MINISTERIO DE LAS CULTURAS LAS ARTES Y LOS SABERES

ANEXO TÉCNICO - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Objeto: REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE INGENIERÍA BÁSICA AVANZADA DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA EL MUSEO CASA QUINTA DE BOLÍVAR, INMUEBLE PROPIEDAD DEL MINISTERIO DE LAS CULTURAS, LAS ARTES Y LOS SABERES.

1. Productos para entregar:

Deberá entregar en formato físico y digital (DWG y PDF), de conformidad con las recomendaciones del FENOGE y la normatividad vigente sobre la materia:

Ítem / Entregable del Anexo FENOGE
A. Informe Ejecutivo
B. Estudios Técnicos (topo, inundabilidad, geotecnia, pull-out test)
C. Ingeniería eléctrica, civil y estructural (básico)
D. Estudio punto de conexión
E. Análisis terreno y ambiental
F. Jurídico y predial
G. Evaluación social y focalización
H. Viabilidad económica y sostenibilidad
I. Gestión de riesgos y contingencias
J. Lineamientos EPC
K. Presentación final y anexos

Estos ítems, deberán incluir aspectos como:

- Las especificaciones de la estructura mecánica que soportará los paneles.
- Definiciones de equipos para la generación fotovoltaica.
- Planes de mantenimiento del sistema.
- Listado de modos de falla.
- Lista de repuestos y proveedores en Colombia
- El modelo de análisis financiero del proyecto.
- Los diseños deberán llegar hasta ingeniería de detalle, planos constructivos y especificaciones técnicas detalladas

del sistema de generación y estructural.
- Listado de materiales y cantidades de obra.
- Análisis de precios unitarios (APU).
- Presupuesto total estimado.
- Planos de levantamiento arquitectónico, estructural y eléctrico, en formato físico y digital (DWG y PDF),
- Cronograma de ejecución.
- Evidencia de Registro en el Sipa

NOTA 1: En todo caso, el contratista, consultará y dará cumplimiento a las recomendaciones establecidas por el FENOGE en el documento ANEXO ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA AVANZADA que hará parte integral del contrato.

NOTA 2: Los productos e insumos para entregar deben satisfacer el árbol general de carpetas donde se almacenará toda la información recopilada tanto en campo como en oficina y de conformidad con las observaciones realizadas por el supervisor.

2. Personal Mínimo para el desarrollo de la Consultoría:

El proponente deberá adjuntar con su propuesta económica el compromiso de conformar el siguiente equipo para la ejecución de la consultoría:

A. Perfil director de Consultoría:
- Profesional en el NBC de la Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y a fines.
- Con Posgrado, modalidad especialización o maestría en (Gerencia de Proyectos, Gestión de Proyectos, Alta Gerencia o a fines.)
- Con 5 años de experiencia especifica en gerencia de proyectos relacionados con sistemas fotovoltaicos.

B. Profesional 1:
- Profesional en Arquitectura o Ingeniería Civil o Ingeniería mecánica.
- Con Posgrado, modalidad especialización o maestría en (Diseño estructural, estructuras, estructuras metálicas o a fines.)
- Con 3 años de experiencia especifica en diseño de cerchas metálicas, estructuras metálicas, sistemas

porticados o a fines.

C. Profesional 2:
- Profesional en Ingeniería Eléctrica o Ingeniería electrónica
- Con Posgrado, modalidad especialización o maestría en (Energía Solar, Sistemas Fotovoltaicos, eficiencia energética, energías renovables, Gestión energética y afines.)
- Con 3 años de experiencia especifica con sistemas fotovoltaicos.

D. Profesional 3:
- Profesional en Ingeniería Ambiental.
- Sin posgrado.
- Con 5 años de experiencia profesional.

NOTA 1: La experiencia específica se acredita con contratos, actas de liquidación o certificaciones que demuestren la ejecución de actividades directamente relacionadas con el objeto a contratar. El Decreto 1082 de 2015, art. 2.2.1.1.1.5.2, señala que estos documentos deben indicar objeto, fechas y conformidad en la ejecución.

NOTA 2: La experiencia profesional corresponde a las labores desarrolladas por la persona en el ejercicio de su profesión, para el caso a partir de la expedición de la tarjeta profesional. Se acredita con certificaciones laborales o contractuales que indiquen funciones y tiempo de vinculación, aunque no sean idénticas al objeto contractual.

NOTA 3: Todos los profesionales deberán acreditar la experiencia requerida, adjuntando los soportes que certifican dicha experiencia, junto a la tarjeta profesional vigente y certificado de antecedentes profesionales con una vigencia no mayor a 30 días.

Denis Adriana Monroy Rugeles
Coordinador GIT de Gestión Administrativa y Servicios.
Proyectó: Sandra Liliana Ucrós Velásquez – profesional GIT de Gestión Administrativa y Servicios
Revisó: Andres Felipe Tapias Macias – profesional especializado GIT de Gestión Administrativa y Servicios

Anexo 1. Entregables Ingeniería Básica Avanzada

A. INFORME EJECUTIVO

1. Resumen Ejecutivo

a. Visión general del proyecto (alcance, capacidad prevista, identificación de usuarios a ser beneficiados).
b. Principales conclusiones sobre viabilidad técnica, social, ambiental y financiera.

2. Síntesis de Riesgos Clave

a. Listado de riesgos principales identificados y sus medidas de mitigación.
b. Recomendaciones específicas para la fase EPC.

B. ESTUDIOS TÉCNICOS

1. Estudio Topográfico

a. Mapa del predio (AutoCAD o GIS) con curvas de nivel de precisión suficiente.
b. Deberá incluir los puntos de quiebre del terreno natural, árboles, cuerpos de agua, cuencas de ríos, obras existentes, vías no pavimentadas, carreteables, caminos, viviendas, cercas, entre otros elementos relevantes.

2. Estudio Inundabilidad

a. Elaboración de los estudios hidrológico e hidráulico que sirven de base para la evaluación de las condiciones de inundabilidad de las áreas donde se proyecte la planta fotovoltaica y para la identificación de condiciones de socavación generadas por el cauce de ríos o quebradas aledañas a dichas áreas, con el fin de plantear las obras de protección, mitigación y control requeridas para garantizar la seguridad de las plantas solares durante su construcción y operación.

3. Estudio Geotécnico

a. Conocer las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas a partir de la ejecución de campañas de cartografía geológica y geomorfológica, exploración directa, exploración indirecta, ensayos de campo y de laboratorio, esto en aras de identificar condiciones geológicas, geomorfológicas, geotécnicas y de geoamenazas, brindando herramientas para la toma de decisión e información para el diseño civil de los sistemas de fundación, contención y procedimientos constructivos.

4. Pull Out Test

a. Evaluar el comportamiento de los perfiles empleados en las estructuras soporte de las mesas o paneles de la instalación, en base a las características de los diferentes tipos de terreno existentes.

C. INGENIERÍA ELÉCTRICA, INSTRUMENTACIÓN, CIVIL Y ESTRUCTURAL (NIVEL BÁSICO)

1. Informe de Recurso Solar

a. Fuentes de datos de radiación (NASA, PVGIS, IDEAM, etc.) y metodología de análisis.
b. Simulaciones con software especializado (PVSyst, Helioscope u otro) que incluyan pérdidas y proyecciones de generación anual.

2. Layout y Dimensionamiento Preliminar teniendo en cuenta restricciones ambientales y servidumbres

a. Diagrama de la distribución propuesta de paneles, inversores y pasillos de mantenimiento.
b. Capacidad pico estimada (kWp o MWp), factor de planta y rendimiento esperado.

3. Memorias de Cálculo

a. Presentación de parámetros y fórmulas empleadas para dimensionar los componentes principales (potencia FV, sistemas de soporte, factor de pérdidas, etc.).

4. Diagrama Unifilar Preliminar

a. Indicación de la configuración del sistema FV (DC/AC), protecciones esenciales y equipo principal.
b. Consideración de normas RETIE/RETILAP.

5. Configuración Estructural Básica

c. Tipología de cimentaciones propuestas (pilotes, zapatas, etc.).
d. Pull Out Test: Estimación de cargas de viento y sismo (bajo normativa colombiana).
e. Cerramiento

6. Recomendaciones de Materiales y Especificaciones Mínimas

f. Tipo de paneles (monocristalinos, bifaciales, etc.), rango de eficiencia.
g. Tipo de inversores (string, centralizados)
h. Parámetros de calidad y vida útil esperada.
i. Especificaciones técnicas mínimas para sistemas de compensación capacitiva (si aplica)

7. **Diseño básico de las vías de acceso e Internas:** Layout General vías de acceso e internas

D. IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE CONEXIÓN Y ESTUDIO DE CONEXIÓN

1. Identificación del Punto de Conexión

a. Verificación de la empresa distribuidora o el sistema eléctrico local (si es una minirred o ZNI).
b. Análisis del punto óptimo para la conexión de la planta, considerando capacidad y compatibilidad de la red.

2. Estudio de Conexión

a. Evaluación de la capacidad disponible de la red para inyectar la energía generada.
b. Identificación de requerimientos técnicos (protecciones, ajustes de tensión y frecuencia, etc.) para cumplir con las regulaciones de la CREG.
c. Diseño preliminar de subestación y/o Diseño básico de la línea eléctrica de interconexión con el operador de RED, de media/alta tensión (si aplica), incluyendo nivel de tensión y equipos de transformación necesarios.
d. Planimetría de interconexión con el operador de RED (Planimetría de la línea eléctrica, planimetría de la ubicación de la Subestación).
e. Estimación de costos adicionales asociados a la interconexión (tendido de línea, transformador, protecciones específicas).
f. Incluye Flujo de Carga, estudio de Corto, contingencias, estabilidad transitoria, compensación reactiva y trabajos necesarios para conectarnos al operador de RED)

3. Compatibilidad con Normas y Trámites de Conexión

a. Revisión de la regulación CREG y sus resoluciones vigentes sobre comunidades energéticas, autogeneración y generación distribuida.
b. Orientación sobre la documentación necesaria para solicitar la conexión formal (o interconexión en caso de ZNI).
c. Cronograma tentativo de permisos ante la distribuidora/transportadora.

E. ANÁLISIS DE TERRENO Y CONDICIONES AMBIENTALES

1. Caracterización Preliminar del Terreno

a. Indicación de áreas con restricciones ambientales (zonas de protección, rondas de río, etc.).

2. Diagnóstico Ambiental Inicial

a. Revisión de normativa aplicable (Autoridades Ambientales, ANLA, corporaciones autónomas).
b. Identificación de requerimientos (licencia ambiental, PMA, permisos de aprovechamiento forestal, etc.).
c. Medidas preliminares de prevención y mitigación (Plan de Manejo Ambiental básico).

F. ASPECTOS JURÍDICOS Y PREDIALES

1. Informe de Titularidad y Gestión Predial

a. Verificación de la propiedad del predio (matrículas inmobiliarias, ausencia de gravámenes o servidumbres conflictivas).
b. Descripción de la situación legal y las gestiones necesarias para garantizar disponibilidad del terreno.

2. Compatibilidad con el POT / EOT / PBOT

a. Revisión de las normas de ordenamiento territorial.
b. Identificación de usos del suelo permitidos y posibles restricciones urbanísticas.

3. Propuesta de Esquema Contractual Preliminar

a. Descripción del tipo de contratos requeridos (arrendamiento, servidumbre, comodato, etc.) para la instalación de la planta.

G. EVALUACIÓN SOCIAL Y FOCALIZACIÓN DE BENEFICIARIOS

1. Mapa de Actores Clave

a. Identificación de comunidades, autoridades y organizaciones relevantes.
b. Estrategia de vinculación y comunicación.

2. Censo Energético y Análisis de Demanda

a. Listado de beneficiarios (estratos 1y 2, edificaciones públicas).
b. Consumos actuales, costos de energía y proyección de reducción de gastos tras la instalación FV.

c. Identificación de subsidios o subvenciones aplicables de acuerdo con las condiciones de la iniciativa y el perfil de los beneficiarios.

3. Plan Preliminar de Gestión Social

a. Esquema de participación comunitaria en la fase de construcción y operación.
b. Mecanismos de queja y resolución de conflictos.

H. PRESUPUESTO, VIABILIDAD ECONÓMICA Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS

1. Estimación de Costos (CAPEX y OPEX)

a. Presupuesto preliminar con desglose de: paneles, inversores, obras civiles, mano de obra, contingencias, etc.
b. Costo de operación y mantenimiento proyectado (limpieza de paneles, reemplazo de componentes, seguros).

2. Análisis de Sensibilidad

a. Escenarios de variación en precios de equipo s, tipos de cambio, costos de financiamiento.
b. Impacto en el costo total y en el desempeño económico del proyecto.

3. Plan de Sostenibilidad y Administración, Operación y Mantenimiento (AOM)

a. Modelo de gobernanza del activo

- Identificación del ente territorial receptor (alcaldía o gobernación) y del operador designado (empresa de servicios públicos, cooperativa local o tercero especializado).
- Proforma de Instrumento jurídico para la cesión/recibo de la infraestructura (acta de entrega, convenio, contrato de comodato, etc.).
- Definición de pólizas de responsabilidad civil y todo riesgo construcción/operación.

b. Presupuesto y fuente de recursos para AOM (OPEX)

- Flujo de caja a 20 años que incluya repuestos, mano de obra, seguros, renovación de inversores y baterías (si existen).
- Fuentes de financiación: presupuesto municipal/departamental, ingresos por venta de excedentes, tarifas de servicio, FENOGE u otros fondos.
- Reserva anual (Fondo de Reposición) para componentes críticos.

c. Certificaciones y compromisos del ente territorial

- Compromiso de disponibilidad presupuestal para AOM.
- Compromiso de aceptación de responsabilidades y cumplimiento de la Ley 142/1994 (si presta servicio público) y regulación aplicable al proyecto.

I. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CONTINGENCIAS

1. Matriz de Riesgos

a. Identificación y categorización (social, ambiental, técnico, legal, financiero).
b. Valoración de probabilidad e impacto, plan de mitigación y responsables.

2. Propuesta de Contingencias

a. Reserva presupuestal (porcentaje del CAPEX).
b. Acciones de respuesta ante imprevistos (paros, retrasos en equipos, cambios regulatorios).

3. Plan de Seguimiento

a. Recomendaciones para un proceso de supervisión continua en la fase EPC.
b. Indicadores de control (progreso de obra, hitos de licenciamiento, etc.).

J. LINEAMIENTOS PARA LA FASE EPC

1. Requisitos Técnicos y Estándares Mínimos

a. Parámetros de calidad y rendimiento (eficiencia de paneles, factor de planta mínimo, garantías de inversores).
b. Procedimientos de prueba y validación (comisionamiento, monitoreo).

2. Estructura del Contrato EPC

a. Propuesta de Términos de Referencia (TDR) y cláusulas generales.
b. Gobernanza del proyecto (Comité Técnico con participación de ECOPETROL, Entidad Correspondiente y la entidad territorial).

3. Plan de Transición a la Operación

a. Esbozo del plan de capacitación a operadores locales.
b. Documentación requerida para la entrega final de la planta y su administración.

K. PRESENTACIÓN FINAL Y ANEXOS

1. Documento Final Integrado

a. Informe principal con todos los capítulos y conclusiones.

b. Accesible en formatos digitales (.pdf, .docx) y respaldos de planos (AutoCAD, .dwg).

2. **Anexos Técnicos**
   a. Planos conceptuales, diagramas unifilares, memorias de cálculo detalladas.
   b. Fichas técnicas de referencia de paneles, inversores y estructuras propuestas.
3. **Presentación Ejecutiva**
   a. Resumen de los hallazgos clave.
   b. Enfoque en resultados y recomendaciones.

ENTREGABLE	RIESGO(S) MITIGADO(S) / EXPLICACIÓN
1. Informe Ejecutivo • Resumen Ejecutivo • Principales conclusiones de viabilidad • Síntesis de Riesgos Clave	- **Desconocimiento del Alcance y Objetivos** - **Falta de visión global de riesgos:** Expone los principales factores de riesgo y lineamientos para la fase EPC.
2. Estudios Técnicos • Estudio Topográfico • Estudio de Inundabilidad • Estudio Geotécnico • Pull Out Test	- **Diseños subóptimos:** Al conocer las condiciones del terreno, los diseños se ajustan a éstas siendo óptimos.
3. Ingeniería Eléctrica, Civil y Estructural, (Nivel Básico) • Informe de Recurso Solar • Layout y Dimensionamiento Preliminar • Memorias de Cálculo • Diagrama Unifilar Preliminar • Configuración Estructural Básica • Recomendaciones de materiales y sistemas de compensación	- **Fallas en los diseños**: El dimensionamiento básico valida las condiciones y las necesidades en el diseño - **Riesgos por falta de normas**: Cumplir RETIE/RETILAP/NSR-10 evita sanciones y problemas de seguridad. - **Falsas expectativas en generación de energía**: Al fundamentar la producción energética con datos (PVSyst, Helioscope), reduce sobrecostos y decepciones. - **Diseños subóptimos**: El layout preliminar y las memorias de cálculo minimizan reprocesos.
4. Identificación de Punto de Conexión y Estudio de Conexión • Análisis de capacidad de la red • Diseño preliminar de subestación/línea de interconexión • Flujo de carga, corto, contingencias, compensación reactiva	- **Imposibilidad o demora en interconexión**: Al definir requisitos y tramitar permisos con la distribuidora, se evita que la planta quede sin capacidad de inyectar energía. - **Sobrecostos por diseños tardíos**: Diseños básicos de línea/subestación facilitan la planeación.
5. Análisis de Terreno y Condiciones Ambientales • Diagnóstico Ambiental Inicial	- **Reubicaciones costosas o retrasos**: Identificar restricciones ambientales (humedales, rondas de río) y limitaciones de suelo evita correcciones tardías. - **Riesgo legal/ambiental**: Cumplir con licencias y directrices ANLA minimiza suspensiones y sanciones.
6. Aspectos Jurídicos y Prediales • Informe de Titularidad • Revisión POT/EOT/PBOT • Propuesta de Esquema Contractual	- **Litigios por propiedad o uso del suelo**: Asegurar la titularidad y los permisos de predio reduce riesgos legales. - **Incompatibilidad con normas locales**: Validar el POT evita demoras en aprobaciones y costos imprevistos por reubicaciones.
7. Evaluación Social y Focalización de Beneficiarios • Mapa de Actores Clave • Censo Energético y Plan de Gestión Social	- **Oposición comunitaria y conflictos sociales**: Involucrar a la comunidad, identificar beneficiarios y aclarar expectativas mitiga protestas y bloqueos. - **Subutilización del proyecto**: Alinear la demanda real con la capacidad instalada optimiza el uso.
8. Presupuesto, Viabilidad Económica y Análisis de Escenarios • Estimación de Costos (CAPEX/OPEX) • Escenarios de Sensibilidad • Plan de Sostenibilidad y Administración, Operación y Mantenimiento (AOM)	- **Sobrecostos y falta de fondos**: Al tener un costo referencial con escenarios de variación, se preparan reservas y planes de financiamiento. - **Riesgo de inviabilidad**: El análisis de viabilidad económica temprana evita proyectos insostenibles.
9. Plan de Gestión de Riesgos y Contingencias • Matriz de Riesgos (social, ambiental, técnico, legal,	- **Gestión reactiva de imprevistos**: Identificar y categorizar riesgos desde el inicio permite tener planes de contingencia y responsables asignados.

financiero) • Acciones de respuesta y plan de seguimiento	- **Parálisis del proyecto**: Reducir sorpresas y responder con rapidez mitiga retrasos e incrementos de costos.
10. Lineamientos para la Fase EPC • Requisitos Técnicos y Estándares Mínimos • Estructura del Contrato EPC • Plan de Transición a la Operación	- **Desacuerdos contractuales y sobrecostos en obra**: TDR y estándares definidos disminuyen renegociaciones y adiciones. - **Deficiencias en mantenimiento posterior**: Plan de transición y capacitación aseguran la sostenibilidad a largo plazo.
11. Presentación Final y Anexos • Documento Final Integrado • Anexos Técnicos (planos, memorias, fichas) • Presentación Ejecutiva	- **Falta de claridad y comunicación interna**: Al contar con un informe consolidado y anexos técnicos, se alinean criterios entre partes involucradas. - **Pérdida de información**: Entregar toda la documentación garantiza trazabilidad y respaldo para la ejecución.