evaluando la condición del aislamiento interno del transformador.
* Prueba de rigidez dieléctrica del aceite, verificando la capacidad de aislamiento eléctrico del fluido dieléctrico.

## Pruebas en cables de media tensión (MT)

Deberá realizar actividades de acompañamiento y verificación al Contratista que realizará las siguientes pruebas en cables de media tensión:

* Medición de la resistencia de aislamiento e índice de absorción, garantizando la integridad de los conductores.
* Pruebas de Very Low Frequency (VLF), evaluando la capacidad dieléctrica de los cables.
* Comprobación de continuidad entre la chaqueta y el sistema de puesta a tierra, asegurando una correcta disipación de fallas.

Todas estas pruebas serán supervisadas por la Interventoría y/o Supervisión, garantizando que el equipamiento cumpla con los requisitos técnicos exigidos antes de su puesta en servicio. Cualquier desviación en los resultados deberá ser analizada y corregida conforme a las recomendaciones del fabricante y las normativas vigentes.