



Ref. SIP-008-2026-FENOGGE

Anexo 1 - Especificaciones técnicas para Representación Comercial, Centro de Gestión de Medidas (GCM) y Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo (AOM&M) de Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV)

Objeto de la SIP:

“Identificar valores de referencia del mercado para los servicios y condiciones de prestación de los servicios de Representante de Frontera Comercial de sistemas solares fotovoltaicos, así como obtener información de mercado relacionada con Centro de Gestión de Medida y los servicios de Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo para Sistemas Solares Fotovoltaicos a nivel nacional.”.

SIP-008-2026-FENOGGE



TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO	4
2. GLOSARIO DE TÉRMINOS	5
3. ZONA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	10
3.1. Criterios de segmentación territorial.....	11
3.2. Alcance geográfico y estrategia de implementación.....	11
4. NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES	12
4.1. Normas y códigos aplicables a equipos y materiales	13
4.2. Cumplimiento de normativas nacionales en seguridad y salud en el trabajo	14
4.3. Consideraciones finales	14
5. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A VEHÍCULOS Y TRANSPORTE	14
5.1. Transporte de personal y materiales	15
5.2. Transporte de equipos y materiales	15
5.3. Documentación de los vehículos	15
5.4. Requisitos para la operación de maquinaria pesada	16
5.5. Seguridad en la operación de grúas.....	16
5.6. Plan de seguridad vial y monitoreo ambiental	16
5.7. Condiciones de seguridad dentro del SSFV	17
5.8. Mantenimiento y aseguramiento de las condiciones de tránsito	17
6. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A CENTRO DE GESTIÓN DE MEDIDA Y REPRESENTACIÓN COMERCIAL ...	17
6.1. Componente 1.1 – Centro de Gestión de Medida (CGM)	17
6.1.1. Medición y Centro de Gestión de Medida	17
6.1.2. Componente: Liquidación Energética y Motor Regulatorio	19
6.1.3 Flujo de Inspección.....	23
6.1.4 Gestión de Riesgo.....	24
6.1.5 Órdenes de trabajo (CMMS)	25
6.1.6 Confiabilidad.....	27
6.1.7 Documentos por activo	27
6.1.8 Tareas programadas del CMMS.....	28
6.2. Componente 1.2 – Representación de la Frontera:	28
7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO y MONITOREO ...	29
7.1. Gestión administrativa	29
7.2. Operación.....	30



7.3. Mantenimiento preventivo.....	30
7.4 Mantenimiento correctivo.....	31
7.5. Monitoreo y análisis de datos.....	31
7.5. Seguridad y cumplimiento ambiental.....	31
7.6. Gestión de repuestos y logística.....	32
7.7. Capacitación y gestión del personal	32
7.8. Pruebas requeridas	32
7.8.1. Pruebas para SSFV.....	33
7.8.2. Pruebas para equipos eléctricos asociados	33
8.1. Garantía de recursos, capacidades y cumplimiento normativo	34
8.2. Mejora continua y procedimientos de prestación del servicio	35
8.3. Verificación inicial y análisis técnico-operativo.....	35
8.4. Gestión documental y seguimiento al desempeño.....	35
9. RECONOCIMIENTO DE ÍTEMS NO PREVISTOS U OBRAS COMPLEMENTARIAS	35
9.1. Procedimiento para la solicitud y aprobación	36
9.2. Aprobación de análisis de precios unitarios (APU)	36
9.3. Límites y condiciones del reconocimiento	37
9.4. Forma de pago y restricciones	37
9.5. Consideraciones finales.....	38



1. OBJETO

El propósito del presente documento es establecer y regular las especificaciones técnicas mínimas para la prestación de los servicios de Representación de Frontera Comercial, Centro de Gestión de Medidas (CGM) y Administración, Operación y Mantenimiento (AOM&M) de las plantas solares fotovoltaicas que defina el FENOGÉ, garantizando estándares de calidad, continuidad, trazabilidad, disponibilidad, oportunidad, seguridad de la información, confiabilidad operativa y cumplimiento regulatorio en el Mercado de Energía Mayorista (MEM), cuando aplique.

Las presentes especificaciones aplicarán de forma integral o modular, según FENOGÉ defina contratar: i. Representación Comercial; Centro de Gestión de Medidas; iii. Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo; iv. Combinaciones de estos componentes. En caso de contratación separada, cada contratista responderá únicamente por las obligaciones, productos, riesgos, evidencias y responsabilidades que le sean expresamente asignadas en el contrato, sus anexos y documentos aplicables.

Estas disposiciones son de obligatorio cumplimiento en el marco de la ejecución del contrato que se derive del presente proceso, y aplican a las plantas solares fotovoltaicas conectadas al Sistema Interconectado Nacional (SIN), a los Sistemas de Distribución Local (SDL) y a las fronteras comerciales asociadas, así como a aquellas que, de manera transitoria o definitiva, deban operar bajo esquemas regulatorios que exijan representación de frontera, gestión de medición, administración de activos energéticos y actividades de operación y mantenimiento, de conformidad con la normatividad vigente y los procedimientos aplicables del ASIC, XM y del Operador de Red (OR).

En virtud de este instrumento, el contratista se obliga para con el contratante a ejecutar las actividades necesarias para la habilitación (alistamiento regulatorio y documental), registro, operación y continuidad operativa, comercial y técnico de las plantas definidas por FENOGÉ, cumpliendo con los requisitos aquí establecidos. Estas especificaciones complementan lo previsto en la minuta contractual, sus anexos, los documentos del proceso y las disposiciones regulatorias aplicables, y prevalecerán como referente técnico mínimo para la verificación de cumplimiento por parte de la Supervisión e Interventoría.

Las disposiciones aquí contenidas establecen los lineamientos técnicos, operativos, funcionales y documentales necesarios para garantizar el desarrollo adecuado de todas las fases asociadas a la representación comercial, la gestión de fronteras y medición, la interrogación, validación, procesamiento y reporte de lecturas, la liquidación y conciliación de transacciones, la atención de glosas, discrepancias y controversias, el monitoreo de activos, la administración de información, la atención de eventos operativos, la ejecución de actividades de mantenimiento, y la transición ordenada de la representación cuando esta finalice, incluyendo mecanismos de continuidad, revisión y entrega de información cuando aplique.

En materia de Representación Comercial, el documento regula las actividades relacionadas con la gestión documental por frontera, el registro y actualización de información ante las entidades competentes, la administración comercial de las plantas, la comercialización de la energía generada, la conciliación de transacciones y las demás actuaciones requeridas para la participación de los proyectos en el mercado de energía, conforme al marco regulatorio aplicable, incluyendo la administración de la frontera comercial de generación, la coordinación de registros y actualizaciones ante el ASIC y XM así como la gestión de obligaciones comerciales y regulatorias asociadas.

En materia de Centro de Gestión de Medidas (CGM), el presente documento define los requisitos mínimos para la gestión de los sistemas de medición asociados a las Fronteras Comerciales, incluyendo la interrogación remota o local de medidores, la concentración y almacenamiento de lecturas, la validación y crítica de datos, la trazabilidad de la información, la generación de reportes, la atención de novedades y el cumplimiento de las obligaciones regulatorias asociadas, incluyendo disponibilidad de información, respaldos periódicos, control de accesos y evidencias de calidad de datos para efectos de reporte y conciliación tarifaria.

En materia de Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo, se establecen criterios mínimos para la gestión administrativa de los activos, el monitoreo de desempeño, la operación técnica, la ejecución de mantenimientos, la gestión de fallas, la trazabilidad documental, el análisis de información, la elaboración de informes y la atención de contingencias, con el fin de preservar la disponibilidad, confiabilidad, vida útil y desempeño de las plantas solares fotovoltaicas durante el período contractual, en coherencia con manuales de fabricante, condiciones del OR y requisitos aplicables (Incluyendo RETIE cuando corresponda)



Para efectos del presente Anexo, toda referencia a Administración, Operación y Mantenimiento AOM deberá entenderse como Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo (AOM&M), cuando el alcance incluya actividades de seguimiento, análisis de datos, reportes, indicadores, monitoreo técnico, operativo o gestión de desempeño de los SSFV.

El cumplimiento de estas especificaciones estará sujeto a supervisión e interventoría, según corresponda, con el objetivo de verificar que la prestación de los servicios se ejecute conforme a las condiciones contractuales, los estándares exigidos por FENOGÉ y la regulación vigente. En caso de modificación de las disposiciones regulatorias aplicables durante la ejecución contractual, el contratista deberá adoptar las medidas necesarias para asegurar la conformidad y continuidad del servicio, presentando a FENOGÉ un plan de ajuste con impactos, cronograma, responsables y evidencias de implementación.

El presente documento constituye el marco técnico de referencia para la contratación y ejecución de los servicios de representación comercial, CGM y AOM de los proyectos definidos por FENOGÉ, promoviendo una operación segura, eficiente, regulatoriamente sólida y orientada a la sostenibilidad técnica, económica y operativa de los activos energéticos administrados o financiados por el Fondo. Incluyendo aquellos que sean administrados de manera transitoria mientras se adelantan ajustes contractuales o regulatorios para su esquema definitivo de operación.

Cada componente deberá asociarse a productos verificables, evidencias mínimas, periodicidad, responsable de elaboración, responsable de aprobación, criterio de aceptación y condición de pago, conforme al Anexo 02 y al formato de cotización. La transición y cierre deberán incluir la entrega de expedientes por SSFV, reportes de monitoreo, órdenes abiertas, garantías, repuestos, riesgos pendientes, accesos, credenciales, bases de datos, actas de empalme e informe final de AOM.

2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Medición – GCM – Código de medida**

Activo digital de energía: Registro digital trazable asociado a una unidad de energía generada, utilizado para soportar procesos de auditoría, trazabilidad, reparto, seguimiento o imputación de energía dentro de la plataforma, sin sustituir en ningún caso los reportes regulatorios exigibles ante ASIC, XM u Operador de Red.

APN privado: Configuración de red privada sobre servicios móviles de datos que permite la transmisión segura, segregada y controlada de la información asociada al sistema de medición, reduciendo riesgos de acceso no autorizado, pérdida de integridad o exposición de datos.

APU o APU's: Análisis de precios unitarios. Es el estudio que permite calcular el costo de una actividad, a partir de su desglose por insumos, tales como: maquinaria, equipos, bienes, materiales, servicios, cantidades, costos y tiempos, entre otros que conlleva la ejecución de la actividad por su unidad de medida, discriminando en detalle el presupuesto de una obra o servicio.

Consumo auxiliar propio: Cantidad de energía demandada para alimentar los servicios auxiliares de las plantas de generación eléctrica, medida en la frontera correspondiente cuando aplique.

Curva de carga: Serie temporal (típicamente horaria) de energía importada, exportada y variables asociadas, usada para validación, liquidación y análisis.

Equipo de medida o medidor: Dispositivo destinado a la medición o registro del consumo o de las transferencias de energía en una frontera comercial (Principal o de respaldo) cuando aplique.

Frontera comercial sin reporte al ASIC: Punto de medición de un consumo que no se utiliza para determinar transacciones comerciales en el MEM, pero puede requerirse para control, balance o seguimiento del sistema de medida.

Medidor principal y medidor de respaldo: Medidores definidos para un mismo punto de medición, donde el principal es el de operación y el de respaldo actúa en contingencias o verificaciones, conforme a requisitos del Código de Medida.



Medición en cuatro cuadrantes: Esquema de medición mediante el cual se registran, como mínimo, la energía activa importada, la energía reactiva inductiva importada, la energía activa exportada y la energía reactiva capacitiva exportada, permitiendo la trazabilidad completa de los flujos energéticos del sistema.

Parametrización del sistema de lectura CGM: Configuración inicial del Software CGM con datos técnicos del medidor y del sistema de medida para habilitar la interrogación y el tratamiento de datos.

Representante de la frontera (RF): Agente a cuyo nombre se registra la frontera comercial en el ASIC, responsable de su administración comercial y del cumplimiento de obligaciones asociadas al código de medida.

Sistema de Medición Centralizada o Sistema de Medición: Sistema de medición de energía eléctrica agrupado en cajas de medida, integrado por medidores (tarjetas electrónicas de medida o medidores individuales), transformadores de medida (cuando aplique) y equipo de comunicación, que cuentan con operación remota para realizar lectura, suspensión y reconexión, en línea con lo dispuesto en la Resolución CREG 038 de 2014, en cuyo anexo 1 se detallan los componentes del Sistema de Medición, el cual es instalado conforme al Código de medida y exigencias del Operador de Red, XM, ASIC.

Transformadores de corriente (CTs), transformadores de tensión (PTs): Equipos de medida que adecuan la corriente y la tensión a niveles aptos para el medidor, su relación de transformación impacta el factor de medición y la liquidación.

Token de energía: Representación digital unitaria o fraccionada de energía generada registrada por la plataforma como activo digital trazable o registro inmutable equivalente, destinada a facilitar la auditoría, trazabilidad y transparencia en la asignación o reparto de la energía.

- **Comercial – representación – liquidación**

Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC): Dependencia del Centro Nacional de Despacho encargada del registro de fronteras comerciales, de los contratos de energía a largo plazo, de la liquidación, facturación, cobro y pago del valor de los actos, contratos, transacciones y, en general, de todas las obligaciones que resulten por el intercambio de energía en la bolsa para generadores y comercializadores, así como del cumplimiento de las demás tareas necesarias para el adecuado funcionamiento del Sistema de Intercambios Comerciales (SIC).

Conciliación comercial y financiera: Proceso de verificación cruzada entre mediciones (GCM), liquidaciones (ASIC y XM), reportes OR y soportes bancarios, transferencias, para asegurar consistencia y trazabilidad.

Costos y cargos asociados a la representación: Costos, cargos, impuestos, gravámenes, consumos y demás valores asociados a la representación de frontera comercial y a la participación en el mercado, incluyendo, entre otros, costos de arranque y parada, servicios de despacho y coordinación CND, servicios de administración SIC, IVA sobre dichos servicios, gravámenes a los movimientos financieros, estampillas, consumos en frontera de consumo, servicios auxiliares y demás costos cobrados por el ASIC. Esta definición se encuentra alineada con la minuta del convenio.

Frontera Comercial: Punto de medición asociado al punto de conexión entre agentes, o entre agentes y usuarios, conectado a las redes del Sistema de Transmisión Nacional, a los Sistemas de Transmisión Regional, a los Sistemas de Distribución Local, o entre diferentes niveles de tensión de un mismo operador de red, a partir del cual se soportan mediciones y transacciones comerciales.

Frontera Comercial con reporte al ASIC: Frontera comercial a partir de la cual se determinan las transacciones comerciales entre los diferentes agentes que actúan en el Mercado de Energía Mayorista y se define la responsabilidad por los consumos o entregas de energía.

Frontera de generación: Punto de medición de una unidad o planta de generación en el cual las transferencias de energía equivalen a la energía neta entregada por el generador al sistema eléctrico.

Generación Distribuida: Actividad de generar energía eléctrica con una planta con capacidad instalada o nominal de generación



menor a un (1) MW, instalada cerca de los centros de consumo y conectada a un Sistema de Distribución Local.

Generador Distribuido (GD): Empresa de servicios públicos que realiza la actividad de generación distribuida. Para todos los efectos, es un agente generador sujeto a la regulación vigente para esta actividad, con excepción de los procedimientos de conexión y comercialización específicos definidos por la regulación aplicable.

Generador Distribuido Colectivo (GDC): Producción de energía eléctrica realizada por una comunidad energética cerca de los centros de consumo, conectada a un Sistema de Distribución Local o a una microrred. Este término resulta pertinente solo cuando el anexo alude a esquemas colectivos de evolución regulatoria de las plantas.

Gestión documental por frontera: Conjunto de actividades orientadas a verificar, completar, organizar, actualizar, custodiar y tramitar la documentación técnica, comercial y regulatoria necesaria para el registro, modificación, mantenimiento, suspensión, retiro o transición de una frontera comercial. Esta definición no aparece literal en el texto adjunto, pero resulta útil para aterrizar técnicamente el Componente 1 del borrador del anexo.

Gestión de Glosas (Comercial): Procedimiento de devolución, observación por inconsistencias en cuentas de cobro, soportes o requisitos, que exige correcciones dentro de plazos definidos.

Liquidación energética: Proceso mediante el cual se consolidan, validan y calculan las cantidades de energía generada, exportada, importada, consumida o asignada, así como los valores económicos asociados a dichas transacciones, conforme a las reglas regulatorias y contractuales aplicables. Esta definición es consistente con el componente de liquidación y motor regulatorio desarrollado en el borrador del anexo.

Reclamo y objeción (ASIC/XM): Gestión formal mediante la cual se presentan solicitudes de corrección, aclaración o controversia sobre liquidaciones, reportes o mediciones.

Registro de frontera comercial: Proceso de inscripción, actualización de la frontera en el ASIC, XM conforme a los requisitos del marco regulatorio.

Representante: Persona jurídica representante de la frontera comercial de generación de los proyectos de energía y de la prestación de servicios auxiliares, a cuyo nombre se registra la frontera comercial en el Sistema de Intercambios Comerciales. Debe estar registrado en el ASIC como agente generador para participar en el Mercado de Energía Mayorista, en cumplimiento de la regulación aplicable.

Representación de Frontera Comercial: Servicio mediante el cual un agente generador autorizado actúa en nombre de otro como representante de la frontera comercial ante el MEM. Este servicio incluye, entre otras actividades, registrar la frontera comercial, reportar información, recibir las liquidaciones del ASIC, formular los reclamos necesarios y gestionar la venta de energía. Esta definición coincide sustancialmente con la contenida en la minuta del convenio.

Transferencia de recursos (Excedentes): Movimiento de recursos resultado de la liquidación comercial, con soportes y trazabilidad.
Transición de la representación: Conjunto de actividades técnicas, documentales, operativas y comerciales necesarias para transferir de manera ordenada la representación comercial, el CGM, la información, los expedientes, los soportes y los registros a otro representante o a otro modelo de comercialización definido por FENOGE. Esta actividad ya está expresamente prevista en la minuta del convenio como componente de cierre y transición.

TXF: Liquidación final y definitiva de las transacciones en el Mercado de Energía Mayorista para un mes específico.

- **AOM&M – Otras definiciones**

Administración: Servicio correspondiente al conjunto de actividades administrativas, documentales, de coordinación y control orientadas a asegurar el cumplimiento normativo, la trazabilidad de la información y la adecuada gestión integral de los Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV) durante su etapa de operación. Incluye, entre otras, la elaboración y presentación de reportes de gestión y seguimiento, la verificación del cumplimiento de la normativa técnica, ambiental y de seguridad aplicable, la gestión y, cuando se



requiera, renovación de permisos y licencias, la administración y actualización de la documentación técnica del sistema y la gestión de coberturas de seguros frente a riesgos operativos, climáticos o antrópicos, cuando aplique.

Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo (AOM&M): Servicio correspondiente al conjunto integral de actividades técnicas, operativas, administrativas, de seguridad y de cumplimiento que ejecuta un tercero para asegurar la continuidad, desempeño, seguridad y sostenibilidad de los Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV). Incluye, pero no se limita, a la gestión administrativa y documental del sistema, la supervisión del cumplimiento normativo, la gestión de permisos, seguros y reportes, la operación y optimización del desempeño del SSFV, el control de la energía generada y de los consumos propios, la ejecución de mantenimiento preventivo sobre equipos, componentes e infraestructura asociada, el monitoreo y análisis de variables e indicadores técnicos, económicos, ambientales y sociales, la atención de contingencias y fallas, la gestión ambiental, de seguridad y salud en el trabajo, la gestión de repuestos y logística, la capacitación del personal, y la realización de pruebas, verificaciones e informes periódicos, conforme a la normativa aplicable.

Autogeneración Colectiva (AGRC): Producción de energía realizada por una comunidad energética para atender principalmente su propia demanda, de acuerdo con la regulación aplicable. Este término deberá emplearse cuando en el anexo se haga referencia a la etapa posterior de migración de los proyectos desde esquemas transitorios de generación distribuida hacia esquemas definitivos de comunidad energética o autogeneración colectiva.

Auto-generador Colectivo (AC): Comunidad energética constituida para desarrollar la actividad de autogeneración colectiva, de conformidad con la regulación aplicable.

Capacidad de Respaldo para Operaciones en el Mercado (CROM): Mecanismo de mitigación del riesgo sistémico destinado a prevenir la salida en cadena de agentes en coyunturas críticas por posiciones de compra y/o venta de energía sin el adecuado respaldo.

Centro de Gestión de Medidas (CGM): Servicio mediante el cual un tercero, por lo general el Representante de la Frontera Comercial, provee una plataforma tecnológica para interrogar los medidores de las fronteras comerciales de su responsabilidad, concentrar y almacenar las lecturas, ejecutar los procesos de validación y crítica de las mediciones y realizar los reportes al ASIC de las lecturas de los medidores, en los términos de la regulación vigente aplicable. Esta definición coincide con la contenida en la minuta del convenio y con el alcance técnico previsto en el borrador del anexo.

Centro Nacional de Despacho (CND): Dependencia encargada de la planeación, supervisión y control de la operación integrada de los recursos de generación, interconexión y transmisión del Sistema Interconectado Nacional, así como de impartir instrucciones a los Centros Regionales de Despacho para coordinar maniobras de las instalaciones con el fin de tener una operación segura, confiable y ceñida al reglamento de operación y a los acuerdos del Consejo Nacional de Operación.

Código de Medida: Conjunto de normas técnicas expedidas por la CREG que establecen cómo deben ser instalados, operados, calibrados y comunicados los equipos de medición en el sector eléctrico.

Comercializador: Empresa de servicios públicos domiciliarios o agente económico habilitado cuyo objeto social comprende la compra y venta de energía, dentro del marco definido por la regulación expedida por la CREG.

Comunidad Energética (CE): Comunidad organizada que surge en virtud de un acuerdo entre personas naturales y/o jurídicas de derecho público o privado que cooperan entre sí para desarrollar actividades de generación, comercialización y uso eficiente de la energía a través del uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovables, combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos. Este término solo debe mantenerse en la medida en que el anexo haga referencia a la transición posterior de las plantas hacia esquemas definitivos de gestión comunitaria de la energía.

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

Excedentes de Energía: Energía eléctrica entregada a la red por una planta o esquema de autogeneración, expresada en kWh, susceptible de medición, registro, liquidación, comercialización o asignación conforme al esquema regulatorio aplicable.

Disponibilidad técnica del SSFV: Indicador que mide el porcentaje de tiempo o capacidad en que el SSFV se encuentra en condiciones



técnicas de operar respecto del periodo de medición definido.

Disponibilidad del sistema de medición: Indicador que mide la capacidad del sistema de medición para registrar, almacenar, transmitir y permitir la validación de lecturas de forma oportuna y confiable.

Disponibilidad del CGM y Comunicaciones: Indicador que mide la disponibilidad de la plataforma, comunicaciones, canales de interrogación, almacenamiento, validación, criticidad, respaldo y reporte de lecturas asociadas a las fronteras comerciales.

Gestión de activos: Conjunto de actividades orientadas a registrar, organizar, monitorear, intervenir y mantener los activos físicos y funcionales asociados a cada planta solar fotovoltaica durante su ciclo de vida, incluyendo su hoja de vida, estado, historial de intervenciones, riesgos, desempeño y trazabilidad. Esta noción está desarrollada materialmente en el borrador del anexo dentro del componente CMMS y de monitoreo.

kW: Kilovatio.

kWh: Kilovatio hora.

kWp: Kilovatio pico.

Mantenimiento: Servicio correspondiente al conjunto de actividades técnicas, programadas o correctivas, destinadas a conservar o restablecer los Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV) y sus equipos asociados en condiciones adecuadas de funcionamiento, seguridad, confiabilidad y eficiencia. Incluye, pero no se limita, a la inspección visual periódica de paneles, estructuras, cableado y demás componentes, la limpieza de módulos solares, el mantenimiento preventivo de inversores, transformadores, baterías, conexiones eléctricas y estructuras de soporte, así como al diagnóstico, análisis y corrección de fallos, la sustitución de equipos defectuosos, la reparación de daños ocasionados por eventos externos o condiciones climáticas adversas y la atención de emergencias mediante acciones de contingencia que permitan restablecer oportunamente la operación del sistema.

Mantenimiento Correctivo: Servicio correspondiente al conjunto de actividades técnicas orientadas a diagnosticar, atender, corregir y restablecer las fallas, daños, defectos o eventos que afecten el funcionamiento, la seguridad, la confiabilidad o el desempeño de los Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV) y de sus equipos asociados.

Mantenimiento predictivo: Serie de acciones y técnicas de análisis de datos aplicadas con el objetivo de detectar y anticipar posibles fallos y defectos en los equipos y demás componentes del SSFV. De igual manera ayuda a planificar y programar los mantenimientos.

Mantenimiento Preventivo: Es el mantenimiento periódico llevado a cabo en un activo de manera planificada y programada, con el objetivo de prevenir fallos funcionales y preservar la eficiencia y funcionalidad. Este tipo de servicio comprende actividades de limpieza, mediciones, ajustes menores, entre otras. Este tipo de mantenimiento busca extender la vida útil del activo, garantizar su disponibilidad y reducir el riesgo de fallas inesperadas. Ejemplos: inspecciones regulares, calibración de equipos, reemplazo de componentes desgastados según el tiempo o uso.

MEM – Mercado de Energía Mayorista: Sistema mediante el cual se realizan las transacciones comerciales de energía eléctrica en Colombia entre los distintos agentes del sector eléctrico.

Monitoreo: Servicio correspondiente al conjunto de actividades de seguimiento, medición, registro, análisis y reporte de variables e indicadores asociados al desempeño de los Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV), con el fin de evaluar su comportamiento, identificar desviaciones, anticipar fallas y soportar la toma de decisiones para su optimización. Incluye, pero no se limita, al monitoreo continuo de la producción de energía, al registro y análisis de variables e indicadores técnicos, económicos, ambientales y sociales, al análisis de tendencias de generación, a la verificación del cumplimiento de parámetros y garantías de rendimiento y a la elaboración de informes periódicos sobre desempeño, incidencias detectadas, actividades ejecutadas y cumplimiento de las metas y proyecciones definidas para el sistema.

Operación: Servicio correspondiente al conjunto de actividades técnicas y operativas orientadas a asegurar el funcionamiento continuo, eficiente y seguro de los Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV), maximizando su desempeño conforme a las condiciones



reales de operación. Incluye, entre otras, la monitorización en tiempo real del sistema, la detección de fallos o desviaciones operativas, la optimización del rendimiento energético, la gestión y registro de la energía producida y suministrada, el control de los consumos propios de los equipos auxiliares y la evaluación permanente del desempeño real del sistema frente a las condiciones y proyecciones de diseño.

Operador de Red (OR): Persona encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o de un Sistema de Distribución Local, incluidas sus conexiones al Sistema de Transmisión Nacional.

Orden de trabajo: Registro formal mediante el cual se programa, ejecuta, controla y documenta una actividad de inspección, mantenimiento, reparación, calibración, reposición o intervención sobre un activo o sistema. Esta definición se soporta en el componente CMMS desarrollado en el borrador del anexo.

Punto de conexión: Punto de conexión eléctrico en el cual los activos de conexión de un usuario o de un generador se conectan al Sistema de Transmisión Nacional, a un Sistema de Transmisión Regional o a un Sistema de Distribución Local, o entre sistemas y niveles de tensión.

Sistema de Distribución Local (SDL): Sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan en los niveles de tensión 3, 2 y 1 dedicados a la prestación del servicio en un mercado de comercialización.

Sistema de Intercambios Comerciales (SIC): Conjunto de reglas y procedimientos que permiten definir las obligaciones y acreencias de los generadores, comercializadores y transportadores por concepto de los actos o contratos de energía en la bolsa, así como los procesos de liquidación, facturación, recaudo y pago asociados.

Sistema Solar Fotovoltaico (SSFV): Conjunto de equipos solares, paneles, inversores, estructuras, cableado, protecciones y medidores que permiten convertir la energía del sol en energía eléctrica.

Sistema de Transmisión Regional (STR): Sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por los activos de conexión del OR al STN y por el conjunto de líneas, equipos y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan en el nivel de tensión 4.

Sistema Interconectado Nacional (SIN): Sistema compuesto por las plantas y equipos de generación, la red de interconexión, las redes regionales e interregionales de transmisión, las redes de distribución y las cargas eléctricas de los usuarios conectados entre sí.

Trazabilidad: Capacidad de seguir, verificar y documentar de manera íntegra y cronológica las lecturas, transacciones, mantenimientos, reportes, soportes, novedades e intervenciones asociadas a una planta, a una frontera comercial o a un activo. Esta noción es transversal al alcance técnico del anexo y está implícita tanto en el componente de administración como en el de CGM y AOM&M.

3. ZONA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

La ejecución del proyecto se ha estructurado con base en doce regiones geográficas. Esta segmentación facilita la estructuración del despliegue de las cuadrillas para el caso de AOM&M, permitiendo una ejecución ordenada y optimizada de los recursos. Así mismo, esta segmentación soporta la planificación de visitas técnicas, inspecciones, atención de contingencias, soporte de telecomunicaciones y coordinación operativa asociada al CGM y a la administración de fronteras comerciales, cuando se requieran actuaciones presenciales o verificaciones en campo. A continuación, se presenta la distribución de las regiones y los departamentos que las conforman.

El Contratista deberá presentar una matriz de visitas técnicas por región y SSFV, indicando el tipo de visita, frecuencia mínima, objetivo, personal requerido, evidencias, tiempos de desplazamiento, criticidad, costos asociados y relación con los productos del contrato.



Tabla 1. Regiones del País

Región	Departamentos
1	Amazonas, Vaupés, Guainía y Vichada
2	Putumayo, Caquetá y Guaviare
3	Meta, Casanare y Arauca
4	Nariño, Cauca y Valle del Cauca
5	Huila y Tolima
6	Cundinamarca
7	Quindío, Risaralda y Caldas
8	Boyacá, Santander y Norte de Santander
9	Chocó, Antioquia
10	Córdoba, Sucre y Bolívar.
11	Atlántico, Magdalena, César y La Guajira
12	San Andrés y Providencia

Nota. La asignación de plantas a cada región se definirá conforme al inventario de activos o fronteras que establezca FENOGÉ en los anexos del contrato. En consecuencia, la presente segmentación es un criterio operativo para planeación y no limita la posibilidad de reasignación o actualización por parte de FENOGÉ durante la ejecución, mediante el procedimiento de gestión de cambios.

3.1. Criterios de segmentación territorial

La distribución del territorio en doce regiones responde a un enfoque técnico que optimiza la planificación, ejecución y monitoreo del proyecto. Esta segmentación permite:

- Organización eficiente, asegurando una cobertura balanceada en todas las regiones.
- Optimización de la logística, reduciendo costos y tiempos de transporte e instalación.
- Adaptación de los sistemas a las particularidades de cada región, ajustando el diseño fotovoltaico a las condiciones geográficas y a la infraestructura disponible.
- Asignación de personal especializado según la zona, permitiendo un mantenimiento adecuado.
- Priorización de atención a contingencias y definición de tiempos de respuesta según criticidad, accesibilidad, conectividad y condiciones del territorio.
- Planeación de soporte al CGM y a la medición comercial, considerando cobertura de telecomunicaciones, ventanas de intervención en gabinete de medida, coordinación con OR y disponibilidad de recursos locales.
- Gestión preventiva de riesgos territoriales (Clima, orden público, restricciones de acceso, disponibilidad de transporte), incorporándolos en el plan de trabajo y en los protocolos de seguridad y continuidad.

3.2. Alcance geográfico y estrategia de implementación

La delimitación de estas regiones se basa en criterios administrativos y geográficos que garantizan una cobertura completa y eficiente. Para ello, se han establecido lineamientos que facilitan:

- La coordinación con autoridades locales y operadores regionales, asegurando el cumplimiento de la normativa aplicable y los requisitos técnicos específicos.
- La ejecución escalonada del proyecto, teniendo en cuenta la infraestructura disponible, las condiciones de acceso y las necesidades energéticas de cada área.
- La identificación de particularidades regionales, permitiendo una planificación detallada para la instalación y operación de los sistemas.
- La estructuración de despliegue operativo mediante “Rutas” o “Frentes” por región para la AOM&M definiendo base operativa, ventanas de desplazamiento, inventario mínimo de repuestos críticos y estrategia de atención por criticidad.



- La definición de un esquema de coordinación para representación CGM que asegure: i. Gestión documental por planta y frontera; ii. Soporte a visitas de medición y telecomunicaciones cuando sean necesarias, y iii. Articulación con OR, ASIC y XM para actividades que requieran intervención en sitio (Sellos, cambios de medidor y pruebas).
- La obligación del contratista de presentar un “Plan de implementación territorial” que incluya: recursos asignados, cronograma, rutas críticas, riesgos territoriales, medidas de seguridad y mecanismos de comunicación con FENOGÉ, como insumo de supervisión.

4. NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

Las actividades de representación comercial, Centro de Gestión de Medidas (CGM) y Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo (AOM&M) deberán ejecutarse conforme al marco constitucional, legal, reglamentario, técnico y operativo vigente aplicable al servicio público de energía eléctrica, al mercado de energía mayorista, a los sistemas de medición, a la conexión y operación de plantas de generación, y a la administración técnica de activos energéticos. En consecuencia, el contratista deberá dar cumplimiento, como mínimo, a las siguientes disposiciones:

- La Ley 142 de 1994 y la Ley 143 de 1994, en lo relacionado con la prestación del servicio público de energía eléctrica, los agentes del sector, las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización, así como las competencias generales del mercado eléctrico colombiano.
- La Ley 1715 de 2014, modificada por la Ley 2099 de 2021, en lo relativo al desarrollo e integración de fuentes no convencionales de energía, autogeneración, generación distribuida, gestión eficiente de la energía y demás disposiciones aplicables a los proyectos objeto del presente anexo.
- El Decreto 1073 de 2015 y sus modificaciones, así como el Decreto 2236 de 2023, en lo relacionado con comunidades energéticas, autogeneración colectiva, generación distribuida colectiva y demás esquemas regulatorios que resulten aplicables a la evolución operativa y comercial de las plantas definidas por FENOGÉ.
- La Resolución CREG 024 de 1995, en cuanto regula aspectos comerciales del mercado mayorista de energía y define a los agentes que participan en dicho mercado.
- La Resolución CREG 038 de 2014, en especial lo relacionado con el Código de Medida, las responsabilidades del Representante de la Frontera, las obligaciones sobre interrogación, concentración, validación, crítica y reporte de lecturas, y la operación del Centro de Gestión de Medidas (CGM). De manera particular, el contratista deberá observar las responsabilidades previstas para el representante de frontera y las funciones del CGM señaladas en dicha resolución y en su Anexo 3.
- La Resolución CREG 157 de 2011, o aquella que la modifique, complemente, adicione o sustituya, en lo relacionado con el procedimiento y los requisitos para el registro de fronteras comerciales y de generación ante el ASIC.
- La Resolución CREG 031 de 2021, o aquella que la modifique, complemente, adicione o sustituya, respecto del registro de agentes generadores y comercializadores ante el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC) para el desarrollo de actividades inherentes a la prestación del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional.
- La Resolución CREG 060 de 2019, en lo relacionado con la información que deben suministrar los agentes del mercado mayorista al Administrador del SIC, incluyendo los reportes de generación y demanda en los plazos definidos por la regulación y el Código de Medida.
- La Resolución CREG 086 de 1996, modificada por la Resolución CREG 096 de 2019, y las demás disposiciones que la complementen o sustituyan, en cuanto a las alternativas de comercialización de la energía generada por plantas de menor capacidad y, en general, a los esquemas aplicables a la venta de energía por parte de plantas objeto del presente anexo.
- La Resolución CREG 174 de 2021, en especial las disposiciones asociadas a conexión, operación, aspectos comerciales de la autogeneración a pequeña escala y la generación distribuida, así como las reglas de vigencia de aprobación de conexión. En particular, cuando las plantas deban operar de manera transitoria o definitiva bajo esquemas de AGPE o GD, el contratista deberá observar estrictamente lo previsto en el artículo 15 de dicha resolución, a fin de evitar la pérdida o liberación de capacidad de conexión por parte del Operador de Red.
- La Resolución CREG 101 072 de 2025, en lo relativo a la integración operativa y comercial de esquemas de autogeneración colectiva y generación distribuida colectiva, así como a las alternativas de comercialización de la generación distribuida y a los futuros procesos de transición regulatoria de las plantas hacia esquemas comunitarios o colectivos, cuando ello resulte aplicable.
- La Resolución CREG 055 de 1994, o la que la modifique, complemente o sustituya, en lo que corresponda a la posibilidad



de conferir mandatos o representación para actuaciones ante el Centro Nacional de Despacho y el mercado mayorista.

- Los instructivos, guías, formatos, manuales operativos y lineamientos vigentes expedidos por XM S.A. E.S.P., en su calidad de ASIC y/o LAC, para el registro de agentes, plantas, unidades, fronteras comerciales, sistemas de medida, reportes de información, liquidaciones, conciliaciones y demás trámites operativos y comerciales aplicables.
- Los lineamientos, procedimientos y condiciones técnicas establecidos por los Operadores de Red correspondientes, así como las disposiciones y acuerdos expedidos por el Consejo Nacional de Operación (CNO), en todo aquello que resulte aplicable a la conexión, operación, permanencia de la capacidad aprobada, sistemas de medida, comunicaciones, maniobras, pruebas y demás actuaciones relacionadas con las plantas definidas por FENOGÉ.
- Para efectos de comunicaciones y teled medida asociadas al CGM, deberán observarse los acuerdos del CON aplicables; en particular, cuando corresponda, las exigencias técnicas de comunicaciones del Acuerdo CON 1043 (VPN Ipsec o SSL o algoritmos de cifrado robusto y requisitos equivalentes), o instrumento que lo modifique o sustituya.

Cuando las actividades de AOM&M impliquen intervención sobre infraestructura eléctrica, sistemas de medición, equipos de protección, comunicaciones, tableros, conductores, puntos de conexión, sistemas de puesta a tierra o cualquier otro activo eléctrico asociado a la planta, también deberán cumplirse el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 y las demás normas técnicas nacionales o internacionales aplicables al tipo de intervención ejecutada. Esto es consistente con el enfoque del Anexo 1 de SSFV, aunque en este nuevo anexo su aplicación será principalmente complementaria y no estructural, pues el objeto principal no es la construcción sino la operación regulada, la medición comercial y el mantenimiento.

Asimismo, deberán observarse las normas técnicas y metodologías aplicables al monitoreo, desempeño, inspección, pruebas y gestión de activos, cuando estas hagan parte del alcance del contratista, incluyendo aquellas referidas en el propio anexo para análisis de desempeño, mantenimiento basado en condición, inspecciones programadas, pruebas operativas, gestión de órdenes de trabajo y sistemas de gestión de activos.

Adicionalmente, en materia de seguridad de la información y tratamiento de datos el contratista deberá cumplir con la normativa nacional aplicable (Incluyendo, cuando corresponda, la Ley 1581 de 2012 y sus normas reglamentarias), así como con las políticas y lineamientos del FENOGÉ para control de accesos, respaldos, confidencialidad y continuidad operativa.

La adopción de estándares específicos internacionales para plataformas tecnológicas, sistemas de medición, protocolos de comunicación, monitoreo remoto, gestión de activos, inspección, interoperabilidad o ciberseguridad, cuando no existan equivalentes nacionales específicos, podrá aceptarse siempre que no contravenga lo establecido en la normativa expedida por el Ministerio de Minas y Energía, la CREG, XM, el Operador de Red o cualquier otra autoridad competente.

4.1. Normas y códigos aplicables a equipos y materiales

De manera general, todos los sistemas, plataformas, equipos, protocolos, componentes tecnológicos, instrumentos de medición, herramientas de monitoreo, aplicativos de gestión, soluciones de almacenamiento de información y demás elementos que hagan parte del servicio de representación comercial, CGM y AOM&M deberán cumplir con las normas aplicables y con los códigos publicados por las siguientes entidades o marcos de referencia, según corresponda y de acuerdo con el detalle indicado en los subcapítulos de cada componente del presente anexo:

- NTC - Norma Técnica Colombiana.
- NTC – Norma Técnica Colombiana.
- RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- RITEL – Reglamento de Redes Internas de Telecomunicaciones, cuando aplique a infraestructura de comunicaciones asociada.
- IEC – International Electrotechnical Commission, especialmente en lo relativo a medición, desempeño, inspección, pruebas, interoperabilidad y monitoreo de sistemas fotovoltaicos.
- IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers, en lo aplicable a interconexión, monitoreo, comunicaciones, calidad de energía y operación.
- ANSI – American National Standards Institute, cuando resulte aplicable a instrumentos, componentes o equipos.
- UL – Underwriters Laboratories, cuando resulte aplicable a equipos o componentes utilizados en medición, comunicaciones, monitoreo o respaldo de operación.
- NFPA – National Fire Protection Association, cuando las actividades de operación y mantenimiento involucren riesgos eléctricos, protección contra incendio o intervención de cuartos técnicos y equipos energizados.



- ISO – International Organization for Standardization, especialmente en lo relacionado con gestión de activos, gestión documental, seguridad de la información y demás sistemas de gestión que resulten aplicables al alcance del contrato.

Protocolos y estándares de comunicación e interoperabilidad, tales como DLMS/COSEM, Modbus, IEC 62056 o equivalentes, cuando sean requeridos para la interrogación, transmisión, almacenamiento, validación y explotación de lecturas o variables operativas. Adicionalmente, cuando el CGM implique transmisión de información por redes públicas o privadas, el contratista deberá garantizar mecanismos de cifrado, autenticación y control de acceso acordes con buenas prácticas de ciberseguridad y con los requerimientos del CNO aplicables.

Finalmente, cualquier referencia a un código o norma en esta sección significará su última revisión o modificación vigente al momento de su aplicación. Si el CONTRATISTA desea emplear códigos o normas distintos a los señalados, deberá presentar la justificación técnica correspondiente para que el FENOGÉ evalúe su aplicabilidad. Solo tras un acuerdo escrito con el contratante se podrá proceder con su implementación, asegurando que las alternativas propuestas mantengan los niveles de calidad, seguridad y desempeño exigidos.

4.2. Cumplimiento de normativas nacionales en seguridad y salud en el trabajo

En cuanto a las obligaciones laborales, operativas y de seguridad a cargo del contratista y de su personal, se deberá cumplir con la normativa vigente en seguridad y salud en el trabajo, así como con los lineamientos aplicables a actividades de operación, mantenimiento, atención de fallas, visitas técnicas, inspecciones, maniobras, intervención de equipos energizados y desplazamientos a sitio. Lo anterior, de acuerdo con el Anexo de obligaciones de SST. Las demás disposiciones ambientales, de seguridad industrial, higiene, salud ocupacional y atención de emergencias que resulten exigibles según la naturaleza de las actividades efectivamente ejecutadas por el contratista.

4.3. Consideraciones finales

- El código o norma mencionado en esta especificación se interpretará en su última versión vigente o en su modificación más reciente.
- El código, norma, resolución, instructivo, procedimiento o lineamiento mencionado en esta especificación se entenderá en su versión vigente o en su modificación más reciente al momento de la ejecución de la actividad correspondiente.
- Cuando el contratista desarrolle actividades de representación comercial, CGM y AOM&M sobre plantas que operen o deban entrar en operación bajo esquemas transitorios de generación distribuida o autogeneración a pequeña escala, deberá implementar las acciones de seguimiento, control documental, trámite, reporte y coordinación requeridas para evitar la expiración de la aprobación de conexión y la consecuente liberación de capacidad por parte del Operador de Red, de conformidad con la regulación aplicable.
- Las actividades ejecutadas con base en normas, protocolos o metodologías internacionales equivalentes podrán ser aceptadas siempre que ello se encuentre técnicamente justificado, no contradiga la regulación nacional aplicable y sea previamente aprobado por escrito por el contratante.
- Si el futuro contratista propone el uso de normas, protocolos, plataformas, estándares, metodologías o arquitecturas tecnológicas distintas a las señaladas en esta especificación, deberá presentar la justificación técnica, regulatoria y operativa correspondiente, para que FENOGÉ evalúe su aplicabilidad, suficiencia e interoperabilidad.
- Cuando se presenten cambios normativos o de lineamientos técnicos (XM, OR, CON) que impacten requisitos de medición, comunicaciones, reporte o permanencia de capacidad, el contratista deberá presentar a FENOGÉ un plan de ajuste con cronograma, responsables, costos y evidencias de implementación, sin afectar la continuidad del servicio.

5. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A VEHÍCULOS Y TRANSPORTE

El *contratista* debe actuar con la máxima diligencia en el uso de vías públicas y privadas, evitando daños en la infraestructura vial. Por lo tanto, es su obligación cumplir con las disposiciones del Ministerio de Transporte y gestionar las autorizaciones necesarias para el tránsito de vehículos, maquinaria y equipos requeridos en la ejecución del contrato, asumiendo la responsabilidad integral por la operación logística, el cargue, descargue y el transporte terrestre, fluvial, marítimo o combinado, según aplique.



Es importante resaltar adicionalmente, que las obligaciones de transporte aplican únicamente al desplazamiento de personal técnico, herramientas, equipos de prueba, equipos de medición, repuestos, materiales de mantenimiento y elementos requeridos para la prestación de los servicios de Representación Comercial, CGM y AOM&M.

5.1. Transporte de personal y materiales

El contratista es el único responsable del transporte de todo el personal vinculado al proyecto, garantizando que se realice de manera segura y en conformidad con las normativas vigentes. La documentación requerida para el cumplimiento de la normativa en transporte terrestre y fluvial deberá estar disponible en el sitio de trabajo.

Se prohíbe el transporte de personal en platonos o carrocerías de vehículos automotores. En el caso de embarcaciones, la cantidad de personas transportadas no podrá exceder la capacidad permitida según su tamaño y diseño. Además, el contratista debe garantizar el servicio de transporte de personal a cada frente de trabajo, evitando retrasos y pérdidas de tiempo operativas.

El contratista deberá dimensionar adecuadamente la cantidad de vehículos requeridos para la movilización de personal, equipos y herramientas, asegurando la eficiencia en la ejecución del proyecto y el cumplimiento de los estándares internos y nacionales.

5.2. Transporte de equipos y materiales

El costo asociado al transporte de equipos, materiales y herramientas será asumido por el contratista, quien deberá considerarlo en la estructuración de su oferta económica. La modalidad de transporte a utilizar podrá incluir opciones terrestres, fluviales, marítimas, aéreas o combinadas, según la disponibilidad y necesidad del proyecto.

El contratista será responsable de tramitar ante las autoridades competentes los permisos necesarios para el transporte de los materiales y equipos a instalar. El transporte deberá realizarse mediante procedimientos técnicos adecuados, empleando vehículos y equipos en condiciones óptimas para evitar daños durante el cargue, traslado y descargue, ya sea en vías terrestres, fluviales, marítimas, aéreas o caminos de difícil acceso.

Cualquier daño ocasionado en la infraestructura vial, bienes públicos, privados, equipos o personas durante las maniobras de carga, transporte o descarga será responsabilidad exclusiva del contratista, quien deberá asumir los costos derivados de los perjuicios causados.

5.3. Documentación de los vehículos

Desde el inicio del contrato, el *contratista* deberá reportar a la *Interventoría y/o Supervisión* la lista completa de los vehículos que serán utilizados en el proyecto, indicando la siguiente información:

- Placa.
- Modelo y tipo de vehículo.
- Tarjeta de propiedad (número y titular).
- Tarjeta de operación (para vehículos con conductor).
- Pólizas de seguro (número y vigencia).
- Tarjeta de seguro obligatorio automotor (SOAT o SCCT, según aplique).

Además, durante toda la ejecución del contrato, deberá mantenerse actualizados todos los documentos exigidos por las autoridades de Circulación y Tránsito para vehículos particulares, es decir, la siguiente documentación:

- Copia autenticada de la tarjeta de propiedad del vehículo.
- Seguro obligatorio SOAT o SCCT vigente.
- Certificado de revisión técnico-mecánica emitido por un CDA autorizado (cuando aplique).
- Póliza de seguro todo riesgo extracontractual y contractual.
- Certificado de paz y salvo emitido por la autoridad de tránsito correspondiente.
- Certificado de emisión de gases.



- Hoja de vida del vehículo con historial de mantenimiento.
- Se exigirá a quien conduzca vehículos dentro y fuera del parque solar, en transporte de personal y carga, contar con licencia de conducción vigente y curso de manejo defensivo actualizado.
- Concepto de aptitud médica del conductor, incluyendo examen psicofísico.
- Planilla de seguridad (ARL, EPS) del conductor.
- Licencia de conducción vigente del operador del vehículo.
- Curso vigente de manejo defensivo para conductores

5.4. Requisitos para la operación de maquinaria pesada

En caso de operar maquinaria pesada dentro del proyecto, el *contratista* deberá presentar la siguiente documentación:

- Tarjeta de registro de maquinaria.
- Declaración de importación.
- Instalación y activación de sistema *GPS*.
- Póliza de responsabilidad civil.
- Registro de mantenimiento (queda prohibido realizar mantenimiento o abastecimiento de combustible dentro del parque solar).
- Manifiesto de carga.
- Certificado de inspección (prueba de carga).
- Certificación vigente del operador de maquinaria pesada.
- Licencia de tránsito de la cama baja (si aplica).
- Seguro obligatorio *SOAT*.
- Certificado de revisión técnico - mecánica.
- Licencia de conducción vigente del operador.

5.5. Seguridad en la operación de grúas

Si se requiere el uso de grúas dentro del proyecto, el *contratista* deberá asegurar que estos vehículos sean conectados a tierra mientras estén estacionados dentro del parque solar o subestación, con el fin de evitar diferencias de potencial que puedan poner en riesgo la seguridad del personal. Adicionalmente, se exigirá la siguiente documentación para la operación de camión grúa:

- Certificación de la grúa (inspección y prueba de carga).
- Certificación de eslingas, cadenas, grilletes, diferenciales y demás equipos de elevación.
- Tabla de carga del equipo.
- Licencia de tránsito del vehículo.
- Seguro *SOAT* vigente.
- Revisión técnico-mecánica.
- Pólizas de responsabilidad civil, contractual y extracontractual.
- Certificado de aparejador.
- Certificado del operador de grúa.
- Licencia de conducción vigente.

5.6. Plan de seguridad vial y monitoreo ambiental

El contratista deberá implementar un Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) y presentarlo a la Interventoría y/o Supervisión. Este plan deberá incluir:

- Evaluación de riesgos en desplazamientos.
- Estrategias de mitigación de accidentes.
- Plan de preparación y respuesta ante emergencias viales.
- Políticas de seguridad vial divulgadas a conductores y operadores del proyecto.
- Indicadores de cumplimiento y seguimiento.



El *contratista* deberá llevar una planilla aprobada por el *FENOGRE* y/o la *Interventoría*, para registrar la huella de carbono generada por los vehículos en el proyecto. Se deberán definir las acciones de reducción del impacto ambiental.

5.7. Condiciones de seguridad dentro del SSFV

El *contratista* deberá garantizar que los vehículos respeten los siguientes parámetros:

- Límites de velocidad dentro del parque solar.
- Equipamiento obligatorio con cámaras y sensores de reversa.
- Presentación de un *Plan Vial y de Movilización* con identificación de peligros, rutas y medidas de mitigación de riesgos.
- Evaluación de estabilidad estructural de las vías.

En caso de contar con múltiples vehículos y maquinaria dentro del parque solar, el *contratista* deberá asignar controladores viales (señaleros o paleteros), debidamente capacitados y equipados con sistemas de comunicación.

5.8. Mantenimiento y aseguramiento de las condiciones de tránsito

El *contratista* deberá implementar un *Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para los vehículos*, así como de equipos de transporte, garantizando su operatividad y seguridad. Dicho programa deberá contar con:

- Registro de mantenimientos y reparaciones.
- Plan de inspección periódica.
- Reportes de fallas mecánicas y medidas correctivas.
- Evaluación de rutas para prevenir riesgos de tránsito.
- Todos los documentos serán revisados por la *Interventoría* y/o *Supervisión*, quien determinará su conformidad antes y durante la ejecución del contrato.

Los costos de operación y mantenimiento, incluidos combustibles, peajes y reparaciones, serán asumidos exclusivamente por el *contratista*.

6. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A CENTRO DE GESTIÓN DE MEDIDA Y REPRESENTACIÓN COMERCIAL

Durante la ejecución del Componente de Centro de Gestión de la Medida y Representación Comercial, el *Contratista* deberá ejecutar las siguientes actividades, sin estar limitado únicamente a estas.

Todo procedimiento, informe, prueba, registro de mantenimiento, reporte de CGM, orden de trabajo, reporte de representación, conciliación, cierre de novedades o producto técnico deberá contar con criterio de aceptación, evidencia verificable, responsable, fecha de ejecución, observaciones y aprobación de la supervisión o interventoría cuando aplique. Por lo tanto, se deberá incluir una matriz de responsabilidades por parte de El *Contratista* acorde a las actividades críticas, indicando: responsable, aprobador, consultado e informado para Representación Comercial, CGM, AOM&M, reportes, pagos, glosas, correctivos, repuestos, SST, ambiental y cierre posterior.

6.1. Componente 1.1 – Centro de Gestión de Medida (CGM)

6.1.1. Medición y Centro de Gestión de Medida

El Sistema de Medición es la base de datos de toda la cadena energética: cada kWh que se genera se consume, se exporta o se importa pasa primero por el medidor de frontera. En consecuencia, El *Contratista* deberá cumplir como mínimo con las obligaciones del Código de Medida aplicable, la Resolución CREG 038 de 2014 y los procedimientos vigentes del ASIC / XM y del Operador de Red, incluyendo las obligaciones del representante de la frontera cuando ello haya lugar.



El CGM deberá garantizar, como mínimo: frecuencia definida de interrogación de medidores, disponibilidad mínima de plataforma, respaldo periódico de información, validación y criticidad de los datos, bitácora de novedades, atención de fallas críticas en plazo definido, control de accesos y reportes oportunos ante el ASIC, XM, según aplique.

Dentro de las actividades que debe gestionar el contratista, como mínimo, en el desarrollo de este componente, se encuentran:

- **Registro de medidores:** El sistema de medición mide energía en 4 cuadrantes (importación activa, reactiva inductiva, exportación activa, reactiva capacitiva). El sistema registra cada medidor con su serial, modelo, proveedor, y estado. Adicionalmente, deberá registrar y mantener actualizados: i. Códigos de fronteras; ii. Relación de transformación CTs y PTs cuando aplique; iii. Factor de medición y parametrización; iv. Medidor principal y de respaldo cuando aplique; v. Fecha de instalación; vi. Certificados de calibración y vii. Hoja de vida del sistema de medición con trazabilidad de cambios e intervenciones.
- **Adquisición automática de lecturas:** Cada 15 minutos, el sistema consulta el medidor de forma automática a través del proveedor del OR y registra la lectura con los 4 cuadrantes. Si la comunicación falla, reintenta automáticamente con reintento progresivo. En todo caso, la frecuencia mínima de interrogación y disponibilidad de información deberá garantizar el cumplimiento de reportes regulatorios y conciliaciones comerciales, con una interrogación mínima diaria como estándar operativo cuando aplique. El Contratista deberá documentar el esquema de comunicaciones, asegurar mecanismos de conexión segura y mantener el registro de disponibilidad del canal.
- **Medidores virtuales:** Permiten agrupar las lecturas de varios medidores físicos para obtener totales a nivel de granja o comunidad. El Contratista deberá garantizar trazabilidad entre medidores físicos y agregaciones virtuales, con reglas de agregación documentadas, exportables y auditables.
- **Factor de potencia:** Visualización en tiempo real con semáforo (verde >0.9 cumple, amarillo 0.85-0.9 riesgo, rojo <0.85 penalización). La detección temprana permite corregir antes de que se acumule la penalización CREG. El Contratista deberá generar alertas y recomendaciones operativas ante desviaciones y soportar con evidencias las acciones correctivas y su cierre.
- **Registro en *blockchain*:** Cada lectura validada se sincroniza automáticamente al *blockchain* para garantizar inmutabilidad. El medidor queda registrado *on-chain* con 12 operaciones disponibles (registro, vinculación a granja, envío de lecturas, calibración, etc.). Si se utiliza *blockchain* y otra tecnología equivalente de inmutabilidad, deberá garantizarse que: i. No sustituye los reportes regulatorios exigibles; ii. Permite exportación completa de datos, y iii. No genera dependencia tecnológica.
- **Requisitos mínimos de comunicaciones (CNO):** El Contratista deberá garantizar que el canal de comunicación del sistema de medida cumpla con las exigencias aplicables del CNO. En caso de señal deficiente e intermitente, deberá implementar una solución alterna (p. ej., satelital) que asegure continuidad de lectura.
- **Suministro/gestión de SIM CARD y APN privado (cuando aplique):** El Contratista deberá suministrar e instalar SIM CARD con APN privado y asegurar el plan de datos requerido para telemedida; si se supera la capacidad estimada del plan, deberá informarlo y tramitar la ampliación previa aprobación del FENOGÉ, el supervisor y/o la interventoría.
- **Reconfiguración de módems a nivel horario:** Cuando aplique, el Contratista deberá reconfigurar los módems de comunicación (GPRS/4G/3G) y asegurar la correcta configuración de hora del sistema de medición para evitar inconsistencias de lecturas y reportes.
- **Frecuencia mínima de interrogación:** El Contratista deberá interrogar los medidores con una frecuencia mínima diaria y garantizar disponibilidad de lecturas para reportes y conciliaciones.
- **Parámetros mínimos:** El Contratista deberá asegurar que los parámetros mínimos entregados y almacenados incluyan energía activa y reactiva, importada y exportada.
- **Validación de carga y control de calidad previo a reporte:** El Contratista deberá ejecutar validación mínima sobre:



i. Ceros en curva de carga; ii. Demanda máxima vs. máxima transferencia del transformador, y iii. Desviaciones de generación, dejando evidencia del control y de las acciones correctivas.

- **Reporte diario al ASIC (kWh) y base de cálculo:** El Contratista deberá entregar diariamente al ASIC el reporte de generación y consumos propios de cada SSFV dispuesto por el FENOGÉ en los términos que el ASIC lo requiera, aplicando las variables técnicas del sistema de medida y dejando trazabilidad de la fuente del dato.
- **Gestión de cambios del sistema de medida:** Ante cambio de medidor, equipo de comunicación o cualquier elemento del sistema de medición, El Contratista deberá actualizar la información, incorporarla en la hoja de vida del sistema de medida y soportarla mediante acta de revisión.
- **Informe anual CGM:** Por cada SSFV dispuesto por el FENOGÉ, El Contratista deberá elaborar y entregar el Informe Anual CGM con estructura exigible para el ASIC y XM.
- **Verificaciones quinquenales y hoja de vida:** Cuando aplique, El Contratista deberá acompañar las verificaciones quinquenales, poner a disposición recursos de infraestructura y gestión, realizar diagnóstico del estado, asesorar tratamiento de hallazgos, emitir recomendaciones y asegurar la actualización y custodia de la hoja de vida del sistema de medida.

6.1.2. Componente: Liquidación Energética y Motor Regulatorio

Este componente calcula automáticamente cuanta energía genero cada granja, cuanta consumió cada beneficiario, cuanto crédito le corresponde, y cuanto debe pagar o recibir. El motor de la plataforma debe soportar las 4 modalidades regulatorias colombianas y se adapta automáticamente según la configuración de cada comunidad. Para efectos de esta SIP, El Contratista deberá, como mínimo, asegurar que el motor de reglas permita parametrizar el esquema aplicable a cada planta, frontera (Transitorio o definitivo), generar reportes verificables para FENOGÉ y soportar conciliaciones con ASIC, XM y el OR cuando corresponda. Así mismo, deberá generar reportes diarios, mensuales con consistencia y trazabilidad, y permitir auditoría (Bitácoras, reglas de cálculo, históricos, exportación de datos).

El Contratista deberá validar liquidaciones, identificar diferencias, preparar soportes, gestionar glosas, reclamos, objeciones o controversias, conciliar valores mensuales, entregar informes comerciales y financieros, así como también mantener trazabilidad documental hasta el cierre de cada novedad.

a. Requisitos Mínimos del Sistema de Información

Requisitos Transversales

El Contratista deberá disponer de un sistema de información/plataforma que soporte la gestión de medición, trazabilidad y reportes del servicio, cumpliendo como mínimo con los siguientes requisitos transversales:

- **Actualización:** Los datos de generación deben actualizarse al menos cada 15 minutos permitiendo visualización de históricos y cortes por periodo (diario y mensual).
- **Accesibilidad:** La plataforma debe funcionar desde cualquier *smartphone* sin instalar aplicaciones adicionales a la plataforma misma.
- **Bajo consumo de datos:** Optimizada para planes de datos limitados.
- **Modo sin conexión:** Los formularios de registro deben funcionar sin conexión y sincronizar cuando haya internet.
- **Idioma:** Español con lenguaje claro, sin jerga técnica que dificulte su entendimiento.

b. Alinear la Gestión de Activos con ISO 55001

El contratista debe evidenciar alineación de su sistema de gestión de activos con la norma **ISO 55001:2014** (Gestión de Activos, Sistemas de gestión). Esta norma, específicamente aplicable a activos de infraestructura eléctrica, establece:



- **Política de activos:** Compromiso documentado con la gestión del ciclo de vida de los activos.
- **Planificación:** Planes de gestión de activos con objetivos medibles y presupuesto asociado.
- **Información de activos:** Registro sistemático y actualizado de todos los activos/equipos.
- **Gestión de riesgos:** Evaluación periódica de riesgos técnicos, financieros y operacionales por activo.
- **Evaluación del desempeño:** Indicadores de gestión (KPIs) con metas y seguimiento (complementa la brecha de métricas IEC 61724)

Como evidencia, el Contratista deberá entregar al FENOGÉ:

- i. La política de lineamientos de gestión de activos aplicables al servicio.
- ii. El plan de gestión de activos.
- iii. El inventario trazable de activos.
- iv. La matriz de riesgos por activo, es decir por cada SSFV dispuesto por el FENOGÉ.
- v. El tablero de KPIs con su metodología de cálculo

c. Tokenizar la Energía Generada — Activos Digitales para la Estrategia FENOGÉ

La plataforma deberá permitir registrar cada kWh generado como un activo digital trazable (“token de energía” o registro inmutable equivalente), con el fin de soportar la trazabilidad y transparencia del reparto, abonos asociados a la energía generada.

Este registro deberá:

- Garantizar integridad e inmutabilidad del historial (auditoría), sin sustituir los reportes regulatorios exigibles ante ASIC, XM y OR.
- Permitir auditoría y exportación completa de datos (CSV o API), incluyendo reglas de cálculo, históricos, bitácoras y evidencias.
- No generar dependencia tecnológica (anti lock-in): deberá habilitar migración sin penalidad, entrega de accesos administrativos y respaldos periódicos.
- Asegurar cumplimiento de seguridad de la información (control de accesos, roles, bitácora, respaldos y continuidad operativa).

d. Componente: Gestión de Activos y Mantenimiento CMMS

El sistema de gestión de activos debe cubrir el ciclo de vida completo de los equipos de cada granja solar: desde su registro y puesta en servicio, pasando por el monitoreo continuo de su rendimiento, hasta la programación de mantenimientos, inspecciones y eventual reemplazo. En este sentido, se debe contar, mínimo, con: i. Trazabilidad completa de activos, eventos e intervenciones; ii. Reportes y exportación de información (CSV o API); iii. Control de accesos por roles y bitácora de auditoría; y iv. Alineación con un enfoque de gestión de activos tipo ISO 55001, cuando aplique.

Submódulos del CMMS

- **SUBMODULO 1:** Registro de Activos

Cada equipo de cada granja FENOGÉ se registrará con su ficha técnica completa en un árbol jerárquico; en el cual; cada equipo tendrá una “hoja de vida” donde se registrarán todas las intervenciones realizadas durante su vida útil. Adicionalmente, el CMMS deberá garantizar que el inventario sea exportable, auditable y vinculable a órdenes de trabajo, repuestos y garantías

Que debe hacer:



- Registrar cada equipo con fabricante, modelo, número de serie, fecha de instalación, fecha de vencimiento de garantía, y ubicación exacta en la granja. Ubicación georreferenciada cuando aplique, fotografías del activo, y documentación asociada como manuales, fichas técnicas, certificados y garantías.
 - Organizar los equipos por jerarquía (granja, inversor, string, panel) para saber exactamente dónde está cada componente. Vinculación de activos críticos a la frontera, medición, telecomunicaciones cuando aplique, para trazabilidad con CGM y operación.
 - Consultar la hoja de vida completa de cualquier equipo: todas las reparaciones, inspecciones, fallas, cambios de repuestos, con fechas, costos y fotos. Incluir causa raíz cuando aplique, severidad del evento, tiempos de atención y cierre (SLA) y evidencias de cierre.
 - Saber en qué estado está cada equipo: Planificado, en servicio, en mantenimiento, con falla, reemplazado, o dado de baja. Estados “indisponible”, “en diagnóstico” y “en garantía” para control operativo.
 - Generar un consecutivo único para cada activo.
 - Exportar el inventario en formatos compatibles con sistemas ERP (SAP, Oracle, Siesa, World Office). Exportación periódica mínima mensual o bajo solicitud de FENOGE.
 - Control de accesos y auditoría: roles por tipo de usuario Administrador, supervisor, técnico, consulta y bitácora de cambios (quién cambió qué y cuándo).
- **SUBMODULO 2:** Telemetría y Monitoreo en Tiempo Real

La telemetría es el puente entre los equipos físicos de cada granja y la plataforma digital. Permite saber en todo momento cuánto está generando cada granja, si hay equipos con problemas, y si las condiciones ambientales están afectando el rendimiento. El sistema recibe información de 5 tipos de dispositivos en cada granja:

Tabla 2. Fuente de datos de sistema de telemetría

Dispositivo	Para que sirve	Ejemplo de detección
Inversores	Saber cuánto está convirtiendo cada inversor de DC a AC, detectar fallas incipientes por temperatura elevada	Un inversor de 250 kW operando al 85% en vez de 97% = ~30 kW perdidos permanentemente
Estación meteorológica	Comparar la generación real con lo que debería generar según la radiación solar disponible	Si hay mucho “sol” pero la granja genera poco, hay un problema en la planta
Monitores de strings	Identificar el string exacto (grupo de 20-25 paneles) que tiene un panel defectuoso	En una granja con ~150 strings, localizar exactamente cuál tiene problemas
Medidor de frontera	Registrar cuanta energía se exporta e importa de la red, verificar factor de potencia para evitar penalizaciones CREG	Factor de potencia menor a 0.9 genera penalizaciones en la facturación
Trackers (si aplica)	Verificar que los seguidores solares estan siguiendo al sol correctamente	Un tracker atascado puede reducir la generación hasta 25%

Detección automática de anomalías: El sistema deberá generar alertas automáticas cuando detecta que el inversor se encuentra fuera de servicio, string con bajo rendimiento, ensuciamiento excesivo de paneles, factor de potencia fuera de rango, temperatura excesiva, o pérdida de comunicación con alguna granja. Las alertas deberán clasificarse por criticidad (crítica, alta, media, baja), generar ticket de registro automático en el CMMS y disparar una orden de trabajo (OT) cuando aplique, con asignación de responsable). El sistema deberá permitir evidencia de atención y cierre (bitácora de incidentes, causa, acción ejecutada, repuestos usados y validación posterior).

- **SUBMODULO 3:** Análisis de Rendimiento (IEC 61724)

Los indicadores de desempeño permiten saber si cada granja está generando lo que debería según las condiciones del sitio, o si hay pérdidas que requieren atención. Indicadores principales (calculados automáticamente cada día):

- i. **Performance Ratio (PR):** Eficiencia real de la planta comparada con la teórica. Un PR de 82% es normal para el Caribe; si baja a 70%, hay un problema que investigar.
- ii. **Specific Yield:** kWh generados por cada kWp instalado.
- iii. **Factor de capacidad:** Porcentaje del tiempo que la planta genera a su capacidad máxima.
- iv. **Cascada de Pérdidas:** Desglose de las 12 categorías de pérdida (temperatura, ensuciamiento, inversor, cableado, etc.) para saber exactamente dónde se pierde energía.
- v. **Degradación anual:** Comparación año contra año para detectar si los paneles se degradan más rápido que la garantía del fabricante (típico: máximo 0.5%/año).

- **SUBMODULO 4:** Inspecciones — IEC 62446

Se requiere evidencia a través de registros de inspecciones, las cuales son la herramienta para detectar problemas que la telemetría no puede capturar, tal como: degradación física de paneles (microgrietas, PID, decoloración), corrosión de estructuras, deterioro de cableado, y problemas de aislamiento. Sin inspecciones programadas, una granja solar puede operar años con problemas silenciosos que reducen la generación y acortan la vida útil de los equipos, la siguiente tabla relaciona los tipos de inspección en condiciones de ejecución

Tabla 3. Tipos de Inspecciones IEC 62446

Tipo	Que Detecta	Frecuencia	Condiciones	Equipo Necesario
Termográfica (IR)	Puntos calientes en paneles (células defectuosas, bypass, conexiones flojas), uniones calientes en cableado, sobrecargas en combiner boxes	Semestral	Irradiancia mínima 600 W/m ² , viento máximo 5 m/s, cielo despejado	Cámara térmica FLIR T- series o equivalente, resolución mínima 320x240
Curva I-V	Degradación de módulos, mismatch entre strings, diodos de bypass dañados, resistencia serie elevada	Anual	Irradiancia >800 W/ m ² , módulos limpios (sin polvo ni sombra), temperatura estable	Trazador I-V (Solmetric PVA-1500 o equiv.), piranómetro de referencia
Visual	Danos visibles en paneles (grietas, decoloración, snail trails, delaminación), corrosión de estructuras, estado de cableado, vegetación invasiva, erosión de terreno	Trimestral	Luz natural suficiente	Lista de verificación estandarizada, cámara fotográfica
Eléctrica	Fallas de aislamiento, resistencia de puesta a tierra, continuidad de conductores de protección, estado	Anual	Planta desconectada (programar en	Megger (>1000V DC), telurómetro,

	de protecciones (fusibles, SPD, interruptores)		horario nocturno o día nublado)	multímetro de precisión
Drone (IR aéreo)	Visión general del parque, puntos calientes en paneles desde vista aérea (más rápido que IR manual para >1 MW), estado de perímetro, drenajes, erosión	Anual	Viento <15 km/h, sin lluvia, sin restricciones aéreas	Drone con cámara térmica (DJI Matrice 300 + Zenmuse H20T o equiv.)
Aceite transformador	Estado del aislamiento del transformador (humedad, gases disueltos, acidez), detección temprana de fallas internas	Anual	Transformador energizado, muestra tomada del grifo de muestreo	Laboratorio certificado (análisis DGA, humedad, rigidez dieléctrica)
Estructural	Estado de cimentaciones, anclajes, tornillería, galvanizado, asentamiento diferencial, corrosión (especialmente crítico en zonas costeras del Caribe por salinidad)	Bienal	Acceso a bases y anclajes	Nivel de precisión, calibrador de espesores de galvanizado

- **SUBMÓDULO 5:** Repuestos, Garantías y Costos

El CMMS deberá incluir gestión de repuestos y garantías, como mínimo:

- Inventario de repuestos críticos (min-max, punto de reorden, ubicación).
- Trazabilidad de repuestos por OT (qué repuesto se usó en qué activo y cuándo).
- Matriz de garantías (vigencia, condiciones, tiempos de respuesta) y flujo de reclamación.
- Registro de costos por activo y por OT (mano de obra, repuestos, logística), para control de sostenibilidad del SSFV.

6.1.3 Flujo de Inspección

El Contratista deberá implementar en el CMMS un flujo trazable de inspecciones que cubra como mínimo las siguientes etapas:

1. **Programación:** Definir tipo de inspección (visual, IR, I-V, eléctrica, estructural, transformador), alcance, planta, activos, fecha, ventana operativa, personal asignado y condiciones mínimas de ejecución (Irradiancia, viento, seguridad, permisos).
2. **Ejecución en campo:** Aplicar checklist estandarizada, capturar evidencias (fotografías, mediciones, imágenes térmicas cuando aplique), registrar condiciones ambientales y novedades.
3. **Registro en CMMS:** Cargar resultados en el CMMS, asociar hallazgos a activos específicos (jerarquía granja, equipo, sub-equipo), clasificar severidad (crítica, alta, media, baja) y priorización.
4. **Generación automática de reporte:** emitir El Reporte PDF bajo formato IEC 62446 (o equivalente) como entregable verificable.
5. **Gestión de hallazgos:** Convertir hallazgos en OT correctivas, preventivas según criticidad; asignar responsable, fecha compromiso y evidencias requeridas de cierre.
6. **Seguimiento y cierre:** Verificar cierre técnico del hallazgo, anexar evidencias de corrección, validar restablecimiento (prueba posterior) y actualizar estado del hallazgo (cerrado, diferido ó en garantía).
7. **Trazabilidad histórica:** mantener historial del hallazgo y su evolución (fecha detección, acciones, costos, repuestos, tiempos), vinculado a la hoja de vida del activo.

Toda novedad deberá clasificarse por criticidad y contar con tiempo máximo de respuesta, diagnóstico, atención en sitio, reparación o plan de acción, así como evidencia de cierre. Así como también, todo hallazgo de inspección deberá generar registro, clasificación de criticidad, orden de trabajo, responsable, fecha máxima de tención, evidencia de cierre, validación técnica y soporte para pago o reconocimiento cuando aplique.

Nota. Cada inspección generará automáticamente un reporte PDF que incluirá, como mínimo:

- Datos de la planta (ubicación, capacidad, configuración).
- Condiciones ambientales durante la inspección (irradiancia, temperatura, viento).
- Resultados de la lista de verificación con evidencia fotográfica.
- Hallazgos con imágenes térmicas y Delta-T (para inspecciones IR).
- Estado de hallazgos previos.
- Firma del inspector y fecha.
- Identificación del activo intervenido (marca, modelo, serial) y jerarquía en CMMS.
- Instrumentos utilizados (marca, modelo, serial) y evidencia de calibración vigente cuando aplique.
- Criterios de aceptación aplicables y conclusión “Cumple ó No cumple”.
- Clasificación de criticidad del hallazgo (crítica, alta, media, baja) y recomendación de acción (correctiva, preventiva, monitoreo).
- OT asociada (si se genera) con responsable y cierre.

6.1.4 Gestión de Riesgo

El módulo de riesgo consolida información de los demás sub-módulos para calcular un puntaje de riesgo global por granja. Esto permitirá identificar rápidamente cuál de las granjas requiere atención prioritaria. A continuación, se relacionan las categorías ponderadas, recalculando el nivel de riesgo cada semana de operación:

Tabla 4. Categoría de valoración del riesgo

Categoría	Peso	Que Evalua	Fuentes de Datos
Técnico	30%	Estado de los equipos y su rendimiento	MTBF de inversores, desviación del PR vs. garantizado, tasa de degradación, hallazgos de inspección abiertos
Financiero	25%	Viabilidad económica y respaldo	Score de bancabilidad, exposición de garantías (meses restantes vs. vida útil), costo acumulado de mantenimiento
Operacional	25%	Calidad de la operación y mantenimiento	Disponibilidad real vs. SLA, % cumplimiento del plan de mantenimiento, OTs vencidas
Ambiental	10%	Condiciones del sitio que afectan al activo	Soiling ratio promedio, exposición climática (salinidad, humedad, temperatura extrema)
Regulatorio	10%	Cumplimiento normativo	Vigencia RETIE, cumplimiento código de red (factor de potencia, THD), estado de permisos

- **Metodología documentada:** el Contratista deberá documentar la metodología de cálculo del Score del riesgo, los umbrales y las fuentes de datos, y entregarla a FENOGE como parte de los entregables iniciales del CMMS.
- **Plan de acción por nivel:** Para niveles Alto y Critico, el Contratista deberá generar automáticamente un plan de intervención priorizada (OT, acciones), con cronograma y reportarlo en el informe mensual.



- **Gobernanza:** El Score del riesgo deberá revisarse en comité operativo (FENOGE y Contratista) con acta y decisiones (prioridades, inversiones, correctivos).
- **Alertas automáticas:** Cuando cualquier factor individual excede 50, el sistema genera una alerta indicando la categoría y la fuente del riesgo. Las alertas críticas se envían por email y notificación al operador y al supervisor FENOGE. Las alertas deberán quedar registradas como incidente, OT en el CMMS, con responsable asignado y trazabilidad de atención y cierre.
- **Tendencia histórica:** El sistema grafica la evolución del Riesgo por granja, permitiendo ver si la gestión del contratista está mejorando o empeorando la condición de los activos a lo largo del contrato. El Contratista deberá incluir en el informe mensual la tendencia del Score del riesgo por granja y un análisis de causas para variaciones relevantes.

6.1.5 Órdenes de trabajo (CMMS)

Las ordenes de trabajo son el mecanismo central para gestionar todas las intervenciones sobre los activos de las granjas. Desde una limpieza de paneles programada hasta la reparación de emergencia de un inversor, toda actividad queda registrada con trazabilidad completa: quien la creo, quien la ejecuto, cuánto costó, cuánto tiempo tomo, y que impacto tuvo en la disponibilidad de la planta. A continuación, se relacionan los tipos de ordenes de trabajo:

Es importante resaltar que toda actividad de mantenimiento, inspección, falla, repuesto, visita, prueba o correctivo deberá registrarse con su respectivo responsable, fecha, criticidad, evidencia, costo, estado, cierre y relación con producto y forma de pago.

Tabla 5. Tipos de orden de trabajo

Tipo	Descripción	Ejemplo para FENOGE	Frecuencia Típica
PM (Preventivo)	Mantenimiento programado por calendario o uso	Limpieza de paneles, reapriete de conexiones, verificación de torque de estructura	Mensual a trimestral
CM (Correctivo)	Reparación de falla detectada	Reemplazo de fusible quemado en combiner box, reparación de cable dañado por roedor	Según ocurrencia
Emergency	Falla crítica que requiere atención inmediata	Inversor fuera de servicio, falla de aislamiento con riesgo eléctrico, daño por rayo	Inmediata (SLA 4h)
Predictivo	Intervención basada en datos de telemetría/ inspección antes de que ocurra la falla	Reemplazo de capacitor de inversor con temperatura elevada, refuerzo de estructura con signos de fatiga	Según análisis
Inspection	Orden generada automáticamente desde un hallazgo de inspección	Investigar punto caliente detectado en termografía, verificar string con bajo rendimiento	Vinculada a hallazgo
Warranty Claim	Reclamo de garantía al fabricante	Inversor con falla repetitiva dentro de período de necesigarantía, panel con degradación excesiva (>0.7%/año)	Según detección
Calibration	Calibración de instrumentos de medida	Calibración de piranómetro, verificación de medidor de frontera, calibración de sensores de temperatura	Anual

- Las OT tipo Inspección deberán generarse automáticamente desde el módulo de inspecciones (IEC 62446) y quedar vinculadas al hallazgo (ID de hallazgo, criticidad, evidencia, fecha).



- Las OT tipo Emergencia deberán generarse automáticamente ante alarmas críticas de telemetría (pérdida de comunicación, inversor fuera de servicio, aislamiento, seguridad, FP fuera de rango cuando aplique), dejando trazabilidad del evento que la originó.
- Ninguna OT podrá cerrarse sin evidencia mínima obligatoria y verificación de restablecimiento (prueba posterior) cuando aplique.
- Para fallas recurrentes o críticas, el contratista deberá ejecutar análisis de causa raíz (RCA) y plan de acciones correctivas y preventivas (CAPA), vinculados a la OT. Ninguna OT podrá cerrarse sin evidencia mínima obligatoria y verificación de restablecimiento (prueba posterior) cuando aplique.
- Para fallas recurrentes o críticas, el contratista deberá ejecutar análisis de causa raíz (RCA) y plan de acciones correctivas, preventivas (CAPA), vinculados a la OT.
- Las OT de Calibración, deberán adjuntar certificado de calibración vigente, identificación del instrumento (marca, modelo, serial) y fecha de próxima calibración, y actualizar automáticamente la hoja de vida del instrumento.
- El CMMS deberá permitir exportar el listado de OT (abiertas, cerradas, vencidas) y sus evidencias en formatos estándar (CSV) o API, y mantener bitácora de auditoría (quién creó, modificó ó cerró)

A continuación, se relacionan los códigos tipo de fallas caracterizados por tres niveles tipo, para estandarizar el diagnóstico y permitir análisis estadísticos de fallas recurrentes:

Tabla 6. Tipos de Falla

Nivel	Cantidad	Ejemplos
Problema	12 códigos	Bajo rendimiento, desconexión, sobrecalentamiento, falla de comunicación, falla mecánica, falla eléctrica, corrosión, daño por rayo, daño por fauna, vandalismo, desgaste, otro
Causa	14 códigos	Envejecimiento, defecto de fábrica, instalación defectuosa, ambiente (humedad/sal/calor), sobretensión, sub-tensión, falta de mantenimiento, operación fuera de rango, etc.
Remedio	10 códigos	Reemplazo, reparación, limpieza, ajuste, calibración, actualización firmware, refuerzo, protección adicional, monitoreo, sin acción

- El Contratista deberá parametrizar estos códigos en el CMMS como listas desplegables obligatorias para toda OT Correctiva, Emergencia, Inspección, Garantía, evitando campos libres salvo en “Otro”, que deberá incluir justificación.
- Cada OT deberá contener obligatoriamente: Problema, Causa, Remedio, y permitir análisis por activo, por planta, por región y por periodo.
- El Contratista deberá mantener una “Matriz Maestro de Códigos” aprobada por FENOGE, pudiendo ampliarse únicamente mediante solicitud formal y acta de aprobación.
- Para OT críticas o fallas recurrentes (p. ej., 3 o más eventos similares en 90 días), el Contratista deberá ejecutar RCA (análisis de causa raíz) y CAPA (acciones correctivas y preventivas), vinculados a la OT y al código de causa.

A continuación, se relaciona el análisis de seguimiento de disponibilidad e indisponibilidad, resaltando que cada OT que implica un equipo fuera de servicio deberá registrar automáticamente:

- **Horas de indisponibilidad:** Desde que el equipo sale de servicio hasta que regresa
- **kWh perdidos:** Calculados a partir de la capacidad del equipo y la irradiancia del período
- **Periodo perdido:** kWh perdidos × tarifa promedio



Esto permite a FENOGÉ saber exactamente cuánto dinero ha perdido cada granja por paradas no programadas, resaltando, por tanto:

- El CMMS deberá registrar automáticamente: i. Fecha, hora inicio de indisponibilidad; ii. Fecha, hora restablecimiento; iii. activo afectado (marca, modelo, serial) y iv. Tipo de indisponibilidad (planificada, no planificada).
- La metodología de cálculo de “kWh perdidos” deberá quedar documentada y aprobada por FENOGÉ, incluyendo supuestos mínimos (capacidad del activo, irradiancia medida, estimada, PR, línea base, ventanas horarias).
- La “tarifa promedio” usada para el periodo perdido deberá definirse como parámetro (editable y versionado), con fuente y vigencia, evitando cambios sin trazabilidad.
- El Contratista deberá generar un reporte mensual por granja con: horas de indisponibilidad planificada y no planificada, kWh perdidos, periodo perdido estimado, top 10 OTs por impacto, y acciones para reducir reincidencia.
- La indisponibilidad asociada a OT deberá alimentar el módulo de KPIs (Disponibilidad, MTTR, cumplimiento) y el módulo de Gestión de Riesgo (Score del riesgo) cuando aplique.

6.1.6 Confiabilidad

A continuación, se referencia el ejercicio fiscal de valoración de activos en función de la depreciación aplicable para cada uno en el horizonte de cada proyecto implementado acorde a las NIIF y los beneficios establecidos en la Ley 1715 de 2014:

Tabla 7. Horizonte de depreciación

Componente	Vida Útil Contable	Depreciación Fiscal
Paneles solares	25 años	5 años (20%/año)
Inversores	12 años	5 años
Transformadores	25 años	5 años
Cableado	20 años	5 años
Estructuras	20 años	5 años

Se deberá incorporar la matriz de indicadores de AOM&M con fórmula, fuente de datos, línea base, meta, umbral de alerta, periodicidad, responsable, evidencia y acción correctiva.

Durante el alistamiento, El Contratista deberá establecer línea base técnica por SSFV, incluyendo capacidad instalada, curva esperada de generación, disponibilidad inicial, estado de equipos, comunicaciones, medición, fallas abiertas, garantías y condiciones operativas iniciales.

6.1.7 Documentos por activo

A continuación, se evidencian los diez tipos de documentos que componen cada uno de los activos, entendidos estos como granjas solares:

Tabla 8. Documentos por activo

Documento	Contenido
Ingeniería de detalle	Planos eléctricos, unifilares, diagramas de cableado
Datasheets	Fichas técnicas de paneles, inversores, transformadores
Certificados IEC	IEC 61215, IEC 61730, IEC 62116, RETIE
Protocolos de pruebas	I-V curves, megger, termografía de puesta en marcha



Manual de operación	SOPs para cada subsistema
Garantías	Certificados con fechas de vencimiento (alertas automáticas)
Permisos y licencias	Aprobación conexión OR, concepto ambiental, permisos municipales
Actas de entrega	Recepción de equipos y puesta en servicio
Reportes de inspección	Informes IEC 62446 con evidencia fotográfica
Pólizas de seguro	RC, todo riesgo, con fechas de renovación

El Contratista deberá mantener el expediente por SSFV con información técnica, regulatoria, comercial, ambiental, SST, órdenes de trabajo, pruebas, mantenimientos, repuestos, reportes, comunicaciones, garantías y control de versiones.

6.1.8 Tareas programadas del CMMS

A continuación, se evidencian cada una de las tareas que deben ser programadas por CMMS, para garantizar la adecuada disponibilidad de la capacidad de generación de energía y la liquidación de las cuentas:

Tabla 9. Tareas programadas por CMMS

Frecuencia	Tarea
Diario 02:00 UTC	Performance Instantánea (diario) para todos los parques activos
Semanal Lun 03:00 UTC	Asignación del riesgo — recalcule para todos los parques
Mensual 1ro 04:00 UTC	Performance Instantánea (mensual) más Depreciación

6.2. Componente 1.2 – Representación de la Frontera:

En materia de representación comercial, El Contratista deberá ejecutar, como mínimo las siguientes actividades:

- **Alistamiento regulatorio y documental por planta o frontera:** Recibir, verificar y gestionar el “Dosier” por frontera (medición, OR, pruebas, documentos técnicos, soportes), identificando brechas y presentando plan de cierre por planta, asegurando así que cada frontera cumpla con los requisitos para registro, actualización ante el ASIC, XM y para operación comercial sin devoluciones.
- **Registro, actualización y administración de fronteras ante SIC y XM:** Gestionar el registro, actualización y administración de fronteras comerciales y su información asociada (Medidores, CTs, PTs, parametrización, códigos, responsable), incluyendo cambios posteriores (Medidor, telecomunicaciones y configuración), así como coordinar con el OR y terceros cuando se requieran actuaciones presenciales (Sellos, cambios de medidor, pruebas, energización).
- **Representación ante el MEM y cumplimiento de obligaciones comerciales:** Asumir y coordinar las obligaciones derivadas de la participación en el MEM bajo el esquema aplicable (GD, AGPE), incluyendo reportes, garantías y cumplimiento de procedimientos de XM y el ASIC, así como administrar la frontera comercial de generación y los flujos comerciales asociados a energía y excedentes, conforme al marco regulatorio vigente.
- **Conciliación, liquidación y trazabilidad financiera:** Realizar conciliaciones periódicas (XM, ASIC, OR, CGM, Soportes bancarios y transferencias) y emitir reportes trazables de energía y recursos; Gestionar glosas, discrepancias y controversias, con procedimiento de objeción, plazos y evidencias de cierre; Garantizar transferencias integrales y oportunas conforme a lo pactado, permitiendo deducciones únicamente por cargos regulados o autorizados por FENOGE.
- **Reportes mínimos a FENOGE:** Reporte periódico por planta, frontera de: energía generada, energía reportada, diferencias, eventos de medición, glosas, recursos liquidados y transferidos, con soportes verificables; tablero o repositorio con acceso para FENOGE (lectura, descarga) y exportación de datos.
- **Seguridad de la información y continuidad:** Entregar y mantener mecanismos de continuidad, respaldos, exportaciones



periódicas, documentación, y entrega de accesos administrativos según roles definidos; garantizar reversión, entrega ordenada de información y soportes al cierre del contrato o ante contingencias, mediante checklist y acta de transición.

- **Designación formal del CGM:** cuando aplique, El Contratista deberá gestionar (o asegurar) la comunicación formal ante el ASIC, XM mediante la cual se designa el CGM para las fronteras.
- **Gestiones ante XM, ASIC y delimitación de responsabilidades:** El Contratista deberá asumir integralmente las gestiones de registro, actualización que estén dentro de su rol (Representante de CGM) y, cuando alguna gestión requiera credenciales del Representante de frontera u otra condición habilitante, deberá: i. Informar la brecha; ii. Acompañar técnicamente el trámite y iii. Dejar trazabilidad del soporte y del cierre.
- **Pruebas de telediagnóstico y retroalimentación:** El Contratista deberá realizar pruebas de telediagnóstico remota, documentar resultados y emitir retroalimentación técnica sobre equipos instalados medidor, telecomunicaciones, parametrización, cerrando hallazgos con acta.
- **Gestión de diferencias:** El Contratista deberá verificar, aclarar y elaborar un informe sobre las diferencias que se presenten entre consumos, generación reportados y los históricos, consistencias, incluyendo causas, impacto, acciones correctivas y fecha de cierre.
- **Regla de “no cobros no previstos” y glosas:** El Contratista deberá facturar únicamente los conceptos previamente pactados y permitir glosas por errores o falta de requisitos, indicando de forma clara la causa y el correctivo.

El Contratista deberá indicar y acreditar el rol bajo el cual prestará el servicio: representante de frontera comercial, agente generador, comercializador, mandatario o prestador técnico especializado. Las obligaciones regulatorias no delegables permanecerán en cabeza de sujeto que corresponda según la regulación vigente.

Cuando el alcance implique representación o actuación ante el ASIC / LAC, el interesado deberá acreditar registro, habilitación o capacidad regulatoria aplicable, o explicar el mecanismo jurídico, regulatorio mediante el cual ejecutará el servicio sin asumir funciones reservadas a agentes registrados.

7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO y MONITOREO

Durante la ejecución del Componente de Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo (AOM&M), el contratista deberá ejecutar las siguientes actividades, sin estar limitado únicamente a estas: i. Presentar una metodología de AOM&M con cronograma, rutas por criticidad, inventario mínimo de repuestos y RACI; ii. Implementar un sistema trazable de órdenes de trabajo; y iii. Garantizar evidencias verificables para supervisión e interventoría.

Cada actividad de AOM&M deberá indicar el procedimiento mínimo, responsable, frecuencia, evidencia, producto asociado, criterio de aceptación y relación con pago. El alcance del AOM&M deberá clasificarse en: Actividades incluidas en la tarifa base, mantenimiento predictivo, repuestos, obras complementarias y eventos no imputables

7.1. Gestión administrativa

- **Reporte de gestión y seguimiento:** Elaborar y presentar informes periódicos sobre el desempeño y estado del SSFV, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos y documentando eventos de mantenimiento, correcciones implementadas y cualquier anomalía detectada. Los informes deberán incluir KPIs mínimos, dentro de los cuales tendrán como mínimo disponibilidad, energía generada vs. esperada, PR, índice de desempeño (cuando aplique), tiempos de atención y cierre, fallas recurrentes y plan de acción.
- **Supervisión normativa:** Garantizar que el SSFV cumpla, desde su fase inicial, con la normativa técnica, ambiental y de seguridad aplicable. Incluyendo cumplimiento RETIE cuando corresponda a intervenciones eléctricas, y cumplimiento de procedimientos de seguridad, permiso de trabajo para maniobras e intervención en equipos energizados.
- **Coordinación de licencias y permisos:** Gestionar y, en caso de requerirse, renovar los permisos necesarios para la operación del SSFV durante el periodo de AOM&M. Incluyendo permisos de ingreso, coordinación con autoridades locales y restricciones territoriales (acceso, orden público) cuando aplique.
- **Control de documentación técnica:** Administrar y actualizar la documentación técnica del sistema, incluyendo manuales de los equipos, reportes de desempeño, registros de operación y protocolos de mantenimiento. Adicionalmente: planos “as-built”, hojas de vida de equipos (seriales), garantías vigentes, historial de OT, actas, matriz de cambios técnicos y repositorio digital con control de versiones.



- **Gestión de seguros:** Garantizar que el SSFV cuente con la cobertura de seguros adecuada frente a riesgos como incendios, fenómenos naturales o actos vandálicos, si aplica, y asegurar la gestión de siniestros (notificación, evidencias, reposición) cuando corresponda.
- **Gestión de garantías de fabricantes:** Tramitar reclamaciones, reposiciones y mantenimientos exigidos para no perder garantías; mantener matriz de garantías y tiempos de respuesta.
- **Gestión de continuidad operativa:** Definir e implementar procedimiento de atención de emergencias, escalamiento y restablecimiento, incluyendo atención remota, movilización en sitio según criticidad.
- El contratista deberá reportar, como mínimo: Energía generada, energía esperada cuando aplique, disponibilidad, estado de equipos, alarmas, fallas, indisponibilidades, consumos auxiliares, eventos relevantes, acciones ejecutadas y alertas tempranas.

7.2. Operación

- **Monitorización en tiempo real:** Supervisar de manera continua el desempeño del SSFV para detectar fallos, posibles fallos, bajas en el rendimiento o cualquier anomalía operativa. El monitoreo deberá soportar alertas automáticas (críticas, altas, medias, bajas) y registro de incidentes con trazabilidad de atención y cierre.
- **Optimización del rendimiento:** Aplicar estrategias para maximizar la generación de energía, ajustando parámetros operativos en función de las condiciones climáticas y de radiación solar. Incluyendo análisis de pérdidas (suciedad, sombreado, indisponibilidad, temperatura) y recomendaciones de mejora
- **Gestión de la energía producida:** Controlar y registrar la generación y suministro de energía del SSFV para asegurar el cumplimiento de los valores proyectados. Incluyendo conciliación básica entre energía registrada por inversores, SCADA y energía medida en frontera (cuando aplique) para detectar desviaciones relevantes.
- **Control de consumos propios:** Gestionar el consumo de energía de los componentes auxiliares del SSFV, tales como inversores, controladores, sistemas de refrigeración, entre otros. Incluyendo identificación de consumos anómalos y acciones correctivas.
- **Control de desempeño:** Evaluar y comparar el rendimiento real del sistema con las proyecciones de diseño, identificando desviaciones y proponiendo acciones correctivas.
- **Coordinación con OR y terceros (cuando aplique):** Gestionar restricciones operativas, indisponibilidades por red, ventanas de maniobra y reportes asociados, dejando actas y evidencias.
- La Operación deberá reportar, como mínimo: Energía generada, esperada, disponibilidad, estado de equipos, alarma, fallas, indisponibilidades, consumos auxiliares, eventos, acciones y alertas tempranas.

7.3. Mantenimiento preventivo

- **Inspección visual periódica:** Se debe realizar una revisión sistemática de los paneles solares, estructuras de soporte, cableado y demás componentes del sistema, con el propósito de detectar daños, signos de corrosión o acumulación de suciedad que puedan comprometer su rendimiento. Debe registrarse en OT, acta con evidencia fotográfica y hallazgos.
- **Limpieza de los paneles solares:** Se debe programar y ejecutar la limpieza de los paneles solares de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, evitando pérdidas de eficiencia ocasionadas por la acumulación de polvo, residuos o suciedad ambiental. Definir periodicidad por sitio (condición ambiental), método, consumo de agua (si aplica) y criterios de aceptación.
- **Mantenimiento de inversores y transformadores:** Se debe inspeccionar y dar mantenimiento preventivo a inversores y transformadores, con el fin de garantizar su correcto desempeño y prevenir fallas en la conversión y distribución de energía. Incluyendo revisión de ventilación, temperatura, alarmas, aprietes, termografía (cuando aplique) y actualización de firmware si procede bajo control de cambios.
- **Verificación del cableado y conexiones eléctricas:** Es necesario revisar las conexiones eléctricas para evitar fallos por contactos deficientes, desgaste o corrosión, asegurando la continuidad eléctrica y minimizando riesgos operativos. Incluir torque, apriete documentado y termografía en tableros y puntos críticos cuando aplique.
- **Evaluación de estructuras de soporte:** Se debe verificar la integridad estructural de los soportes de los paneles solares, asegurando la correcta fijación, el anclaje adecuado y la resistencia frente a factores ambientales, como vientos y cargas mecánicas. Incluir control de corrosión y verificación de tornillería, anclajes con evidencia.
- **Verificación de protecciones y SPD:** Revisar estado y vida útil de descargadores, fusibles, breakers y protecciones DC y AC, documentando reemplazos preventivos.
- **Verificación del sistema de puesta a tierra (SPT):** Inspección de conexiones, corrosión y continuidad; mediciones cuando aplique y actualización de la hoja de vida del SPT.



- El mantenimiento preventivo deberá estructurarse a través de una matriz por SSFV y equipo, indicando actividad, frecuencia, responsable, procedimiento, evidencia, registro fotográfico, orden de trabajo, hallazgos y criterios de cierre.

7.4 Mantenimiento correctivo

- *Diagnóstico y corrección de fallos:* se deben identificar, analizar y resolver fallos en los sistemas eléctricos, inversores, paneles solares y demás componentes del sistema SSFV, asegurando el restablecimiento óptimo de la operación.
- *Sustitución de equipos defectuosos:* se deben reemplazar los componentes que presenten daños, como paneles solares, inversores o seccionadores, garantizando la continuidad del servicio y la eficiencia del sistema.
- *Reparación de daños ocasionados por condiciones climáticas:* se deben evaluar y corregir los daños estructurales o eléctricos causados por eventos meteorológicos adversos, como granizo, fuertes vientos o tormentas eléctricas, asegurando la funcionalidad del sistema.
- *Respuesta ante emergencias:* se debe implementar un plan de contingencia que permita actuar de manera inmediata frente a situaciones imprevistas, minimizando el tiempo de inactividad del sistema y reduciendo posibles afectaciones operativas.

7.5. Monitoreo y análisis de datos

El monitoreo deberá entenderse como un componente integral y no exclusivamente como una plataforma técnica de seguimiento de generación. En consecuencia, deberá comprender, como mínimo: i. Desempeño energético del SSFV; ii. Disponibilidad, indisponibilidades y eventos operativos; iii. Variables asociadas al GCM, medición, interrogación, validación y reporte de información; iv. Indicadores comerciales, financieros y de liquidación; v. Cumplimiento ambiental; vi. Cumplimiento SST; vii. Trazabilidad documental; viii. Alertas tempranas, toma de decisiones y reportes periódicos de desempeño

- **Variables e indicadores:** Se deberán monitorear y analizar los siguientes tipos de variables e indicadores:
 - i. Ambientales: evaluación de la reducción de emisiones de CO₂ equivalente e indicadores ambientales establecidos en el Plan de Gestión Ambiental.
 - ii. Económicos: medición del ahorro económico de los beneficiarios en el pago de la factura de energía eléctrica y del ahorro generado para el Estado por la reducción de subsidios a la energía.
 - iii. Técnicos: registro y análisis de la energía generada mensualmente y acumulada, el número de kilovatios pico (kWp) instalados mensualmente y su acumulado total.
 - iv. Sociales: Seguimiento de las MMA definidas en el Anexo 05 – Contenido de Medidas de Manejo Ambiental (MMA) o aquellas que sean acordados con el Fondo. Este monitoreo incluirá la realización de evaluaciones periódicas para medir el avance de cada actividad y su impacto en la comunidad, garantizando el cumplimiento de los objetivos planteados.
- **Registro de producción de energía:** Se debe garantizar un monitoreo continuo y un registro detallado de la energía generada por el sistema para evaluar su desempeño.
- **Análisis de datos:** Se requiere un análisis detallado de tendencias de generación energética para prever posibles fallos y optimizar la operación del sistema.
- **Informes de desempeño:** Elaboración de reportes periódicos que reflejen el rendimiento energético del SSFV, incidencias detectadas, actividades de mantenimiento ejecutadas y cumplimiento de las proyecciones de generación.
- **Verificación de garantías de rendimiento:** Se debe asegurar que el SSFV opera dentro de los parámetros de generación garantizados por los fabricantes de los equipos, verificando el cumplimiento de los estándares de eficiencia.
- El monitoreo deberá incluir tablero de indicadores por SSFV con energía generada, energía esperada, disponibilidad técnica, relación de desempeño cuando aplique, alarmas activas, fallas recurrentes, comunicaciones, tiempos de respuesta, tiempos de reparación, indisponibilidad, cumplimiento de mantenimiento, estado de comunicaciones y desviaciones frente a la línea base.

7.5. Seguridad y cumplimiento ambiental

- **Implementación de protocolos de seguridad:** Garantizar la capacitación del personal técnico en las mejores prácticas de seguridad para el trabajo con sistemas eléctricos y en altura, en el caso de sistemas elevados, cumpliendo con la normativa aplicable. Lo anterior de acuerdo con el Anexo de Obligaciones de SST
- **Inspección de sistemas de protección contra sobretensiones:** Verificar periódicamente que los dispositivos de protección contra descargas atmosféricas y sobretensiones operen correctamente, asegurando la continuidad del sistema y la protección de los equipos eléctricos. Lo anterior de acuerdo con el Anexo de Obligaciones de SST



- **Gestión de residuos y sustitución de equipos:** Implementar un plan de manejo integral de residuos generados durante la operación y mantenimiento del SSFV, incluyendo la disposición segura y ambientalmente responsable de baterías, componentes eléctricos y otros equipos retirados. Lo anterior según lo dispuesto en las Medidas de Manejo Ambiental
- **Cumplimiento de normativas ambientales:** Supervisar el cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables a la operación del sistema solar fotovoltaico, garantizando que las actividades ejecutadas minimicen el impacto ambiental y cumplan con los lineamientos establecidos por la legislación vigente. Lo anterior, de acuerdo según lo dispuesto en las Medidas de Manejo Ambiental.
- **Responsabilidad sobre obras de adecuación y disposición de residuos:** Todas las actividades de adecuación del terreno, obras civiles complementarias, excavaciones y gestión de residuos serán responsabilidad del contratista. Este deberá adoptar medidas preventivas y aplicar procedimientos de seguridad para mitigar riesgos de accidentes y deficiencias en la ejecución de los trabajos. La disposición de residuos deberá realizarse acuerdo según lo dispuesto en las Medidas de Manejo Ambiental.
- **Uso de equipos de protección personal y capacitación en HSEQ:** El contratista deberá garantizar que todo el personal cuente con los equipos de protección personal adecuados para sus funciones y que reciba capacitaciones continuas en Higiene, Seguridad, Salud y Medio Ambiente (HSEQ), con el propósito de minimizar riesgos laborales y promover condiciones seguras de trabajo. Lo anterior de acuerdo con el Anexo de Obligaciones de SST
- El Contratista deberá implementar controles SST para el AOM&M, incluyendo matriz de peligros, análisis de trabajo seguro ATS, permisos de trabajo, EPP, trabajo en alturas, riesgo eléctrico, emergencias, capacitaciones, reportes de incidentes y evidencias por actividad. Las actividades de AOM&M deberán incluir la gestión ambiental conforme al PMA, con manejo de residuos ordinarios, RAEE, RESPEL, paneles, baterías, inversores, cableado, aceites, contingencias, gestiones autorizadas, certificados e informe ambiental periódico.

7.6. Gestión de repuestos y logística

- **Inventario de repuestos:** Mantener un stock estratégico de repuestos críticos, incluyendo paneles solares, fusibles, inversores y cables, con el objetivo de minimizar tiempos de reparación y asegurar la disponibilidad de componentes esenciales para la continuidad del servicio. Este inventario también debe garantizar el cumplimiento de las condiciones de garantía de los equipos y servicios suministrados.
- **Logística de mantenimiento:** Planificar y coordinar eficientemente la logística de transporte, almacenamiento, distribución e instalación de repuestos y equipos, asegurando la optimización de recursos y la disponibilidad de materiales en los tiempos requeridos para el mantenimiento preventivo y correctivo del SSFV.
- **Cadena de custodia:** Registro de seriales, actas de salida, entrada, y controles contra hurto, vandalismo cuando aplique.
- El Contratista deberá presentar matriz de repuestos por SSFV, indicando repuestos incluidos, repuestos críticos mínimos, repuestos reconocibles, repuestos no previstos, cantidad, ubicación, tiempo de reposición, responsable, costo, propiedad del repuesto, condición de pago y evidencia de instalación o consumo.

7.7. Capacitación y gestión del personal

- **Entrenamiento del personal técnico:** Implementar un programa continuo de formación para los técnicos encargados de la operación y mantenimiento del SSFV, asegurando su actualización en nuevas tecnologías, normativas vigentes y mejores prácticas para la gestión eficiente del sistema.
- **Supervisión y coordinación de trabajos:** Organizar y supervisar las actividades del equipo de mantenimiento, asegurando que las intervenciones se ejecuten conforme a los procedimientos establecidos, con apego a los estándares de seguridad, calidad y eficiencia.
- **Evaluación del desempeño del personal:** Establecer un sistema de monitoreo y evaluación periódica del desempeño del personal técnico, con el propósito de garantizar el cumplimiento de los estándares de operación y mantenimiento, promoviendo mejoras continuas en la calidad del servicio.

7.8. Pruebas requeridas

El contratista deberá realizar pruebas y verificaciones periódicas para asegurar la correcta operación, seguridad y desempeño óptimo de los SSFV. Estas evaluaciones deberán ejecutarse cada TRES MESES durante el período de AOM&M, cumpliendo estrictamente con las normativas IEC 62446-1, IEC 62446-2, IEC 61724-1, IEC 62116, IEEE 1547, RETIE y NTC 2050.



Sin perjuicio de lo anterior, el Contratista deberá ejecutar pruebas adicionales cuando se presenten eventos que lo ameriten (p. ej., fallas críticas, cambios de equipos, intervención mayor, tormentas, descargas, reemplazo de inversores, transformadores, cambios en el sistema de medición y comunicaciones), dejando evidencia técnica y acta de cierre.

Todas las pruebas deberán ejecutarse bajo procedimientos de seguridad (HSEQ), incluyendo permisos de trabajo y control de energías peligrosas (LOTO) cuando aplique. Los resultados deberán registrarse en informes técnicos firmados por personal competente, anexando evidencias (protocolos, fotos, registros de equipo, curvas, mediciones) y la trazabilidad del instrumento de medición (marca, modelo, serial y certificado de calibración vigente cuando aplique).

Toda prueba deberá contar con protocolo aprobado, criterio de aceptación, instrumento utilizado, certificado de calibración cuando aplique, responsable, fecha, resultado, evidencia, no conformidades y plan de cierre.

7.8.1. Pruebas para SSFV

Estas pruebas abarcan:

- **Inspección visual previa:** Evaluación del estado físico de los módulos, estructuras de soporte, cableado y protecciones eléctricas. Verificación de señalización, rotulado, canalizaciones, estado de conectores MC4, terminales, puntos calientes evidentes, corrosión y daños mecánicos.
- **Prueba de continuidad y aislamiento:** Medición de la resistencia de aislamiento en corriente continua (DC) y corriente alterna (AC) conforme a *IEC 62446-1*. Cuando aplique, realizar pruebas por strings (corriente por string) para identificar desbalance, degradación o fallas puntuales.
- **Verificación de polaridad:** Comprobación de la conexión de los módulos para evitar inversión de polaridad.
- **Medición de impedancia a tierra:** Evaluación de la resistencia del sistema de puesta a tierra conforme a RETIE y NTC 2050.
- **Pruebas de cortocircuito y tensión en circuito abierto:** Validación del desempeño eléctrico del sistema.
- **Ensayo de rendimiento bajo irradiancia real:** Medición del desempeño del sistema en condiciones operativas.
- **Evaluación de sistemas de protección y seguridad:** Comprobación del correcto funcionamiento de protecciones contra sobre corriente, sobretensión e inversión de polaridad.
- **Prueba de sincronización y conexión a la red:** Validación del cumplimiento de *IEEE 1547* y *NTC 2050* para sistemas interconectados.
- **Análisis del sistema de monitorización y comunicación:** Evaluación de la transmisión de datos sobre la generación y el estado del sistema.
- **Termografía en puntos críticos DC/AC:** Tableros, conexiones, protecciones, bornes de inversor, trafo, para detección temprana de puntos calientes.
- **Trazado de curvas I-V:** Por strings o bloques, cuando se sospeche degradación o fallas recurrentes.

7.8.2. Pruebas para equipos eléctricos asociados

Se deberán realizar pruebas periódicas a los equipos eléctricos conforme a sus especificaciones técnicas y a la normativa vigente. Las pruebas deberán ejecutarse con protocolos aprobados y dejar como mínimo: fecha, equipo intervenido (marca, modelo y serial), responsable, instrumento usado (con calibración si aplica), resultados, criterio de aceptación y acciones correctivas

7.8.2.1. Pruebas para tableros de baja tensión

Las pruebas específicas para los tableros de baja tensión comprenden:

- Inventario de componentes conforme a planos y listado de materiales.
- Inspección de la conexión de los componentes conforme a los esquemas eléctricos.
- Evaluación funcional de gavetas y enclavamientos mecánicos y eléctricos.
- Medición de resistencia de aislamiento entre fase-fase y fase-tierra.



- Pruebas operacionales de interruptores de potencia.
- Ensayo de transferencia automática (cuando aplique).
- Comprobación del funcionamiento de los sistemas de señalización y alarmas.
- Verificación de torque de la tornillería en conexiones críticas.

7.8.2.2. Pruebas para transformadores

Las pruebas para transformadores incluyen:

- Medición de resistencia de aislamiento y pruebas dieléctricas.
- Verificación de la relación de transformación y polaridad.
- Evaluación del cambiador de tomas y protecciones mecánicas.
- Medición de resistencia en devanados.

7.8.2.3. Pruebas para Switchgear de MT

Las pruebas específicas para *switchgear* de MT contienen:

- Medición de resistencia de aislamiento en celdas y barrajes.
- Inspección de contactos y medición de resistencia de unión.
- Pruebas funcionales en interruptores y transformadores de corriente y tensión.
- Ensayos de inyección primaria y secundaria en relés de protección.

7.8.2.4. Pruebas para inversores

Las pruebas requeridas para inversores incluyen:

- Verificación del arranque y conversión de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC).
- Evaluación de la eficiencia energética del inversor.
- Actualización y validación de firmware.

7.8.2.5. Criterios de aceptación

Los resultados obtenidos en cada prueba deberán cumplir con los parámetros establecidos en las *normativas IEC 61730, IEC 62116, RETIE y NTC 2050*. En caso de que se detecten desviaciones, el *contratista* deberá implementar medidas correctivas antes de la puesta en operación del sistema.

8. OBLIGACIONES DEL EVENTUAL CONTRATISTA EN CUANTO AL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El contratista será responsable de implementar y mantener un esquema de aseguramiento de la calidad que garantice la adecuada prestación de los servicios objeto de la presente SIP, de conformidad con los estándares técnicos, regulatorios, operativos, documentales, ambientales y de seguridad aplicables a los SSFV dispuestos por el FENOGÉ. Para tal efecto, deberá cumplir, como mínimo, con las siguientes obligaciones:

8.1. Garantía de recursos, capacidades y cumplimiento normativo

- Asegurar la disponibilidad oportuna del personal calificado, de los recursos técnicos, tecnológicos, operativos y administrativos, así como de los medios logísticos requeridos para la adecuada ejecución de los componentes de CGM, Representación Comercial, Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo, evitando afectaciones en la continuidad, calidad y oportunidad del servicio.
- Verificar que los equipos, componentes, sistemas de medida, plataformas, herramientas, repuestos, materiales y demás elementos que utilice o gestione en desarrollo del contrato cumplan con las especificaciones técnicas, regulatorias y



normativas aplicables, incluyendo, cuando corresponda, los requisitos previstos en el RETIE y en las demás disposiciones vigentes.

- Garantizar que las actividades a su cargo relacionadas con CGM, Representación Comercial, Administración, Operación, Mantenimiento y Monitoreo se ejecuten en estricto cumplimiento del marco normativo, regulatorio, técnico, ambiental, social y de SST aplicable, así como de los lineamientos definidos por el FENOGÉ en los documentos del proceso y sus anexos.

8.2. Mejora continua y procedimientos de prestación del servicio

- Proponer y desarrollar alternativas de optimización y mejora continua que fortalezcan la calidad, eficiencia, trazabilidad, confiabilidad, seguridad y sostenibilidad de la prestación del servicio en cada uno de los componentes contratados.
- Establecer, documentar, implementar y mantener procedimientos, instructivos, formatos, protocolos y controles estandarizados para la ejecución de las actividades asociadas al contrato, con énfasis en la gestión operativa de los SSFV, la calidad de la información, la atención de eventos, la trazabilidad documental y el cumplimiento regulatorio.

8.3. Verificación inicial y análisis técnico-operativo

- Realizar, al inicio de la ejecución y cuando resulte necesario durante su desarrollo, el levantamiento y validación de la información técnica, operativa, administrativa, documental, ambiental, social y de SST de cada uno de los SSFV y de sus Fronteras Comerciales, con el fin de soportar la correcta planeación, alistamiento, operación, mantenimiento, monitoreo y gestión regulatoria de los sistemas.
- Presentar los conceptos, reportes o informes técnicos que soporten la necesidad de ajustes, actualizaciones, correcciones o modificaciones en la operación, mantenimiento, monitoreo, gestión documental, gestión regulatoria o demás actividades asociadas al contrato, cuando se identifiquen desviaciones, novedades, riesgos, inconsistencias o condiciones que puedan afectar la adecuada prestación del servicio

8.4. Gestión documental y seguimiento al desempeño

- Organizar, administrar y mantener actualizada toda la documentación técnica, administrativa, operativa, regulatoria, ambiental y de gestión derivada de la ejecución del contrato, garantizando su integridad, trazabilidad, disponibilidad y consulta para efectos de seguimiento, auditoría, supervisión o interventoría.
- Supervisar y controlar que el equipo de trabajo vinculado a la ejecución del contrato cumpla con los estándares de calidad, desempeño, oportunidad y trazabilidad definidos para cada componente, garantizando el cumplimiento de las obligaciones contractuales dentro de los plazos establecidos.

9. RECONOCIMIENTO DE ÍTEMS NO PREVISTOS U OBRAS COMPLEMENTARIAS

Durante la ejecución del contrato, si se identifica la necesidad de llevar a cabo obras complementarias, se deberá proceder conforme a los lineamientos establecidos en este documento, en cumplimiento estricto de la normativa aplicable y del Manual de contratación del FENOGÉ. Todas las solicitudes deberán ajustarse a las especificaciones técnicas mínimas establecidas.

El reconocimiento de no previstos deberá exigir diagnóstico técnico, causa, imputabilidad, evidencia, aprobación previa, análisis de precios unitarios (APU), soporte de precios, fuente de financiación, impacto en plazo y acta de recibo correspondiente. Los ítems no previstos deberán clasificarse por causa, imputabilidad, urgencia, impacto operativo, soporte técnico, aprobación previa análisis de precios unitarios, evidencia y fuente de financiación, diferenciando correctivos mayores, repuestos no incluidos, eventos externos, vandalismo, fuerza mayor, requerimientos del OR, mejoras técnicas y fallas preexistentes.

No serán reconocidos como previstos aquellos costos, actividades, repuestos o intervenciones que hagan parte del alcance base, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, correctivos menores incluidos o gestión ordinaria del servicio.



9.1. Procedimiento para la solicitud y aprobación

- a. Solicitud del contratista:** El contratista deberá presentar a la Interventoría y/o Supervisión una solicitud formal justificando la necesidad de ejecutar ítems no previstos u obras complementarias. Dicha solicitud deberá estar respaldada por un informe detallado que permita a FENOGÉ evaluar su procedencia y viabilidad. En el caso de obras complementarias, estas deberán desagregarse en ítems específicos para facilitar su identificación y análisis. El informe deberá incluir:
- Descripción técnica detallada de los ítems o actividades propuestas.
 - Justificación técnica y operativa que sustente la necesidad de los ítems adicionales.
 - Impacto en la funcionalidad, eficiencia y operación del sistema fotovoltaico.
 - Relación de cantidades de obra, costos estimados y método de pago
 - Identificación de actividades específicas en caso de obras complementarias, desglosadas en ítems.
 - Correlación con las condiciones contractuales establecidas.
 - Identificación de la planta, frontera, activo afectado (código, ubicación, seriales si aplica) y evidencia del evento (OT, CMMS, fotos, alarmas, informe técnico).
 - Análisis de alternativas (mínimo 2) y justificación de la solución seleccionada (calidad, oportunidad, compatibilidad y riesgo).
 - Impacto en cumplimiento regulatorio (OR, XM, ASIC), incluyendo si el ítem es requerido por requisitos de comunicación y teled medida o por verificación de fronteras.
 - Impacto en disponibilidad y energía (indisponibilidad estimada, kWh, riesgo de glosas, continuidad del servicio).
 - Para software, licencias, hosting: Alcance, término, propiedad, uso, cláusulas anti lock-in, exportación de datos, y costo total del ciclo de vida (TCO).
- b. Análisis por parte de la Interventoría y/o Supervisión:** una vez recibida la solicitud, la Interventoría y/o Supervisión deberá:
- Evaluar la pertinencia de la solicitud en términos técnicos, financieros y contractuales.
 - Analizar el impacto de los ítems u obras complementarias en la ejecución global del contrato.
 - Verificar que las especificaciones técnicas propuestas cumplan con los estándares de calidad y normatividad vigente.
 - Emitir un informe técnico sustentado dirigido a FENOGÉ, justificando la viabilidad de la ejecución y presentando un análisis de especificaciones de medición y pago.
 - Que el ítem no previsto NO corresponde a obligaciones ya incluidas en el alcance base del contrato (evitar doble cobro).
 - Que toda actualización técnica, operativa asociada (p. ej., cambios en sistema de medida, telecomunicaciones, CMMS) quede respaldada mediante acta de revisión y actualización documental (planos, hojas de vida, as-built).
 - Que, cuando aplique, el ítem cumple requisitos técnicos del OR, XM, ASIC (p. ej., canal de comunicación y equipos compatibles para acceso remoto a medidores).
- c. Cotización y selección del proveedor:** Para ejecutar las labores asociadas a cambio de infraestructura deberá como mínimo
- El contratista deberá presentar al menos tres cotizaciones de proveedores con experiencia y certificación en el suministro de los ítems requeridos.
 - La Interventoría o Supervisión analizará y comparará las ofertas recibidas, justificando la selección de la mejor alternativa en términos de calidad, costo y oportunidad.
 - Se verificará que los proveedores cumplan con certificaciones de calidad y normatividad aplicable, asegurando el cumplimiento de los estándares exigidos.
 - El análisis deberá incluir una justificación técnica y económica que garantice la equidad y transparencia en el proceso de selección.
 - Podrá aceptarse un número menor de cotizaciones únicamente cuando exista proveedor único por homologación, compatibilidad, garantía del fabricante o por requerimiento del OR, XM, ASIC, lo cual deberá justificarse técnica y documentalmente.

9.2. Aprobación de análisis de precios unitarios (APU)



Para cada ítem deberá ser presentado su respectivo Análisis de Precios Unitarios, para lo cual deberá seguirse como mínimo:

1. Elaboración del análisis de precios unitarios (APU):

- La Interventoría o Supervisión deberá elaborar el formato de análisis de precios unitarios (APU), firmarlo y anexar la documentación que respalde los valores calculados.
- Se deberá garantizar que los costos presentados se ajusten a los precios del mercado y las especificaciones técnicas previamente aprobadas.
- Equipos, materiales más transporte, logística más mano de obra más AIU más impuestos (IVA y retenciones) más costos de puesta en servicio, pruebas más disposición final del equipo sustituido.
- Para servicios recurrentes (p. ej., plan de datos, hosting, licencias): costo mensual, escaladores (IPC y otros), y condiciones de facturación, soportes de prestación.

2. Incorporación de nuevos APUs

- Una vez aprobado el valor de los ítems no previstos por FENOGÉ, se procederá con la firma del acta de incorporación de los nuevos APU's por parte del contratista, la Interventoría o Supervisión.
- Se verificará que todos los documentos de respaldo sean claros y cumplan con los requisitos técnicos y contractuales establecidos.
- Ningún ítem no previsto podrá ejecutarse, comprarse o facturarse sin: i. APU aprobado; ii. Acta de incorporación suscrita; y iii. Autorización expresa de FENOGÉ (según corresponda)

3. Modificación contractual

- FENOGÉ formalizará la modificación del contrato para la incorporación de los nuevos ítems y la adición del valor correspondiente.
- Esta modificación contractual deberá formalizarse antes de la ejecución de cualquier actividad o adquisición de bienes no previstos.

9.3. Límites y condiciones del reconocimiento

a. Aprobación de ítems adicionales sin superar el valor del contrato:

- Si el monto total de los ítems adicionales no excede el valor del contrato, FENOGÉ podrá aprobar su ejecución y formalizar su incorporación mediante un acta de fijación de ítems no previstos.

b. Modificación contractual para excedentes:

- Si el valor de los ítems adicionales supera el monto del contrato, será necesario suscribir una modificación contractual para la ampliación de los recursos financieros.
- La modificación contractual deberá ser sustentada técnicamente por la Interventoría y/o Supervisión y aprobada por FENOGÉ antes de su ejecución.

9.4. Forma de pago y restricciones

a. Forma de pago:

- El pago de los ítems no previstos u obras complementarias se realizará bajo las condiciones establecidas en el proceso de selección que originó el contrato.
- Se deberá verificar que los pagos correspondan con el avance de la obra y el cumplimiento de las especificaciones técnicas aprobadas.



b. Restricción de reconocimiento de costos sin autorización:

- *FENOGÉ* no reconocerá costos adicionales si el *contratista* ejecuta ítems no previstos u obras complementarias sin la autorización previa y expresa de la entidad.
- La ejecución de trabajos sin la debida aprobación podrá dar lugar a sanciones contractuales y no generará obligación de pago por parte de *FENOGÉ*.

c. Limitación de facultades de la Interventoría:

- La Interventoría no podrá ordenar la ejecución de trabajos adicionales sin la aprobación formal de *FENOGÉ*.
- Se deberá garantizar que toda orden de trabajo adicional esté debidamente sustentada y documentada antes de su ejecución.

9.5. Consideraciones finales

A continuación, se referencian consideraciones finales importantes a tener presente por parte de El Contratista:

- La inclusión de nuevos ítems y la ejecución de obras complementarias deberán cumplir con los requisitos técnicos definidos en el presente documento, garantizando su compatibilidad con el sistema fotovoltaico existente y su alineación con los objetivos del FONDO (*FENOGÉ*) en términos de eficiencia energética y sostenibilidad.
- La Interventoría y/o Supervisión será responsable de verificar que los nuevos ítems o actividades cumplan con las normas y estándares técnicos establecidos.
- Todos los procedimientos deberán alinearse con la normativa vigente de contratación pública y ejecución de proyectos energéticos en Colombia.