ANE

ANEXO No. 1 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS"

1. GENERALIDADES

El presente anexo tiene como objetivo establecer las características técnicas que deben cumplir las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, así como la realización de las mejoras necesarias, de los tres (3) sistemas de energías limpias (sistemas fotovoltaicos) que soportan algunas de las estaciones del Sistema Nacional de Monitoreo de la Agencia Nacional del Espectro, ubicados en las estaciones de monitoreo de Villavicencio (Meta), Funza (Cundinamarca) y Oicatá (Boyacá).

Las intervenciones propuestas buscan garantizar la continuidad de las actividades de monitoreo, asegurar la ejecución del plan anual de monitoreo sin interrupciones y mantener las condiciones óptimas de operación de las estaciones mencionadas.

El objeto del contrato deberá adelantarse bajo los requisitos y especificaciones técnicas, indicadas en el presente documento. Los materiales usados junto con los elementos o accesorios reemplazados, para el cumplimiento de las condiciones técnicas, deberán contar con las fichas técnicas expedidas por el fabricante y certificados de calidad a que haya lugar para ser entregados al final del cumplimiento de las labores a realizar, todos los procedimientos y elementos empleados deben cumplir con las características establecidas en las normas nacionales o internacionales que regulan cada materia. En particular, se deberá dar cumplimiento al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y a normas internacionales aplicables a sistemas fotovoltaicos tales como IEC 61215, IEC 61730 e IEC 62446.

Igualmente, el supervisor del contrato podrá exigir el cumplimiento de las normas nacionales o internacionales que se crean convenientes para los diferentes componentes del presente contrato a fin de garantizar altos estándares de calidad.

2. CONDICIONES TÉCNICAS

Para el desarrollo de todas las actividades de inspección, mantenimiento y reparación se debe contemplar el cumplimiento de las normas de seguridad para el trabajo seguro en alturas establecidas en las OBLIGACIONES ESPECÍFICAS de los estudios previos, así como el uso correcto, adecuado y completo de los elementos de protección personal por parte de todo el personal involucrado en el desarrollo de la actividad.

Adicionalmente, el contratista deberá implementar procedimientos de trabajo seguro en sistemas eléctricos energizados en corriente continua (DC), incluyendo prácticas de bloqueo y etiquetado (LOTO), control de riesgo por arco eléctrico y verificación de ausencia de tensión antes de cualquier intervención.

El contratista deberá gestionar y obtener todos los permisos de acceso requeridos con una anticipación mínima de 10 días hábiles previos al inicio de cada actividad programada, garantizando así la disponibilidad de los sitios de intervención.

A continuación, se detallan las características técnicas de los sistemas fotovoltaicos:

2.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ELEMENTO	MARCA	MODELO	CANTIDAD
Compartimiento para Paneles (Incluye Estructura y Shelter)*	ENERTEC	SS10P1000AH48V3K	1
Banco de Baterías Tipo Plomo Carbono	ENERTEC	CB1000-48	16
Panel Fotovoltaico Monocristalino	JINKO	JKM390M-72H-V	15
Equipo Multifuncional Onda Pura (Inversor Cargador)	MUST	HBS3KW100A	1
Controlador de Carga MPPT	MUST	PC18-10016F	1
Cable Solar por 50 mts	PROCABLES	EXZHELLENT SOLAR ZZ-F	1
Sistema de Puesta a Tierra	ENERTEC	ND	1

*Nota: La estación de monitoreo de Oicatá (Boyacá), no cuenta con shelter.

2.2. Registro fotográfico

El presente anexo técnico incluye un registro fotográfico de la infraestructura, el cual permite observar de manera general su estado actual y condiciones de instalación.

Adicionalmente, el registro deberá complementarse con evidencia de puntos críticos, condiciones de instalación y hallazgos relevantes identificados durante la inspección.

Estación de Villavicencio (Meta)

Durante la visita se evidenciaron indicios de inicios de filtraciones en el *shelter*, tanto en su parte interior como exterior, las cuales han generado que puedan presentar procesos de oxidación, presencia de humedad y deterioro de componentes estructurales, principalmente en la parte superior interna y en el piso. Se observa el inicio de presencia de óxido en la estructura metálica que

soporta los paneles solares. Asimismo, se identificó un exceso de partículas de polvo y presencia de insectos en el interior del *shelter*.

Se constató la existencia de conexiones eléctricas internas y externas que requieren cambios en sus terminales, así como mantenimiento en el sistema de puesta a tierra para evitar deficiencias, las cuales podrían comprometer la protección y seguridad del sistema.

Adicionalmente, en el extractor instalado se requiere realizar un ajuste o cambio en su anclaje para su correcto funcionamiento en el *shelter*.









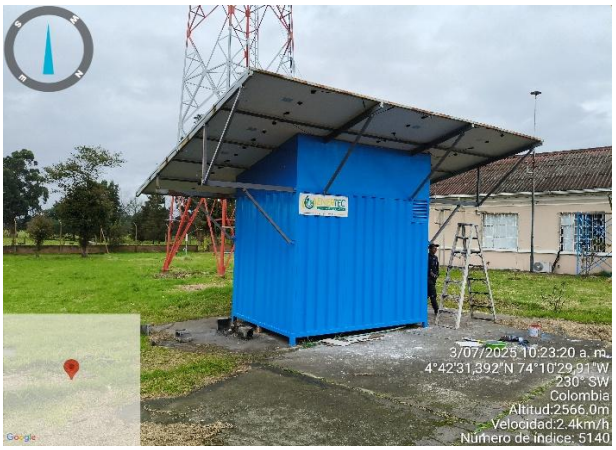




Estación de Funza (Cundinamarca)

En esta estación se detectaron filtraciones en el *shelter*, tanto internas como externas, que han iniciado procesos de oxidación, humedad y deterioro de elementos estructurales, particularmente en la parte superior interna y en el piso. Se evidenció óxido en la estructura metálica que soporta los paneles solares, así como exceso de polvo y presencia de insectos en el interior del *shelter*.

Se identificaron conexiones eléctricas internas y externas que requieren cambios en sus terminales, así como la adecuación y ajuste del anclaje del extractor. De igual forma, se encontraron deficiencias en el sistema de puesta a tierra que podrían afectar la protección del sistema.









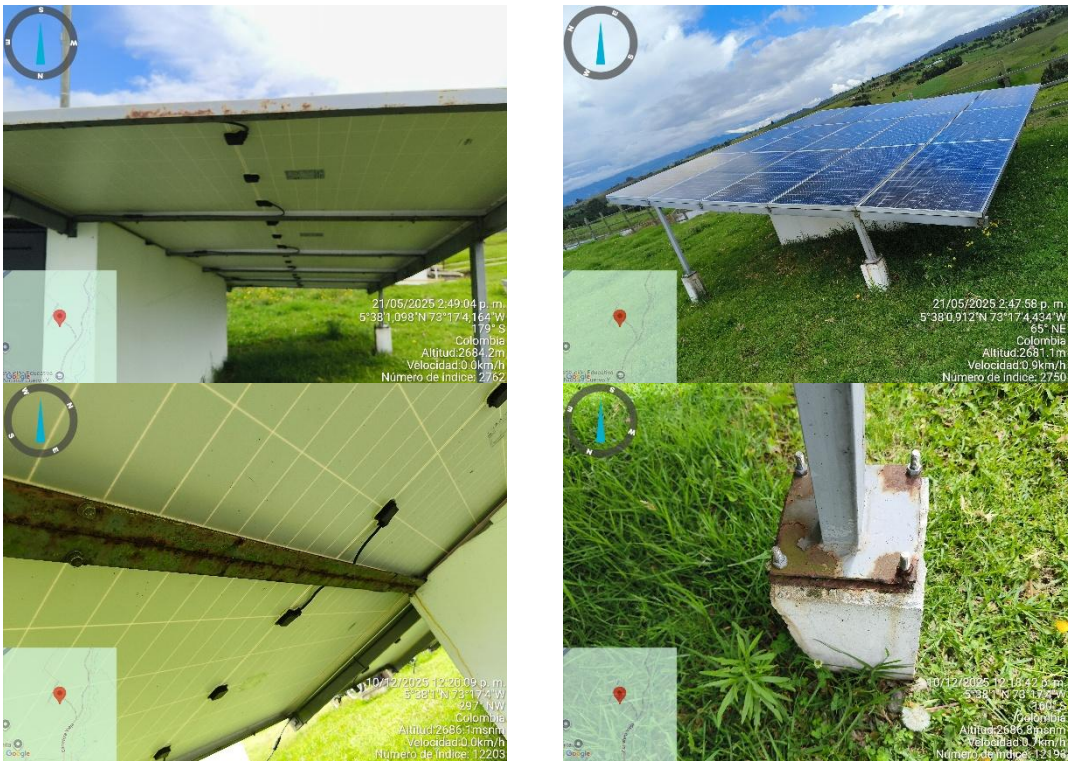
Estación de Oicatá (Boyacá)

En la estación de Oicatá se evidenció que el sistema de techado, conformado por paneles solares, no proporciona un sellado hermético adecuado. Las instalaciones donde se encuentran ubicados los equipos y el banco de baterías resultan inadecuadas, lo cual ha derivado en afectaciones, entre ellas la falta de protección que ha propiciado el inicio de corrosión de la estructura. Se constató la generación de óxido en la estructura metálica que soporta los paneles solares.

Por otro lado, la configuración de la infraestructura (instalaciones) permite la entrada de insectos, lo cual puede llegar a afectar el correcto funcionamiento de los equipos. Asimismo, la conformación de la infraestructura permite la exposición a agentes externos favorece la acumulación de polvo y residuos vegetales, así como la entrada de humedad. Adicionalmente, se observó que el sistema carece de mecanismos adecuados de aireación natural y mecánica. Así como también la falta de espacio para llevar a cabo la revisión y/o mantenimientos de los equipos que se encuentran dentro de la infraestructura.







El contratista deberá presentar los informes técnicos correspondientes a cada una de las actividades ejecutadas, los cuales deberán ser entregados al supervisor del contrato para su revisión y aprobación. Como mínimo, dichos informes deberán contener la siguiente información:

2.3. DIAGNÓSTICO TÉCNICO INICIAL DE LAS TRES ESTACIONES

El contratista deberá presentar un diagnóstico técnico, previo a la etapa de mantenimiento preventivo y de intervenciones correctivas, dicho diagnóstico debe incluir por estación lo siguiente:

- Identificación de la estación verificada y objeto de posterior intervención.
- Descripción general del estado inicial del sistema fotovoltaico y de su infraestructura asociada.
- Resultados de la inspección visual y funcional de los componentes principales.
- Identificación de fallas, deficiencias o riesgos detectados.
- Recomendaciones técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Registro fotográfico del estado inicial.

Adicionalmente, deberá incluir:

- Medición de voltaje y corriente por *string*.
- Evaluación de generación real vs estimada.
- Medición de resistencia de aislamiento.
- Inspección termográfica de componentes.
- Verificación de protecciones eléctricas.

2.4. ACTIVIDADES MÍNIMAS MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Condición general de reemplazo de elementos:

Durante la ejecución del mantenimiento preventivo, el contratista deberá realizar el reemplazo de todos aquellos elementos, componentes o accesorios que presenten deterioro, desgaste, corrosión, daño mecánico o eléctrico, o que no garanticen condiciones adecuadas de operación del sistema.

Los elementos reemplazados deberán ser nuevos y cumplir con las normas técnicas nacionales e internacionales aplicables, garantizando su calidad, compatibilidad y adecuado funcionamiento dentro del sistema fotovoltaico.

En caso de requerirse el cambio de tornillería, elementos de fijación o anclaje, estos deberán cumplir con normas técnicas vigentes, ser de materiales adecuados para intemperie y contar con propiedades anticorrosivas o tratamientos que eviten la oxidación, garantizando la durabilidad de las instalaciones.

Ítem	Actividad	Descripción (actividades mínimas)
1	Mantenimiento preventivo de paneles fotovoltaicos	• Inspección visual del estado físico general de los paneles.
		• Limpieza técnica para remoción de polvo, suciedad y residuos, usando métodos no abrasivos.
		• Reemplazo de tornillería, tuercas y arandelas que presenten corrosión o deterioro, por elementos fabricados en acero inoxidable, preferiblemente tipo AISI 304 o AISI 316, o material equivalente.
		• Verificación de fijación mecánica a la estructura de soporte.
		• Revisión de sombras u obstrucciones que afecten la captación solar.
		• Inspección de conectores y cableado asociado.
		• Cuando se identifique deterioro significativo en los soportes de los paneles solares que comprometa su estabilidad o seguridad, reemplazo de dichos

Ítem	Actividad	Descripción (actividades mínimas)
		soportes por elementos en acero inoxidable o material de características equivalentes, manteniendo la configuración y geometría del sistema existente, sin rediseño estructural
2	Mantenimiento preventivo de estructura y *shelter*	• Inspección general de la estructura metálica y del *shelter*.
		• Verificación de anclajes, tornillería y elementos de fijación.
		• Identificación de corrosión, óxido o deterioro superficial.
		• Revisión de sellos, uniones y pasos de cable.
		• Verificación de condiciones que eviten ingreso de humedad, polvo e insectos.
		• Aplicación de tratamiento anticorrosivo y de inmunización de óxido en las superficies metálicas que presenten signos de corrosión, incluyendo limpieza, preparación de superficie y recubrimiento protector, con el fin de prevenir la progresión del deterioro.
		• Cuando se identifique riesgo de ingreso de agua por escorrentía o exposición directa, instalación de una lámina protectora superior en material plástico u otro material liviano equivalente, dispuesta sobre el *shelter*, que permita desviar el agua lluvia sin afectar la estructura existente ni implicar obra civil.
		• Ejecución de actividades básicas de control y mitigación de la proliferación de insectos en el interior del *shelter* y áreas asociadas, mediante fumigación preventiva, mejoramiento del cerramiento o métodos equivalentes, cuando se identifique presencia o riesgo de infestación.
		• Instalación de elementos físicos de protección, tales como angeos, mallas u otros dispositivos similares, en puntos de ventilación, aberturas o accesos, con el fin de minimizar el ingreso de insectos, sin afectar la ventilación ni la operación del sistema.
		• Reemplazo de tornillería, tuercas y arandelas que presenten corrosión o deterioro, por elementos fabricados en acero inoxidable, preferiblemente tipo AISI 304 o AISI 316, o material equivalente.
		• En caso de que los valores medidos superen el umbral indicado, el contratista deberá remitir al supervisor del contrato un informe técnico de recomendaciones de mejoramiento del sistema de puesta a tierra, el cual podrá incluir alternativas como refuerzo de conductores, mejoramiento de

Ítem	Actividad	Descripción (actividades mínimas)
		conexiones o adecuaciones técnicas menores, sin que ello implique rediseño del sistema ni ejecución de obra civil.
		• En caso de identificarse deficiencias que puedan comprometer la estabilidad o seguridad de la infraestructura, el contratista deberá informar al supervisor del contrato y remitir recomendaciones técnicas de mejoramiento, sin que ello implique ejecución de obras civiles ni rediseño estructural.
		• Lavado y limpieza técnica de las superficies del *shelter* y de la estructura metálica, orientado a la remoción de suciedad, polvo, residuos ambientales, material particulado y agentes contaminantes que puedan acelerar procesos de corrosión. • Descontaminación y preparación de superficies metálicas que presenten deterioro, incluyendo remoción de óxido suelto, limpieza mecánica o química controlada y acondicionamiento previo al recubrimiento. • Aplicación de recubrimiento protector mediante tratamiento y pintura anticorrosivos para exteriores e interiores, adecuada para ambientes expuestos, en las superficies del *shelter* y de la estructura metálica que lo requieran, con el fin de prolongar su vida útil y prevenir la progresión de la corrosión.
3	Mantenimiento preventivo del banco de baterías	• Inspección visual del estado físico del banco de baterías.
		• Verificación de terminales, conexiones y elementos de sujeción.
		• Limpieza superficial del banco y del área de instalación.
		• Medición de parámetros eléctricos básicos (voltajes y estado general de carga).
		• Verificación de ventilación y condiciones de seguridad del área.
		• Identificación de signos de sulfatación o corrosión.
		Nota: No incluye reemplazo de baterías ni del banco completo.
4	Mantenimiento preventivo de inversor y controlador MPPT	Inspección del estado físico de los equipos.
		• Verificación del funcionamiento operativo.
		• Revisión de alarmas, eventos y registros disponibles.
		• Verificación de conexiones eléctricas DC y AC.

Ítem	Actividad	Descripción (actividades mínimas)
		• Ajuste de parámetros básicos de configuración, cuando aplique, sin actualización de firmware ni licencias.
		• Limpieza externa de equipos y área de instalación.
5	Mantenimiento preventivo de cableado y canalizaciones	• Inspección del cableado DC y AC del sistema.
		• Verificación del estado del aislamiento de los conductores.
		• Revisión de rutas y canalizaciones.
		• Identificación y corrección de conexiones sueltas o sin terminales adecuados.
		• Ordenamiento básico del cableado cuando se identifiquen condiciones de riesgo.
6	Mantenimiento preventivo del sistema de puesta a tierra	• Inspección visual del sistema de puesta a tierra.
		• Verificación de continuidad de las conexiones.
		• Revisión del estado físico de conductores, abrazaderas y puntos de conexión.
		• Identificación de posibles deficiencias o deterioro del sistema.
		• Medición de la resistencia del sistema de puesta a tierra existente, utilizando equipo calibrado, dejando registro de los valores obtenidos.
		• Verificación de que la resistencia del sistema de puesta a tierra sea igual o inferior a diez (10) ohmios (Ω).
		• En caso de que los valores medidos superen el umbral indicado, el contratista deberá remitir al supervisor del contrato un informe técnico de recomendaciones de mejoramiento del sistema de puesta a tierra, el cual podrá incluir alternativas como refuerzo de conductores, mejoramiento de conexiones o adecuaciones técnicas menores, sin que ello implique rediseño del sistema ni ejecución de obra civil.
7	Mantenimiento preventivo del sistema de ventilación	• Verificación del estado y funcionamiento de extractores o ventiladores. O implementación de extractores nuevos o adicionales que se identifiquen como necesarios.
		• Revisión, adecuación y ajuste de anclajes y fijaciones.
		• Limpieza de rejillas, filtros y elementos asociados.
		• Verificación de condiciones adecuadas de aireación natural y mecánica.
8	Pruebas de funcionamiento	• Ejecución de pruebas básicas de funcionamiento del sistema fotovoltaico posterior al mantenimiento preventivo.

Ítem	Actividad	Descripción (actividades mínimas)
		• Verificación general de operación segura del sistema.
9	Informe técnico de mantenimiento preventivo	• Elaboración de informe técnico por estación.
		• Registro de actividades ejecutadas.
		• Relación de hallazgos identificados.
		• Recomendaciones preventivas para la operación del sistema.

2.5. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- Identificación de la estación intervenida.
- Descripción de las fallas o situaciones que dieron lugar a la ejecución del mantenimiento correctivo.
- Relación de las actividades correctivas ejecutadas y ajustes realizados sobre los componentes existentes.
- Estado inicial y final del sistema posterior a la intervención.
- Registro fotográfico de las actividades ejecutadas y del estado final.

Nota: Para la estación de monitoreo de Oicatá (Boyacá), el contratista deberá elaborar y entregar al supervisor del contrato una propuesta técnica de mejora de la infraestructura asociada al sistema fotovoltaico, como actividad complementaria a las labores de mantenimiento preventivo y correctivo.

La propuesta deberá estar orientada a mitigar las deficiencias identificadas relacionadas con condiciones de sellado, ventilación, protección frente a agentes externos, control de humedad, corrosión y accesibilidad para la revisión y mantenimiento de los equipos instalados.

2.6. REPUESTOS CONTROLADOS

- Identificación de la estación intervenida.
- Relación de los repuestos, adecuaciones e insumos suministrados e instalados.
- Justificación técnica de la necesidad de los repuestos utilizados.
- Soportes de adquisición (factura o documento equivalente).
- Registro fotográfico de los repuestos instalados.

Adicionalmente:

- Garantía de repuestos
- Registro de seriales
- Certificación de compatibilidad

2.7. PERSONAL MÍNIMO PARA TRABAJO EN ALTURAS:

El contratista deberá designar un Ingeniero Electricista, Electrónico o afín, con matrícula profesional vigente, como responsable técnico de la ejecución del contrato, quien será el encargado de coordinar y validar técnicamente las actividades de mantenimiento, avalar los informes técnicos, la ANE verificará dentro de los **tres (3) días** siguientes a la suscripción del acta de inicio:

Cantidad	Cargo	Perfil
1	Ingeniero Electricista, Electrónico o afín	Acreditar Mínimo dos (2) años de experiencia en mantenimiento, operación o soporte técnico de: - sistemas eléctricos, - sistemas fotovoltaicos, - o sistemas de generación de energía.

Equipos Técnico: Camilo Velasco – Wilson Hortua-Jennifer Cespedes.
Revisión: Diana Morales - Carlos Garay.