


M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:1 de 70	

## TÉRMINOS DE REFERENCIA

### OBJETO DE LA CONTRATACIÓN:


SUR ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO FOTOVOLTAICO FLOTANTE  
MAZAR

### UNIDAD OPERATIVA:


CELEC EP – CELEC SUR

### Contenido

1. TÉRMINOS DE REFERENCIA .....	3
1.1 ANTECEDENTES .....	3
1.2 OBJETIVOS .....	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL: .....	4
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	4
1.3 ALCANCE .....	5
1.3.1 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN INICIAL DEL PROYECTO .....	6
1.3.2 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA .....	7
1.3.3 VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO SOLAR .....	8
1.3.4 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN TÉCNICA DE LA CONFIGURACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO FLOTANTE .....	8
1.3.5 ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS Y BATIMÉTRICOS .....	9
1.3.6 ESTUDIOS TÉCNICOS DE OPERABILIDAD HIDRÁULICA DEL EMBALSE MAZAR Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE ANCLAJE .....	11
1.3.7 DISEÑO DEL SISTEMA FLOTANTE .....	11
1.3.8 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO Y LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN AL SNI .....	12
1.3.9 CAMPAMENTOS, TALLERES, BODEGAS, GARITAS, LABORATORIOS Y OTRAS FACILIDADES. 13	
1.3.10 VÍAS DE ACCESO .....	14
1.3.11 ESTUDIOS AMBIENTALES, GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL Y LICENCIAMIENTO .....	14
1.3.12 ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO .....	18
1.3.13 LEVANTAMIENTO DE TERRENOS .....	19
1.3.14 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS .....	19
1.4 METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	20
1.4.1 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN INICIAL DEL PROYECTO .....	21
1.4.2 CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFÍA .....	23
1.4.3 VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO SOLAR .....	26
1.4.4 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN TÉCNICA DE LA CONFIGURACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO FLOTANTE .....	29
1.4.5 ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS Y BATIMÉTRICOS .....	30
1.4.6 ESTUDIOS TÉCNICOS DE OPERATIVIDAD HIDRÁULICA DEL EMBALSE MAZAR Y ESTUDIOS AVANZADOS DE SISTEMAS DE ANCLAJE .....	37
1.4.7 DISEÑO DEL SISTEMA FLOTANTE .....	39

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:2 de 70	

1.4.8 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO Y LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN AL SNI.....	40
1.4.9 CAMPAMENTOS, TALLERES, BODEGAS, GARITAS, LABORATORIOS Y OTRAS FACILIDADES	45
1.4.10 VÍAS DE ACCESO .....	45
1.4.11 ESTUDIOS AMBIENTALES, GESTION SOCIOAMBIENTAL Y LICENCIAMIENTO.....	46
1.4.12 ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO.....	50
1.4.13 LEVANTAMIENTO DE TERRENOS.....	51
1.4.14 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS.....	52
1.5 INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD .....	53
1.6 PRODUCTOS O SERVICIOS ESPERADOS.....	53
1.6.1 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN INICIAL DEL PROYECTO.....	53
1.6.2 INFORME TÉCNICO DE CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	54
1.6.3 VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO SOLAR.....	55
1.6.4 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN TÉCNICA AVANZADA DE LA CONFIGURACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO FLOTANTE.....	55
1.6.5 ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS Y BATIMÉTRICOS.....	56
1.6.6 ESTUDIOS TÉCNICOS DE OPERABILIDAD HIDRÁULICA DEL EMBALSE MAZAR Y ANÁLISIS AVANZADO DE SISTEMAS DE ANCLAJE.....	57
1.6.7 DISEÑO AVANZADO DEL SISTEMA FLOTANTE.....	57
1.6.8 DISEÑO TÉCNICO AVANZADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO Y LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN AL SIN.....	58
1.6.9 CAMPAMENTOS, TALLERES, BODEGAS, GARITAS, LABORATORIOS Y OTRAS FACILIDADES.	59
1.6.10 VÍAS DE ACCESO .....	59
1.6.11 ESTUDIOS AMBIENTALES, GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL Y LICENCIAMIENTO.....	60
1.6.12 ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO.....	60
1.6.13 LEVANTAMIENTO DE TERRENOS.....	61
1.6.14 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS.....	61
1.6.15 INFORME FINAL DE FACTIBILIDAD.....	62
1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN.....	63
1.7.1 PLAZOS PARCIALES.....	63
1.8 FORMA Y CONDICIONES DE PAGO .....	65
3 LOCALIDAD DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN .....	69
4 PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO CLAVE .....	69
5 ANEXOS .....	70

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:3 de 70	

## 1. TÉRMINOS DE REFERENCIA

### 1.1 ANTECEDENTES

Mediante Decreto Ejecutivo No. 220, de 14 de enero de 2010, se creó la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, publicado en Registro Oficial No. 128 del 11 de febrero de 2010, como entidad de Derecho Público con personalidad jurídica y patrimonio propio, dotada de autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión.

CELEC EP, tiene como objeto –entre otros-, la generación, transmisión, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica, para lo cual y en general, para el cumplimiento de su objeto social, está facultada para realizar toda clase de acuerdos, convenios, actos o contratos administrativos, civiles, financieros, mercantiles, comerciales, laborales, industriales, de propiedad intelectual o de servicios, debiéndose sujetar a las normas jurídicas específicas que regulen esos actos jurídicos y a las normas que rigen el giro de negocio de la empresa.

Mediante oficio Nro. CELEC-EP-2023-0555-OFI de 27 de marzo de 2023, la Gerencia General de CELEC EP presentó al Viceministro de Electricidad y Energía Renovable – VEER – un portafolio de proyectos como candidatos para la elaboración del Plan Maestro de Electricidad y solicitó la aprobación para que CELEC EP continúe con los estudios y permisos requeridos en distintos proyectos, estando el Proyecto Fotovoltaico Mazar Flotante – P.FV. Mazar Flotante – dentro de estos.

Con oficio Nro. MEM-VEER-2023-0146-OF de 24 de mayo de 2023, el Viceministerio de Electricidad y Energía Renovable responde autorizando a que CELEC EP continúe con su gestión en el desarrollo de los estudios técnicos de los proyectos en sus distintas etapas, estando incluido el P.FV. Mazar Flotante.

Con Memorando Nro. CELEC-EP-2025-1097-MEM, de 07 de febrero de 2025, la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de la Expansión, solicitó a la Gerencia General Subrogante de CELEC EP, en su parte pertinente lo siguiente:

*“(...) con el fin de poder continuar con el desarrollo de las actividades y acciones necesarias para la contratación de los estudios de los proyectos de generación del (...) P.FV. Mazar Flotante (...) me permito solicitar lo siguiente:*


***Delegación a Unidad de Negocio CELEC Sur en coordinación con la DPDPE para el desarrollo de estudios de proyectos de generación.***

***A. Se recomienda viabilizar una delegación formal mediante, salvo su mejor criterio, una resolución administrativa a la UN CELEC Sur, para la ejecución de las acciones necesarias en las etapas preparatoria, precontractual y contractual con el fin de contratar y obtener los estudios de los proyectos (...) P.FV. Mazar Flotante (...) entre ellas:***

- 1. Elaboración de documentación para la fase preparatoria, tales como los Términos de Referencia, Estudio de Mercado con sus correspondientes anexos, solicitud de contratación, entre otros.***
- 2. Conformar la Comisión Técnica de Contratación de los estudios.***
- 3. Administración y Ejecución de Contratos. (...)”***

Con Resolución No. CEL-RES-0042-25 del 18 de febrero de 2025 la Gerencia General Subrogante de CELEC EP resuelve:

***“(...) Artículo 1.- Disponer a la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión, a través de su Director, bajo su exclusiva responsabilidad y previa verificación del cumplimiento de todos los requerimientos técnicos, económicos y legales aplicables, de conformidad con la normativa legal respectiva, preparen toda la documentación e informes necesarios de los***

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:4 de 70	

*Proyectos (...) PFV Mazar Flotante (...) a fin de que sea trasladado a la Unidad de Negocio CELEC EP CELEC SUR, para que, en función de las directrices de la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Extensión se realice las gestiones necesarias a nivel corporativo y se coordinen los trabajos con la mentada Unidad de Negocio (...).*

*Artículo 2.- Designar a la Gerencia de la Unidad de Negocio CELEC EP CELEC SUR, para que, bajo su exclusiva responsabilidad y previa verificación del cumplimiento de todos los requerimientos técnicos, económicos y legales aplicables, de conformidad con la normativa legal respectiva, lleve a cabo la ejecución de las diferentes fases de desarrollo de campo de los Proyectos (...) PFV Mazar Flotante (...)"*

Mediante Memorando Nro. CELEC-EP-2025-2041-MEM de 11 de marzo de 2025, la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de la Expansión una vez revisada la documentación relevante previa correspondiente a los estudios de prefactibilidad del P.FV. Mazar Flotante, indicó que es necesaria la complementación y avance a la siguiente etapa, que corresponde a los estudios de factibilidad del Proyecto Fotovoltaico Flotante Mazar.

En términos técnicos, el Proyecto Fotovoltaico Flotante Mazar, ha sido identificado por CELEC EP como una alternativa factible y que puede contribuir significativamente a la diversificación de la matriz energética del país. Además, la presente contratación permitirá establecer la base técnica para las etapas subsiguientes del proyecto, incluida su construcción y puesta en marcha.

Por lo anteriormente expuesto, se requiere la contratación de una firma especializada para consultoría para la elaboración de los estudios de factibilidad correspondientes al Proyecto Fotovoltaico Mazar Flotante.


## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL:**

Desarrollar los estudios a nivel de factibilidad para determinar la viabilidad técnica, ambiental, económica y financiera para la implementación de una planta solar fotovoltaica flotante en el embalse Mazar del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Establecer la configuración óptima del sistema flotante considerando las condiciones específicas del embalse, incluyendo, entre otros, las variaciones extremas del nivel de agua, la topografía montañosa circundante, las características geotécnicas del fondo del embalse y las condiciones operativas del embalse y condiciones climáticas particulares del sitio.
- Validar técnicamente el recurso solar disponible en el embalse Mazar mediante análisis retrospectivo de datos meteorológicos existentes y la calibración con fuentes satelitales internacionales.
- Implementar una red de monitoreo geodésico continuo mediante estaciones GNSS permanentes, enlazada e integrada a la red microgeodésica local del Complejo Paute Integral, que permita el monitoreo sistemático de desplazamientos del terreno y/o infraestructura.
- Ejecutar levantamientos topográficos y batimétricos de alta resolución para generar modelos digitales de terreno y superficie que soporten el diseño técnico del sistema flotante.
- Caracterizar las propiedades geológicas y geotécnicas tanto de las laderas, así como del fondo del embalse y desarrollar el diseño a nivel de factibilidad del sistema de anclaje y sistema flotante mediante estudios batimétricos detallados, investigaciones geotécnicas subacuáticas, análisis hidrodinámico, análisis de cargas externas como viento, oleaje,

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:5 de 70	

corrientes de agua, variaciones de nivel y modelación estructural que garantice estabilidad bajo condiciones extremas de operación.

- Desarrollar el diseño integral y la arquitectura eléctrica del proyecto.
- Desarrollar los estudios ambientales y sociales respecto de los impactos específicos de la tecnología fotovoltaica flotante sobre ecosistemas acuáticos y respecto de la zona de influencia del proyecto.
- Desarrollar diseños de ingeniería para todos los componentes del proyecto considerando la red microgeodésica, así como todos los aspectos físicos, ambientales y meteorológicos, elaborar especificaciones técnicas dl campo solar, subestación colectora, circuitos de evacuación de energía, línea de transmisión, obras civiles y eléctrico – mecánicas, generar planos constructivos y memorias de cálculo, estudios especializados de interconexión con el Sistema Nacional Interconectado, de sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica con mediciones de resistividad del suelo.
- Desarrollar el análisis económico-financiero mediante modelado determinístico y estocástico que incorpore, indicadores económicos y el análisis cuantitativo de todos los riesgos.
- Desarrollar talleres de presentación de resultados a la entidad contratante y actores clave que incluyan la transferencia de conocimiento y socialización sobre el desarrollo y uso de los productos entregados.
- Desarrollar el análisis multicriterio, para determinar la alternativa óptima de configuración del proyecto que mejor combine viabilidad técnico-económica.

### 1.3 ALCANCE


Este alcance define claramente el contenido mínimo requerido en cada componente del estudio, entendiendo que el Consultor deberá ejecutar todas las actividades adicionales, complementarias o de mayor profundidad técnica que considere necesarias para garantizar el cumplimiento cabal de los objetivos específicos planteados y el logro de los estándares técnicos, ambientales y económicos - financieros requeridos para la toma de decisiones por parte de CELEC EP.

Validación y caracterización del recurso solar con el correspondiente diseño a nivel de factibilidad de la configuración del sistema fotovoltaico flotante, todo esto con base a las correspondientes investigaciones de campo y laboratorio que sean requeridas con el fin de contar, al final de los trabajos de consultoría, con un diseño estructurado del sistema fotovoltaico, el sistema flotante y su correspondiente sistema de anclaje, así como la interconexión al Sistema Nacional Interconectado (SNI), acompañado de los correspondientes estudios ambientales y sociales que correspondan, así como del análisis económico-financiero enmarcados en las diferentes alternativas que se propongan en el estudio.

De ser necesario, el Consultor utilizará las herramientas computacionales PVSyst, CAD 3D y PowerFactory DigSilent para el análisis específico requerido en estos términos de referencia.

El Consultor deberá presentar para todos los casos en donde se contemple la adquisición de equipamiento, información verificable respecto a la existencia de dichos equipos y el respaldo técnico – comercial del fabricante. En este sentido, se requerirá que el diseño se sustente en una base de datos técnica que incorpore hojas técnicas, mediante las cuales se evidencie de manera formal y verificable, la existencia real de los equipos propuestos, en el mercado.

El Consultor deberá asesorar a CELEC EP, respecto a las garantías técnicas, correspondientes al diseño y materiales de equipamiento electromecánico y otras de tipo constructivas y operativas

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:6 de 70	

que se deberá solicitar al fabricante o desarrollador del proyecto, previo a la etapa de construcción para garantizar la adecuada operatividad del proyecto durante su vida útil.

Al inicio de la consultoría, se requerirá la presencia del Consultor (contratista), para efectuar una Reunión de Inicio o Arranque (KOM – kick off meeting), donde se establecerán en acta las decisiones, acuerdos, sugerencias, acciones, empleo del personal técnico, y, uso de recursos, insumos y equipos para garantizar el adecuado inicio contractual. En la reunión estará presente el equipo profesional completo ofertado

El detalle de la fase de factibilidad se encuentra indicado en el numeral 0 PRODUCTOS O SERVICIOS **ESPERADOS** del presente documento. De manera general se tienen los siguientes apartados:

- Planificación y Coordinación inicial del proyecto.
- Cartografía y Topografía.
- Validación y Caracterización del recurso solar.
- Estudios Geológicos, Geotécnicos y Batimétricos.
- Definición y selección técnica avanzada de la configuración óptima del sistema fotovoltaico flotante.
- Estudios técnicos de operabilidad hidráulica del embalse Mazar y análisis avanzado del sistema de anclaje.
- Diseño avanzado del sistema flotante.
- Diseño del sistema eléctrico interno y la línea de interconexión eléctrica al SNI.
- Campamentos, talleres, bodegas, garitas, laboratorios y otras facilidades.
- Vías de acceso
- Estudios Ambientales, Gestión Socioambiental y licenciamiento
- Análisis económico – financiero
- Integración de resultados.

El alcance del presente estudio de factibilidad establece de manera precisa y detallada los contenidos y productos mínimos específicos que deberá desarrollar el Consultor en cada una de las actividades metodológicas propuestas para evaluar la viabilidad integral del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica Flotante en el embalse Mazar estando entre estos, como mínimo, los siguientes:

### **1.3.1 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN INICIAL DEL PROYECTO.**


#### **a) Revisión documental y análisis integral de estudios previos.**

El alcance incluye la revisión exhaustiva del informe final de prefactibilidad existente, evaluando documentación técnica, bases de datos, simulaciones energéticas, estudios socio-ambientales, financieros y legales. Se identificarán brechas metodológicas, insuficiencias técnicas e información complementaria requerida. Además, se presentará un informe con recomendaciones específicas que permitan profundizar y mejorar lo analizado en la fase de prefactibilidad para su utilización en la fase de factibilidad.

#### **b) Organización técnica del equipo consultor**

Comprende la estructuración completa del equipo multidisciplinario con especialistas en energía solar fotovoltaica, sistemas eléctricos, estructuras flotantes, estudios socioambientales, geología, geotecnia, obra civil y evaluación económica-financiera. Se elaborará el organigrama técnico y matriz RACI (Responsable, Accountable, Consulted, Informed), especificando roles, responsabilidades y flujos de comunicación entre miembros del equipo.

#### **c) Elaboración del cronograma técnico detallado del proyecto.**

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:7 de 70	

Abarca el desarrollo de cronograma ejecutivo en Microsoft Project aplicando metodología PMBOK-PMI, incluyendo todas las actividades técnicas, tiempos, identificación de ruta crítica mediante CPM, dependencias, recursos e hitos de monitoreo para la gestión eficiente del avance del proyecto.

**d) Plan de comunicación y coordinación técnica.**

Incluye el diseño de metodología formal de comunicación con CELEC EP, definiendo periodicidad, formato y contenido de reportes técnicos, estructura de reuniones, actas técnicas y herramientas colaborativas digitales para garantizar trazabilidad y claridad en toda comunicación técnica durante el estudio.

Se considera, además, para el adecuado desarrollo de los estudios, reuniones de coordinación entre CELEC EP y el Consultor con una periodicidad, al menos, quincenal; además cuando CELEC EP lo considere necesario y previa programación, se llevarán a cabo videoconferencias o reuniones presenciales con el personal técnico principal y auxiliar.

**e) Plan técnico de control y aseguramiento de calidad.**

Contempla la elaboración de sistema integral basado en normas ISO, incluyendo listas de verificación, criterios de aceptación, métodos de auditoría interna, procedimientos de corrección e indicadores cuantitativos de calidad para todos los entregables del estudio.

**f) Identificación y evaluación inicial de riesgos técnicos.**

Comprende el desarrollo de registro inicial de riesgos aplicando metodología ISO, identificando fuentes potenciales en el ámbito técnico, ambiental, social, con análisis cualitativo de probabilidad e impacto y sugerencias de medidas de mitigación para cada riesgo detectado.

### **1.3.2 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.**

**a) Desarrollo de la cartografía base y temática.**

El alcance abarca la elaboración de cartografía digital completa empleando fuentes oficiales y datos actualizados, referenciada al sistema WGS 84/UTM zona 17 Sur basado en SIRGAS-ITRF en la versión oficial determinada por el IGM (Instituto Geográfico Militar), cumpliendo estándares de información geográfica vigentes, incluyendo metadatos según el Perfil Ecuatoriano de Metadatos y aplicando normas ISO de calidad geográfica.

**b) Implementación de la red de monitoreo geodésico.**


El consultor deberá implementar una red de monitoreo geodésico misma que estará enlazada a la red geodésica de la Unidad de Negocio Celec Sur. Como criterio de análisis, el consultor debe considerar zonas de movimiento que podrían afectar o influenciar en su estabilidad. La densificación la propondrá el consultor según requerimientos del proyecto y será aprobada por parte del Administrador del Contrato

**c) Levantamientos topográficos.**

Comprende la ejecución de levantamientos topográficos y batimétricos de alta precisión para generar el Modelo Digital del Terreno a escala 1:1000, Modelo Digital de Superficie integrando datos de sensores remotos, y levantamiento de áreas destinadas a infraestructura eléctrica de evacuación de energía con escala mínima 1:1000.

**d) Integración y validación de información geoespacial.**



<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>		
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>		
<b>P01 Gestión de contratación</b>		
Versión: 3.0	Página:8 de 70	

Abarca la verificación de consistencia geodésica entre la red microgeodésica local del Complejo Paute Integral, la cartografía base y levantamientos topográficos ejecutados como etapa previa a su integración. Incluye la validación de la información geográfica según normas ISO aplicables, la verificación de reglas topológicas y precisión geométrica, desarrollando bases de datos geoespaciales estructuradas.

**e) Entrega de información SIG y planos.**

Incluye la entrega de productos finales en archivo geodatabase sin compresión, GeoPackage, Project Package y Map Packages, archivos ráster georreferenciados, planos digitales en formatos DWG y LandXML compatibles con AutoCAD Civil 3D, configurados para impresión A1/A3 y exportados a PDF, sin restricciones de edición.

### **1.3.3 VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO SOLAR.**

**a) Validación de datos del recurso solar.**

El alcance comprende la validación de datos meteorológicos existentes mediante procedimientos de verificación instrumental, validación estadística y contrastación con fuentes satelitales de referencia, aplicando lineamientos WMO e IEA-PVPS Task 16, incluyendo caracterización estadística completa y evaluación de representatividad climática.

**b) Calibración y validación técnica de modelos satelitales.**

Incluye la calibración exhaustiva de mínimo tres bases de datos satelitales mediante metodologías estadísticas avanzadas, empleando análisis de correlación, RMSE, MAE, MBE y gráficos de dispersión, determinando la base satelital con mejor correlación respecto a mediciones in-situ para simulación de largo plazo.

**c) Caracterización técnica avanzada del recurso solar.**

Abarca el desarrollo de perfiles detallados de Irradiación global horizontal (G H I), Irradiación global inclinada (GTI), Irradiación horizontal difusa (DHI) e Irradiación directa normal (DNI), así como el análisis estadístico mediante la identificación y selección de la distribución que mejor se ajuste para el análisis del recurso solar, entre ellas: Weibull, Beta, Gamma y Normal, análisis de variabilidad temporal multi-escala, cálculo de índices de claridad atmosférica y modelos de transposición al plano inclinado óptimo.

**d) Análisis técnico de efectos locales en el recurso solar.**

Comprende el análisis avanzado de sombreado por topografía montañosa usando perfiles de alta precisión, simulación del efecto de variación de cotas del espejo de agua sobre área disponible, y la cuantificación del efecto de enfriamiento de módulos flotantes aplicando correlaciones reconocidas en la literatura especializada.


**e) Integración de datos y análisis de representatividad.**

Incluye la consolidación de datos meteorológicos en base georreferenciada con PostGIS, desarrollo de mapas de interpolación espacial mediante técnicas geoestadísticas, análisis de representatividad temporal considerando variabilidad interanual y corrección por año meteorológico típico, evaluando la significancia estadística de mediciones.

### **1.3.4 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN TÉCNICA DE LA CONFIGURACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO FLOTANTE.**

**a) Delimitación técnico-espacial del área útil del embalse para la implantación de plataformas flotantes.**



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:9 de 70	

El alcance incluye el análisis integral de la superficie del embalse considerando la variación estacional de nivel, criterios hidráulicos, zonas excluidas por seguridad y viabilidad estructural; integrando datos históricos de operación, curvas área-cota y mapas batimétricos, generando así la cartografía georreferenciada con zonificación por viabilidad operativa.

**b) Análisis de impacto por sombreado topográfico y exclusión de zonas afectadas.**

Comprende la modelación tridimensional del entorno montañoso para cuantificar el sombreado sobre plataformas flotantes, usando modelos digitales de elevación  $\leq 10\text{m}$  de resolución, simulaciones mensuales horarias de pérdidas energéticas, generando así mapas de sombreado diferencial y excluyendo zonas con pérdidas  $>5\%$  anual.

**c) Evaluación comparativa de tecnologías flotantes y eléctricas aplicables.**

Abarca la evaluación técnica de tecnologías disponibles internacionalmente, incluyendo componentes estructurales flotantes, sistemas de anclaje, módulos fotovoltaicos e inversores; fundamentada en normativa IEC, IEEE, ISO y DNVGL, presentando para el efecto, una matriz comparativa con fichas técnicas y justificación de tecnologías seleccionadas.

**d) Desarrollo de alternativas técnicas de configuración del campo fotovoltaico flotante.**

Incluye el desarrollo de mínimo tres alternativas de configuración geométrica y eléctrica, en donde se considere la disposición y montaje del equipamiento eléctrico - mecánico y su disposición en bloques, inclinación, orientación, densidad superficial y distribución eléctrica, modeladas con software especializado, calculando parámetros técnicos clave y georreferenciando a la red microgeodésica local del Paute Integral.

Para el caso de los inversores, se deberá definir y justificar su ubicación en tierra o en estructuras flotantes.


**e) Selección de la configuración óptima del proyecto mediante análisis multicriterio.**

Comprende la aplicación de metodologías AHP, ELECTRE III TOPSIS o más eficientes para la evaluación comparativa de las alternativas, considerando sin ser una limitante, criterios de producción energética, superficie aprovechable, adaptabilidad estructural, estabilidad mecánica, pérdidas por sombreado, complejidad constructiva, compatibilidad eléctrica y mantenibilidad, entre otros, con ponderación coordinada con CELEC EP. La metodología propuesta para el análisis multicriterio deberá ser puesta a consideración y aprobación de CELEC EP.

### 1.3.5 ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS Y BATIMÉTRICOS.

**a) Levantamiento batimétrico de alta resolución del embalse Mazar.**

El alcance comprende la ejecución de un levantamiento batimétrico mediante sistema ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) georreferenciado con GNSS de doble frecuencia en la totalidad del área evaluada. Se desarrollará un Modelo Digital de Profundidad (MDP) con curvas de nivel en formatos geoespaciales editables, el cual será fusionado con la información topográfica a escala 1:1000, con el fin de obtener un Modelo Digital de Terreno (MDT) único comprendido entre la confluencia Paute–Collay y la cabecera de la Presa Mazar, que tiene un área aproximada de 600 ha.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:10 de 70	

El producto incluirá los metadatos técnicos, la documentación de control de calidad (QA/QC) de la campaña y toda la información georreferenciada asociada.

Asimismo, el alcance considera la caracterización morfológica del fondo del embalse mediante sonar multihaz acoplado a un GPS diferencial, debidamente calibrado según los requerimientos de este documento. El procesamiento de los datos se realizará con software especializado, generando los siguientes productos:

- Planos batimétricos detallados.
- Modelos digitales del fondo.
- Mapas de pendientes y de zonas con obstrucciones.
- Mapas de variabilidad estacional de la profundidad, elaborados a partir de registros históricos.

El entregable incluirá los datos brutos y procesados del sonar multihaz, junto con un informe de control de calidad y calibración de los equipos utilizados.

#### **b) Estudio geológico.**

El alcance comprende la ejecución de un estudio geológico integral del lecho del embalse (que incluye fondo y taludes), línea de transmisión, subestación y otras requeridas, orientado a la caracterización de las condiciones geológicas, estructurales y geotécnicas dentro del área de influencia del proyecto.

El estudio incluye la revisión de información geológica e histórica disponible, el análisis e interpretación de imágenes satelitales y topográficas, la delimitación de zonas de interés, y la planificación de campañas de investigación indirectas y directas con ensayos de campo y laboratorio.

Asimismo, contempla la realización de investigaciones de gabinete, indirectas y directas, tanto terrestres como acuáticas, que permitan identificar litologías, discontinuidades, espesores sedimentarios, estructuras internas, zonas de inestabilidad, condiciones de anclaje y cimentación.

Los resultados obtenidos permitirán establecer una caracterización integral del embalse (laderas y fondo), zona de subestación y línea de transmisión, aportando información técnica esencial para la evaluación de la estabilidad y seguridad geológica de la zona de estudio.


El entregable incluirá además los planos de ubicación georreferenciada de toda la información de campo levantada, junto con los anexos de los resultados de los ensayos ejecutados.

#### **c) Estudio geotécnico.**

El alcance comprende la ejecución de un estudio geotécnico integral del lecho del embalse, línea de transmisión, subestación y otras requeridas, orientado a determinar las propiedades físico-mecánicas de los materiales, su capacidad portante, y las condiciones de estabilidad, anclaje y cimentación del terreno.

El estudio considera la obtención de muestras mediante equipos vibrocore o piston core, la realización de ensayos in situ tipo CPTu sumergibles en distintos niveles de operación, y la realización de ensayos de laboratorio conforme normas ASTM para la determinación de parámetros físicos y mecánicos representativos del subsuelo.

Los resultados permitirán la elaboración de perfiles stratigráficos y geotécnicos, mapas de capacidad portante, zonificación geotécnica en función de sus factores de seguridad, mapas de susceptibilidad de deslizamientos y zonificación sísmica, así como la evaluación

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:11 de 70	

de la profundidad de socavación y las recomendaciones técnicas de anclaje garantizando la estabilidad de estos.

El entregable incluirá además los planos de ubicación georreferenciada de los sondeos y ensayos, junto con los anexos de los resultados de laboratorio certificados (ASTM).

### 1.3.6 ESTUDIOS TÉCNICOS DE OPERABILIDAD HIDRÁULICA DEL EMBALSE MAZAR Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE ANCLAJE.

#### a) Análisis estructural del sistema de fondeo y plataformas flotantes.

Abarca el análisis considerando condiciones estáticas y dinámicas, aplicando elementos finitos con software especializado, definiendo el comportamiento tensional, desplazamientos, frecuencia natural, coeficientes de amortiguamiento y estimación de fatiga, conforme normativas vigentes. Se entregará memoria de cálculo documentada (supuestos, combinaciones de carga, coeficientes de seguridad) y gráficos/planos conceptuales de resultados estructurales (mapas de tensiones o deformaciones).

#### b) Evaluación de operabilidad hidrodinámica del embalse para condiciones extremas.

Incluye el modelado hidrodinámico considerando escenarios extremos de operación, caudales de ingreso y salida, vientos, estratificación térmica y corrientes internas mediante software especializado validado (si fuera aplicable) con registros históricos, determinando zonas con dinámica crítica y restricciones operativas para la integración en el diseño estructural, escenarios comparativos (normal vs extremo, que servirían para validar robustez del diseño) y mapa de zonificación de áreas críticas georreferenciado.

#### c) Análisis de cargas hidrodinámicas y criterios de diseño estructural.


Abarca el análisis hidrodinámico para estimar cargas por viento, oleaje y corrientes, aplicando, entre otras, la guía DNVGL-RP-C205, profundidad del embalse y operación de la represa Mazar, determinando fuerzas horizontales y verticales por bloque fotovoltaico y estableciendo criterios preliminares de diseño estructural, memoria de cálculo de cargas y criterios, y anexo de resultados de modelos numéricos/hidrodinámicos.

#### d) Modelación de sistemas de anclaje y evaluación técnica comparativa.

Incluye la propuesta de mínimo tres alternativas de posicionamiento y tecnología de sistema de anclaje. Para la evaluación se utilizarán herramientas de análisis estructural, evaluando resistencia, estabilidad, adaptabilidad ante fluctuaciones de nivel de cota del embalse, flexibilidad operativa, y costos; determinando cantidades, distribución, ángulos, longitudes y tensiones máximas por punto de anclaje, planos conceptuales de alternativas y tabla comparativa de parámetros estructurales.

La evaluación de los sistemas de anclaje propuestos deberá considerar al menos los siguientes aspectos: capacidad estructural, compatibilidad geotécnica, estabilidad hidrodinámica, flexibilidad ante variación de nivel del embalse, facilidad de mantenimiento y costos, incluyendo esquema gráfico detallado, memoria de cálculo preliminar, especificaciones técnicas referenciales y plano preliminar del sistema de anclaje seleccionado.

### 1.3.7 DISEÑO DEL SISTEMA FLOTANTE.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:12 de 70	

**a) Diseño del sistema de plataforma flotante para módulos fotovoltaicos y equipos electromecánicos.**

El alcance incluye el diseño cumpliendo lineamientos tales como IEC, DNV, API RP 2SK e ISO 19901-7 (sin que estos sean excluyentes a otras normativas que de manera justificada se utilicen en este tipo de proyectos), considerando tipo y disposición de módulos, densidad energética, flotabilidad, estabilidad torsional y resistencia ante cargas combinadas.

**b) Modelado estructural y simulación mecánico-hidrodinámica.**

Comprende simulaciones de interacción hidrodinámica entre plataforma y cuerpo de agua, análisis estático y dinámico de cargas según, IEC, DNVGL, entre otras, evaluación de movimientos heave (vertical), pitch (longitudinal), roll (transversal) y surge (desplazamiento), incluyendo visualizaciones de desplazamiento, tensiones máximas, mapas de presión y condiciones de falla.

**c) Especificaciones técnicas del sistema flotante.**

Abarca la definición de especificaciones técnicas incluyendo dimensiones, uniones estructurales, materiales resistentes a UV y afección biológica, módulos de flotación, pasarelas, acceso para O&M, protecciones perimetrales, sensores ambientales e integración SCADA, con catálogos referenciales, fichas técnicas de proveedores y estimación de vida útil.

Es importante indicar que el diseño correspondiente al sistema flotante deberá en todos los casos y escenarios, ser compatible y ajustarse a la operación del embalse Mazar, y no viceversa.

**d) Diseño del sistema de anclaje y amarre.**

Incluye el diseño detallado basado en la alternativa del sistema de anclaje seleccionado previamente según la modelación realizada, contemplando disposición de líneas, tipo de anclaje, número de puntos, tipo de unión y criterios de seguridad, validando esfuerzos mediante simulaciones en condiciones de carga combinada con coeficientes de seguridad según normativa vigente.

Es importante indicar que el diseño correspondiente al sistema de anclaje y amarre deberá en todos los casos y escenarios, ser compatible y ajustarse a la operación del embalse Mazar, y no viceversa.


### **1.3.8 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO Y LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN AL SNI.**

**a) Diseño del sistema eléctrico interno DC/AC del campo fotovoltaico.**

El alcance comprende el diseño desde los strings y arreglos fotovoltaicos hasta la subestación de interconexión, evaluando esquemas centralizados y descentralizados de inversores, análisis de eficiencia energética, confiabilidad y facilidad de mantenimiento, incluyendo sistemas de protección DC, monitoreo, caídas de tensión, dimensionamiento de protecciones y esquemas de puesta a tierra usando software especializado.

**b) Diseño de la subestación.**

Incluye el diseño de transformación desde media tensión hasta 230kV para la interconexión en la subestación Taday, selección de transformadores elevadores, tableros de media tensión, protecciones primarias y secundarias, sistema de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas, análisis de arco eléctrico, sistema SCADA local y auxiliares,

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:13 de 70	

generando layout unifilar, disposición en planta y especificaciones técnicas de los equipos de patio y cuarto de control.

Abarca el diseño específico de la línea de media tensión entre la planta flotante y la subestación terrestre, incluyendo cables submarinos, protección eléctrica y mecánica, monitoreo de integridad, análisis de capacidad térmica y protección catódica; todo aquello necesario para su diseño.

**c) Diseño de la línea de transmisión y selección de trazado óptimo.**

Comprende estudios integrales para la conexión al PCC a 230kV del Sistema Nacional de Transmisión (SNT) considerando el informe elaborado por la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión (DPDPE) de CELEC EP (ver Anexo 4), y otros estudios entre ellos: estudio geológico y de susceptibilidad, levantamiento LiDAR de trazados, evaluación técnica de las rutas planteadas en donde se incluya la información recopilada en los recorridos en campo realizados por expertos técnicos del equipo consultor, cruces, caminos de acceso, estudios geotécnicos, diseño electromecánico de la línea de transmisión, replanteo e identificación de terrenos de la L/T, diseño de puesta tierra, análisis de impactos ambientales y sociales, y estimación de costos, entre otros.

Además de lo anterior debe realizarse un estudio técnico que describa las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del trazado propuesto. Se debe incluir un análisis comparativo de riesgos geodinámicos, accesibilidad y condiciones del subsuelo a lo largo del corredor evaluado, considerando al menos factores como estabilidad de taludes, susceptibilidad a deslizamientos, presencia de fallas, y variaciones en la capacidad portante del terreno.

**d) Diseño de la ampliación de la bahía de 230 kV en Subestación Taday.**

Comprende el diseño de la ampliación de una bahía de 230 kV en la subestación Taday perteneciente a CELEC EP, el cual debe contener como mínimo el desarrollo de los estudios eléctricos con software especializado, integrando: flujos de potencia, análisis de estabilidad estática y dinámica, análisis de cortocircuito, coordinación de protecciones, estudios de calidad de energía y compatibilidad electromagnética, análisis de estabilidad transitoria y en estado estable, según normativa vigente, regulaciones locales y estándares internacionales vigentes.


Además, se deberá detallar las especificaciones técnicas de la subestación incluyendo la configuración de barras, capacidad de la estación de transformación, y equipos de protección y control, características de los equipos principales de 230 kV de la nueva bahía, considerando la compatibilidad de parámetros y cumplimiento de normativa nacional e internacional vigente. Así mismo, se incluirá el diseño para la ampliación de la malla de puesta a tierra existente en la subestación para mantener voltajes de paso y de toque en límites seguros.

Deberá definirse los requerimientos de infraestructura y obra civil, y realizar los diseños correspondientes a geotecnia, diseño estructural, topografía, drenajes y linderos.

**e) Sistemas de monitoreo y gestión de activos.**

Incluye el diseño de sistemas integrales específicos para la planta flotante, monitoreo de condiciones ambientales, desempeño energético, integridad estructural y seguridad, con sensores distribuidos, análisis predictivo, protocolos de comunicación robustos e interfaz con sistemas corporativos de CELEC EP.

**1.3.9 CAMPAMENTOS, TALLERES, BODEGAS, GARITAS, LABORATORIOS Y OTRAS FACILIDADES.**

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:14 de 70	

Considerando la infraestructura existente, el consultor deberá llevar a cabo el análisis y determinación de necesidad de nueva infraestructura requerida para el funcionamiento de un campamento temporal y/o permanente para las etapas de construcción y operación del proyecto.

El consultor llevará a cabo una evaluación de las facilidades e infraestructura existente en los campamentos Arenales y Guarumales, perteneciente a CELEC EP; evaluación que incluirá la demanda de personal permanente y eventual que actualmente tienen los campamentos. De esta manera se determinará la posibilidad de uso del mismo durante la fase de operación del proyecto Flotante Mazar o la necesidad de diseño y construcción de un campamento permanente para estos fines.

La evaluación incluirá los espacios para talleres, bodegas, laboratorios, entre otras, infraestructura requerida para la construcción y operación de la central.

### **1.3.10 VÍAS DE ACCESO.**

Se deberá revisar, analizar, complementar y profundizar lo indicado en el estudio de prefactibilidad respecto de las vías de acceso, temporales y permanentes, que el proyecto requiera.

Se deberán ejecutar las investigaciones de campo y laboratorio para que, en complemento con los correspondientes estudios técnicos, se puedan definir y diseñar las vías de acceso que sirvan tanto durante la fase constructiva como en la fase de operación del proyecto, teniendo en cuenta para esto los accesos operativos y funcionales que actualmente están disponibles.

### **1.3.11 ESTUDIOS AMBIENTALES, GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL Y LICENCIAMIENTO.**

Con el objetivo de obtener las autorizaciones administrativas ambientales (licencias ambientales) de los dos proyectos (Fotovoltaico Flotante Mazar y sus obras anexas, y línea de transmisión Fotovoltaico Flotante Mazar subestación Taday), los estudios ambientales deberán ser ejecutados por una Empresa Consultora Tipo I de Alto Impacto acreditada y calificada ante la autoridad competente.


Durante la fase de elaboración de los estudios ambientales, el consultor deberá planificar y ejecutar el proceso de licenciamiento ambiental considerando la independencia administrativa y técnica de los proyectos, en concordancia con la normativa ambiental vigente. En este sentido, las obras de generación del proyecto Fotovoltaico Flotante Mazar -incluidos los sistemas de generación, subestación elevadora de potencia, plataformas, accesos y demás facilidades asociadas- deberán tramitarse de manera conjunta como un único componente ambiental, sujeto a una primera autorización administrativa ambiental. Por su parte, la línea de transmisión, atendiendo a su trazado, longitud y área de influencia, deberá gestionarse como un proyecto independiente, con un proceso de evaluación ambiental propio que concluya en una segunda autorización administrativa ambiental.

Los dos procesos iniciarán con la categorización y obtención del certificado de intersección, viabilidad ambiental (en caso de aplicar) y la obtención de los documentos habilitantes necesarios para los licenciamientos ambientales correspondientes. Continuará con la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) y del Informe de sistematización del proceso de participación ciudadana, y concluirá con el pronunciamiento favorable de aprobación de los estudios ambientales que abarque el pronunciamiento favorable del EsIA y del proceso de participación ciudadana ingresado en el SUIA y listo para obtener las licencias ambientales.

Los EsIA deberá contener como mínimo:

- Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades y tecnologías a implementarse, con la identificación de las áreas geográficas a intervenir;
- Análisis de alternativas de las actividades del proyecto;



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:15 de 70	

- Demanda de recursos naturales por parte del proyecto y, de ser aplicable, las respectivas autorizaciones administrativas para su utilización;
- Diagnóstico ambiental de línea base, que incluya el detalle de los componentes físicos, bióticos y los análisis socioeconómicos y culturales;
- Inventario forestal, de ser aplicable;
- Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles;
- Análisis de riesgos, incluyendo los riesgos del ambiente al proyecto y del proyecto al ambiente;
- Evaluación de impactos socioambientales;
- Plan de manejo ambiental y sus respectivos subplanes; y
- Participación social y cualquier otro requisito que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

Adicionalmente, los EsIA deberán incorporar las observaciones técnicas y económicamente viables derivadas del proceso de participación ciudadana, dejando constancia de ello en el estudio y en el Informe de sistematización correspondiente.

a) Elaboración de línea base ambiental integral.

El Consultor deberá levantar y caracterizar la línea base ambiental integral de los componentes físicos, bióticos y sociales del área de influencia directa e indirecta del proyecto (incluye proyecto Fotovoltaico Flotante, subestación elevadora de potencia, obras anexas y de la línea de transmisión a la subestación Taday).

Ejecutará un estudio integral de la línea base ambiental de los proyectos y sus áreas de influencia directa e indirecta, implementando metodologías estandarizadas para la caracterización de los componentes físico, biótico y socioeconómico, de conformidad con los protocolos establecidos por el órgano de regulación y control ambiental del Ecuador y las mejores prácticas internacionales (Estándares de Desempeño del Banco Mundial/IFC).

La caracterización de los ecosistemas acuáticos incluirá estudios de comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton), comunidades bentónicas, ictiofauna y vegetación acuática, aplicando técnicas de muestreo estratificado espacial y temporalmente representativo.

Se realizará el análisis físico-químico y bacteriológico del agua del embalse conforme a los parámetros de la normativa ecuatoriana vigente y/o estándares internacionales (EPA, WHO), incluyendo determinaciones de oxígeno disuelto, pH, conductividad, turbidez, nutrientes (nitrógeno y fósforo), metales pesados e indicadores bacteriológicos, entre otros.

La biodiversidad se evaluará mediante índices ecológicos (Shannon-Weaver, Simpson y Margalef), complementados con análisis multivariados (CCA, PCA o equivalentes) para identificar patrones de distribución de comunidades y factores ambientales determinantes.


Se incluirá un análisis de los componentes abióticos (clima, geología, geomorfología, suelos, calidad de aire, ruido ambiental, radiación solar y vientos) y de los componentes socioeconómicos (usos actuales del embalse, pesca artesanal, recreación, turismo, percepción social y dinámica económica local).

Los resultados deberán conformar la línea base ambiental y social de referencia para la valoración de impactos, los modelos limnológicos y climáticos, y la formulación del Plan de Manejo Ambiental.

b) Identificación y valoración de impactos ambientales y sociales.

El Consultor deberá realizar la identificación, descripción y valoración integral de los impactos ambientales y sociales que puedan generarse por la ejecución del proyecto en todas sus fases:



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:16 de 70	

planificación, construcción, operación, mantenimiento y retiro del proyecto fotovoltaico flotante y sus obras anexas.

Se deberá emplear metodologías formalizadas como el método de Leopold modificado, la matriz de importancia relativa y el análisis de sensibilidad, entre otros.

Los impactos se categorizarán según su magnitud, extensión, duración, reversibilidad, frecuencia, sinergia y probabilidad de ocurrencia, priorizando aquellos que requieran medidas de mitigación o compensación crítica.

El análisis incluirá, como mínimo, los siguientes impactos:

- Físico-ambientales: alteración de calidad del agua por reducción del intercambio gaseoso y acumulación de nutrientes; modificación del régimen hidrodinámico y patrones de sedimentación; interferencia con la operación hidráulica del embalse; emisiones temporales de ruido, polvo y gases; contaminación localizada por lubricantes, pinturas o residuos de mantenimiento, entre otros.
- Bióticos: alteración de hábitats acuáticos; cambios en la distribución y estructura de comunidades biológicas (fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados, peces y vegetación ribereña); afectación de corredores de migración y reproducción de especies acuáticas; interferencia con aves acuáticas y migratorias por reflejos, sombras o estructuras flotantes; contaminación por materiales del sistema fotovoltaico (metales, polímeros o compuestos anticorrosivos), entre otros.
- Sociales y de paisaje: afectación a usos del embalse (pesca artesanal, turismo, recreación, navegación menor); cambios en la percepción visual y paisaje escénico; impactos en empleo y economía local; percepciones sociales y posibles conflictos por uso del espejo de agua; riesgos laborales por trabajo sobre cuerpos de agua; riesgos asociados a eventos naturales extremos (vientos, crecidas, sismos), entre otros.
- Acumulativos y sinérgicos: interacción con otras centrales hidroeléctricas del sistema Paute–Mazar–Molino–Sopladora; riesgos tecnológicos y de contaminación accidental; influencia del cambio climático y variabilidad hidrológica sobre los componentes ambientales y sociales.


Los resultados de esta valoración deberán servir como insumo técnico fundamental para la formulación del Plan de Manejo Ambiental, permitiendo establecer prioridades de intervención, medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento, conforme a la normativa ambiental nacional y a los estándares internacionales de desempeño ambiental y social (IFC).

c) Evaluación de impactos ambientales específicos.

El Consultor deberá realizar una evaluación técnica integral de los impactos ambientales específicos asociados a la implementación de la tecnología fotovoltaica flotante sobre el embalse Mazar y sus ecosistemas acuáticos y terrestres.

El propósito de esta evaluación es identificar, caracterizar y valorar los posibles efectos del proyecto sobre los componentes ecológicos clave, particularmente la calidad del agua, la dinámica térmica, la penetración lumínica, los ciclos de nutrientes, la estabilidad ecológica del embalse y la biodiversidad asociada.

Asimismo, la evaluación deberá incluir estudios especializados de avifauna, orientados a determinar la presencia de especies residentes y migratorias, sus patrones de vuelo, áreas de alimentación, descanso o anidación, así como los potenciales riesgos por colisión, deslumbramiento o alteración de rutas migratorias.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:17 de 70	

El objetivo de estos estudios es establecer las condiciones de vulnerabilidad y sensibilidad ambiental, que sirvan de base para diseñar medidas de manejo, mitigación, compensación y monitoreo adaptativo, garantizando la conservación de los hábitats y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

La evaluación deberá enmarcarse en un enfoque de gestión del riesgo ecológico y sostenibilidad ambiental (ver nota), utilizando metodologías, modelos o herramientas equivalentes reconocidas internacionalmente, que sean técnicamente válidas y consistentes con los lineamientos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), el Banco Mundial y las Normas de Desempeño de la IFC, en cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana vigente.

Nota:

El Consultor deberá aplicar las metodologías especificadas para la gestión del análisis de riesgos ambientales, sin embargo, no deberá vincular al análisis financiero solicitado en secciones posteriores, las medidas de mitigación de estos riesgos, ya que dicho efecto será analizado en estudios posteriores a esta consultoría.

d) Análisis de efectos microclimáticos y limnológicos.

El Consultor deberá realizar una evaluación integral de los efectos microclimáticos y limnológicos asociados a la instalación y operación de la infraestructura fotovoltaica flotante en el embalse Mazar.

El propósito de esta evaluación es determinar los posibles cambios en las condiciones atmosféricas locales y en la dinámica física y biogeoquímica del cuerpo de agua, considerando variables como temperatura del aire y del agua, humedad, circulación de vientos, evaporación, estratificación térmica, mezcla vertical, productividad primaria y estabilidad ecológica.

El estudio deberá generar información técnica que permita comprender la interacción entre el sistema fotovoltaico flotante y el ecosistema del embalse, aportando criterios científicos para el diseño de medidas de prevención, mitigación y adaptación ante posibles alteraciones microclimáticas o limnológicas.

La evaluación se desarrollará dentro de un enfoque de gestión del riesgo ecológico y sostenibilidad (ver nota), pudiendo aplicarse metodologías o modelos equivalentes internacionalmente reconocidos, siempre que garanticen consistencia técnica con los lineamientos de la EPA, el Banco Mundial y las Normas de Desempeño de la IFC, y cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana (COA y su Reglamento - CODA).


Nota:

El Consultor deberá aplicar las metodologías especificadas para la gestión del análisis de riesgos ambientales, sin embargo, no deberá vincular al análisis financiero solicitado en secciones posteriores, las medidas de mitigación de estos riesgos, ya que dicho efecto será analizado en estudios posteriores a esta consultoría.

e) Evaluación de riesgos ambientales y sociales endógenos, exógenos y de sostenibilidad climática.

El Consultor deberá realizar una evaluación integral de los riesgos ambientales y sociales que puedan incidir en el desarrollo del proyecto, considerando tanto los riesgos endógenos -propios de las actividades del proyecto- como los riesgos exógenos, derivados de factores externos al mismo.

El propósito de esta evaluación es identificar y valorar los eventos o condiciones que podrían afectar la integridad ambiental o el bienestar social, incluyendo amenazas naturales, sociales o antrópicas, y su posible interacción con los ecosistemas.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:18 de 70	

De manera complementaria, se deberá considerar los riesgos asociados al cambio climático sobre los componentes ambientales y sociales en las áreas de influencia, con el fin de determinar su vulnerabilidad frente a escenarios de variabilidad climática y eventos extremos, que permitan adoptar medidas de gestión a largo plazo.

Los resultados de esta evaluación deberán servir como base para la planificación y priorización de medidas de prevención, mitigación y adaptación, en concordancia con los principios de la Norma ISO 31000:2018 - Gestión del Riesgo, las Normas de Desempeño de la IFC, los Estándares Ambientales y Sociales del Banco Mundial (ESS1 y ESS4), y la normativa ambiental ecuatoriana vigente y sus guías.

Nota:

El Consultor deberá aplicar las metodologías especificadas para la gestión del análisis de riesgos ambientales, sin embargo, no deberá vincular al análisis financiero solicitado en secciones posteriores, las medidas de mitigación de estos riesgos, ya que dicho efecto será analizado en estudios posteriores a esta consultoría.

**f) Desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA).**

El Consultor deberá formular los Planes de Manejo Ambiental integral (PMA) conforme a la normativa ecuatoriana y mejores prácticas internacionales, que incluya medidas y programas específicos para prevenir, mitigar, compensar y monitorear los impactos identificados.

El PMA deberá contener subplanes obligatorios como: manejo de desechos, contingencias, comunicación, relaciones comunitarias, inclusión social, capacitación, monitoreo participativo, rehabilitación ambiental, plan de cierre, entre otros que se relacionan con las normas internacionales.

Cada subplan deberá contar con objetivos, indicadores, responsables, cronograma valorado e instrumentos de seguimiento conforme a las tablas y formatos establecidos en el Anexo 2 - Estudios Ambientales.

**g) Proceso de participación ciudadana y pronunciamiento ambiental.**

El Consultor deberá desarrollar el proceso de participación ciudadana del proyecto, conforme a lo establecido en la normativa ambiental ecuatoriana vigente, las directrices de la autoridad ambiental competente y los principios internacionales de transparencia, inclusión y diálogo social.


El propósito de este proceso es garantizar la participación informada y efectiva de las comunidades locales, autoridades y actores sociales del área de influencia, promoviendo la legitimidad, aceptación y sostenibilidad social del proyecto.

Asimismo, el Consultor deberá gestionar el proceso técnico-administrativo necesario para la obtención del pronunciamiento ambiental favorable, requisito previo a la emisión de la Licencia Ambiental, asegurando la coherencia técnica entre el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), el proceso de participación y los compromisos asumidos ante la autoridad ambiental.

El resultado esperado es asegurar que el proyecto cumpla con los requerimientos legales y técnicos del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), y que su aprobación refleje un consenso social y ambientalmente responsable, en coherencia con las Normas de Desempeño de la IFC (PS10).

*La información técnica detallada, metodologías específicas, cronogramas referenciales, formatos y otros constan en el Anexo 2 – Estudios Ambientales, el cual forma parte integral de los presentes Términos de Referencia.*

### **1.3.12ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO**

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:19 de 70	

**a) Determinación de costos de inversión, operación y mantenimiento.**

El alcance incluye la obtención de cotizaciones directas de fabricantes internacionales y la utilización de bases de datos de otros proyectos según la experiencia del consultor, análisis de mercado global de tecnologías flotantes y tendencias de innovación, análisis de sensibilidad, determinación detallada de OPEX específicos para plantas flotantes, modelos de degradación en ambiente acuático basados en literatura técnica y experiencia internacional.

**b) Desarrollo de modelos financieros base y sombra con análisis integral de riesgos.**

El Consultor deberá desarrollar modelos financieros base y sombra que integren un análisis integral de riesgos, garantizando la robustez y confiabilidad de los resultados. El trabajo comprende la elaboración de modelos determinísticos y estocásticos, incorporando análisis cuantitativos de los riesgos. Para asegurar la solidez del análisis se deberán implementar simulaciones de Monte Carlo con un mínimo de 100,000 iteraciones, utilizando distribuciones probabilísticas fundamentadas en datos históricos (si se encuentran disponibles) y parámetros técnicos validados.

La robustez del estudio se demostrará mediante la estabilidad estadística de los resultados, la verificación de la convergencia de las simulaciones y la consistencia de las distribuciones empleadas, incluyendo métricas de dispersión como percentiles, intervalos de confianza y análisis de colas extremas que permitan capturar eventos de baja probabilidad, pero alto impacto.

Es importante señalar que en esta etapa los riesgos no serán evaluados ni gestionados individualmente, sino que se incorporarán directamente como variables estocásticas que afectarán los flujos de caja, los costos y los retornos del proyecto. De esta manera, el modelo sombra reflejará el efecto acumulado de los riesgos sobre los resultados financieros sin aplicar mitigaciones ni supresiones de impacto, proporcionando una visión realista y conservadora de la viabilidad financiera bajo condiciones de incertidumbre. El objetivo es identificar el rango de posibles resultados financieros, cuantificar la exposición del proyecto y ofrecer insumos para fases posteriores en las que se diseñarán estrategias de mitigación, pero sin que estas se incluyan en la presente etapa.

En el informe se deberá presentar la metodología empleada, la justificación de las distribuciones probabilísticas utilizadas, los resultados de las simulaciones con gráficos y tablas de percentiles y la comparación entre el modelo base y el modelo sombra, asegurando que los riesgos se reflejen plenamente en los resultados financieros.

### **1.3.13 LEVANTAMIENTO DE TERRENOS.**


**a) Levantamiento de terrenos adyacentes a la infraestructura del proyecto.**

El Consultor deberá desarrollar un levantamiento integral de terrenos adyacentes a la infraestructura del proyecto, el cual será utilizado para la cuantificación de montos de adquisición de terrenos, derechos de vía y servidumbres durante la etapa de construcción.

### **1.3.14 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS**

**a) Análisis multicriterio para selección de alternativa óptima.**

Comprende aplicación de metodologías AHP, ELECTRE III TOPSIS o más eficientes para evaluación comparativa considerando sin ser una limitante, criterios de producción energética, superficie aprovechable, adaptabilidad estructural, estabilidad mecánica, pérdidas por sombreado, complejidad constructiva, compatibilidad eléctrica y mantenibilidad, entre otros, con ponderación coordinada con CELEC EP. La metodología propuesta para el análisis multicriterio deberá ser puesta a consideración y aprobada por CELEC EP.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:20 de 70	

#### **b) Integración de resultados en informe de factibilidad.**

El Consultor deberá elaborar el informe técnico-económico-financiero que consolide todos los estudios realizados, justifique integralmente la viabilidad del proyecto. Este documento deberá presentarse en formato físico y digital, acompañado de planos de diseño civil, eléctrico, electromecánico y otros según los requerimientos de los términos de referencia, archivos de simulaciones, anexos, fichas técnicas por componente, etc.

Además, se deberá incluir un resumen ejecutivo que incluya los principales hallazgos y conclusiones de cada capítulo de la fase de factibilidad.

#### **1.4 METODOLOGÍA DEL TRABAJO.**


La metodología de trabajo empleada por el Consultor debe garantizar la rigurosidad científica, la trazabilidad de resultados y la confiabilidad de las conclusiones para la toma de decisiones estratégicas de CELEC EP.

Las actividades metodológicas descritas a continuación corresponden a los requerimientos mínimos que deberá cumplir el Consultor, quien tendrá la responsabilidad técnica de ampliar, profundizar o complementar cualquier aspecto que considere necesario para asegurar la calidad e integridad de los resultados.

Como parte de la metodología se realizará los diseños a nivel de factibilidad (estructural, geotécnico, eléctrico - mecánico, sistema de control y comunicaciones, sistema de protecciones, línea de transmisión, entre otros); abarcará: campo fotovoltaico, subestación, evacuación de energía y líneas de transmisión, establecer los tratamientos geotécnicos y obras de protección asociadas u otras requeridas para el adecuado funcionamiento de éstas.

Los diseños deberán elaborarse para la infraestructura global del proyecto, cumpliendo normas, estándares, guías y códigos aceptados local e internacionalmente, aplicables a este tipo de proyectos. Sin el perjuicio de otras, se considerarán en su versión vigente y sus adendas al menos, las siguientes:

- DNVGL-RP-C204: Structural design against accidental loads
- DNVGL-RP-C205: Environmental conditions and environmental loads
- DNVGL-ST-0359: Subsea power cables for wind power plants.
- IMCA Code of practice for the safe use of electricity under water
- IEC 62109-1: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements.
- IEC 62109-2: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 2: Particular requirements for inverters.
- IEC 62109-3: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 3: Particular requirements for electronic devices in combination with photovoltaic elements.
- IEC 62477: Safety requirements for power electronic converter systems and equipment.
- IEC 62548: Photovoltaic (PV) arrays - Design requirements.
- IEC 62305-3:2024 Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard
- IEC 62305-4:2024 Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures
- IEC 61000-6-4:2018 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments.
- IEC 62548-1: Photovoltaic (PV) arrays - Part 1: Design requirements.
- IEC 62920: Photovoltaic power generating systems - EMC requirements and test methods for power conversion equipment.
- ISO/IEC 17025 Testing and calibration laboratories.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:21 de 70	

- 1547-2018 - IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces.
- 519-2022 - IEEE Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems.
- IEEE STD 80. IEEE Guide for safety in AC Substation Grounding.
- IEEE C37.11-2022 Standard Requirements for Electrical Control for AC High-Voltage (> 1000 V) Circuit Breakers.

Otras normativas a considerar:

- American Welding Society (AWS)
- National Electric Manufacturers Association (NEMA)
- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- International Organization for Standardization (ISO)
- Underwriters Laboratories (UL)
- American Concrete Institute (ACI)
- American Institute of Steel Construction (AISC)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- Otra normativa internacional aplicable.
- Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC).
- Código de conexión del sistema eléctrico ecuatoriano.
- Regulaciones ARCONEL aplicables y vigentes.

#### 1.4.1 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN INICIAL DEL PROYECTO

##### a) Revisión documental y análisis integral de estudios previos


El Consultor realizará una revisión integral, técnica y crítica del informe final de prefactibilidad previamente realizado para el proyecto de la planta solar fotovoltaica flotante en el embalse Mazar, al igual que otra información que dispone la entidad Contratante. Esta revisión incluirá documentación técnica, bases de datos disponibles, análisis de simulación energética, evaluación socio-ambiental, estudios financieros y legales preliminares, además de anexos y documentación complementaria entregada por CELEC EP (ver numeral 1.5). El consultor aplicará criterios técnicos de evaluación, identificando claramente brechas metodológicas, insuficiencias técnicas o información complementaria requerida para profundizar en la fase de factibilidad avanzada. El resultado esperado será un documento técnico denominado "Informe crítico de revisión documental y recomendaciones", que será utilizado como insumo fundamental para ejecutar con rigor técnico la actividad siguiente referida al estudio detallado del recurso solar.

##### b) Organización técnica del equipo consultor.

El Consultor deberá proponer y ejecutar la estructuración técnica de su equipo de trabajo considerando todas las especialidades requeridas para el desarrollo del estudio de factibilidad avanzada, incluyendo expertos en energía solar fotovoltaica, sistemas eléctricos y electromecánicos, estructuras flotantes, estudios socioambientales, geología, geotecnia, infraestructura civil, ingeniería económica-financiera y regulatoria-legal, etc. El consultor elaborará un organigrama técnico específico y presentará una matriz RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed), en la cual claramente especificará roles, funciones técnicas, responsabilidades de cada miembro del equipo, y se asegurará que exista una clara comunicación técnica y operativa entre ellos. Esta estructura organizacional será aprobada por CELEC EP antes de iniciar las actividades posteriores.

##### c) Elaboración del cronograma técnico detallado del proyecto.



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:22 de 70	

El Consultor elaborará y presentará un cronograma detallado técnico-ejecutivo, utilizando la herramienta Microsoft Project, cumpliendo con las mejores prácticas internacionales de planificación y gestión del tiempo de proyectos según lo indicado en el PMBOK del PMI. Este cronograma incluirá todas las actividades técnicas requeridas en la etapa de factibilidad avanzada, tiempos asignados a cada actividad, indicadores de gestión, identificación técnica de actividades críticas bajo la metodología del camino crítico (CPM), relaciones técnicas de dependencia entre actividades, asignación detallada de recursos técnicos y definición explícita de hitos técnicos que permitan monitorear eficientemente el avance del proyecto. Este cronograma será presentado para aprobación por parte de CELEC EP previa al inicio de la siguiente actividad.

#### **d) Plan de comunicación y coordinación técnica.**

Las partes asegurarán el cumplimiento de los siguientes aspectos relacionados con las comunicaciones y coordinación técnica con la finalidad de asegurar un flujo de información claro, oportuno y verificable durante la ejecución de la consultoría.

Toda comunicación que implique solicitudes e instrucciones formales, aprobaciones, reportes de avance o notificaciones contractuales serán remitidas de forma escrita mediante la utilización del sistema de gestión documental Quipux.

La comunicación de seguimiento y temas varios de la consultoría se llevará mediante correo electrónico.

La creación de grupos de chat informales (ej. WhatsApp, Teams), reuniones por videoconferencia o llamadas telefónicas que faciliten la operatividad de las comunicaciones durante la consultoría, no serán consideradas, en ninguna circunstancia, como canales de comunicación oficial para la toma de decisiones o acuerdos.

Los roles claves definidos para las comunicaciones serán: por parte de la CORPORACIÓN ELECTRICA DEL ECUADOR – CELEC EP, el Administrador del Contrato, y, por la parte Contratada, el director de proyecto.

Las reuniones de seguimiento y coordinación técnica se llevarán de forma semanal, mensual o según las necesidades del Administrador del Contrato. Para este caso la parte Contratada será responsable de elaborar un acta detallada de cada reunión, haciendo entrega del borrador a la parte Contratante en un plazo no mayor a 24 horas después de la reunión.

Por su parte, la Contratante tendrá 48 horas término para revisar y aprobar el Acta. Una vez aprobada, el Acta se considerará la constancia oficial de los acuerdos y compromisos.


#### **e) Plan técnico de control y aseguramiento de calidad**

El Consultor elaborará y aplicará durante el desarrollo del estudio un Plan Técnico de Control y Aseguramiento de Calidad basado en normas internacionales ISO e IEC vigentes, aplicado para sistemas fotovoltaicos conectados a red. Este Plan deberá contener listas técnicas detalladas de verificación (checklists), criterios técnicos explícitos de aceptación de cada entregable del estudio, métodos técnicos específicos de auditoría interna del trabajo realizado y procedimientos técnicos para corrección inmediata ante desviaciones detectadas. El Consultor incluirá además indicadores cuantitativos de calidad técnica para el seguimiento riguroso de todos los entregables generados durante el estudio.

#### **f) Identificación y evaluación inicial de riesgos técnicos**

El Consultor desarrollará una primera identificación y evaluación técnica integral de riesgos potenciales que podrían afectar la ejecución y resultados del estudio, identificando claramente fuentes potenciales de riesgos técnicos, ambientales, sociales y financieros. Esta evaluación



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:23 de 70	

técnica inicial se presentará en un Registro Inicial de Riesgos que contendrá un análisis preliminar cualitativo indicando la probabilidad e impacto potencial de cada riesgo identificado, así como medidas preliminares de mitigación recomendadas para anticipar y gestionar adecuadamente cada uno de los riesgos técnicos detectados.

#### 1.4.2 CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFÍA

##### a) Desarrollo de la cartografía base y temática.

El Consultor será responsable de elaborar la cartografía básica y temática correspondiente a cada capítulo del estudio. Para ello empleará cartografía de fuentes oficiales, información de estudios previos que sirvan como base, y los datos generados y actualizados durante el presente estudio, así como otros insumos previa autorización de CELEC EP. Toda la información deberá ser revisada, actualizada, validada y armonizada.


Toda información geográfica deberá ser sustentada, indicando la(s) fuente(s) de información y su fecha. Los costos relacionados con la obtención y procesamiento de estos insumos se considerarán dentro del precio fijo del Consultor. Toda la información cartográfica a ser empleada en el estudio se encontrará referenciada al sistema WGS 84/UTM zona 17 Sur (EPSG 32717), basado en SIRGAS y materializado en el ITRF en la versión oficial determinada por el IGM (Instituto Geográfico Militar). La capacidad técnica para generación de cartografía digital debe cumplir con los Estándares de Información Geográfica vigentes, así como con los requisitos para la generación de metadatos según el Perfil Ecuatoriano de Metadatos (PEM), a las Especificaciones Técnicas de Metadatos Geográficos y acorde a la normativa vigente. Los metadatos tanto para datos vectoriales y ráster incluirán, entre otros, sistema de coordenadas, escala, fuente, precisión, fecha, y cada archivo geográfico deberá tener el nombre de la entidad, de acuerdo con el Catálogo Nacional de Objetos Geográficos y los lineamientos del IGM. Asimismo, se aplicarán las normas ISO de calidad de la información geográfica (p. ej. ISO 19157), garantizando reglas topológicas y coherencias temporal, lógica entre las unidades mapeadas y temática lo identificado y la realidad de campo.

Toda la información temática (ambiental, social, hidrológica, geológica, relieve, etc.) recogida o generada se integrará en las tablas de atributos de las capas vectoriales al igual que los atributos relevantes del archivo DWG de origen, de modo que CELEC EP pueda ejecutar análisis espaciales posteriores. Se adjuntarán como entregables a la cartografía, las hojas de cálculo XLSX o CSV con el mismo nombre de la capa, así como datos estadísticos, de campo, encuestas, etc. (es importante seguir las normas de buenas prácticas del manejo de datos en su generación, sin tildes, caracteres especiales, etc.) anexo a cada estudio.

##### b) Implementación de red de monitoreo geodésico continuo

Previo a la validación y caracterización del recurso solar, el Consultor realizará el diseño, instalación, medición, procesamiento, análisis e interpretación de datos de una red de monitoreo geodésico continuo mediante estaciones GNSS permanentes, enlazada e integrada a la red microgeodésica local del Complejo Paute integral. Esta implementación permitirá la densificación de la red existente mediante estaciones GNSS multifrecuencia con captura continua de datos GPS/GLONASS (24/7), transmisión mediante protocolo NTRIP y referencia al marco geodésico SIRGAS-EC/REGME, garantizando precisión centimétrica para el control sistemático de desplazamientos del terreno y/o infraestructura en zonas críticas de interés para el proyecto. El alcance de estas actividades incluirá trabajos de campo y gabinete, elaboración de informes técnicos y entrega de productos cartográficos y digitales.

Para las actividades iniciales de enlace y calibración, el Consultor seleccionará sitios óptimos que cuenten con una visibilidad hemisférica mayor a 180°, priorizando áreas de interés geológico-geotécnico. Las estaciones GNSS serán instaladas sobre monumentación fija de hormigón armado y equipadas con antenas tipo *choke ring* debidamente calibradas, receptores GNSS L1/L2 o superiores y sistemas de alimentación solar autónoma con una capacidad mínima de 72 horas. Se ejecutarán observaciones GNSS estáticas simultáneas iniciales, con duraciones

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:24 de 70	

comprendidas entre 20 y 45 minutos para baselines menores a 10 km, o las que resulten necesarias de acuerdo con las condiciones y realidades del trabajo de campo, debidamente justificadas desde el punto de vista técnico, entre las nuevas estaciones y los vértices existentes de la red Paute Integral, con el fin de realizar la calibración absoluta, la resolución de ambigüedades de fase y el ajuste por mínimos cuadrados, verificando precisiones de baselines menores a 2 cm, previo a la activación de la transmisión continua.

Como parte del proceso de implementación, se elaborará un inventario actualizado de los Puntos de Control y Monitoreo (PCM), se ejecutarán actividades iniciales de mantenimiento que incluirán limpieza, señalización y verificación física de los hitos instalados, y se desarrollarán monografías técnicas individuales de cada punto, con el objetivo de avalar su estado estructural y funcional y garantizar su operatividad para el monitoreo confiable de movimientos de masa, considerando las condiciones geológicas geotécnicas y las áreas inestables de interés para el proyecto.

El diseño geométrico de la red será optimizado para mejorar su precisión y coherencia interna, en conformidad con los lineamientos técnicos emitidos por el Instituto Geográfico Militar (IGM) y la normativa nacional vigente. Previo a su ejecución, el Consultor deberá remitir al Administrador del Contrato la propuesta técnica de densificación de la red para su respectiva aprobación. En función de la accesibilidad, la criticidad del sitio de monitoreo y el tipo de hito a instalar, el Consultor propondrá la densificación del monitoreo mediante estaciones GNSS en tiempo real utilizando el protocolo NTRIP u otros medios técnicamente justificados, debiendo implementar la infraestructura necesaria que garantice la transmisión continua, segura y confiable de los datos, priorizando la conectividad a Internet y asegurando el registro ininterrumpido de la información y su monitoreo permanente en el tiempo.


Durante la etapa de implementación se emplearán equipos de medición geodésica debidamente calibrados, cuyos certificados deberán tener una antigüedad no mayor a un mes previo al inicio de los trabajos. Asimismo, se utilizarán instrumentos de nivelación geométrica de alta precisión, cumpliendo una tolerancia mínima de  $4\sqrt{k}$ , con k expresado en kilómetros, garantizando la obtención de alturas ortométricas referidas al nivel medio del mar para todos los puntos de la red y asegurando la coherencia altimétrica del proyecto. La red será concebida e implementada de manera que se minimice el anamorfismo cartográfico, permitiendo la correcta aplicación de las hipótesis topográficas y la integración de diferentes técnicas y equipos de medición geodésica y topográfica, de conformidad con la normativa técnica del IGM y las especificaciones establecidas en el Anexo 3.

Como resultado final, se dispondrá de una red de monitoreo geodésico continuo operativa 24/7, enlazada a la red microgeodésica local del Complejo Paute integral y materializada mediante hitos geodésicos permanentes debidamente identificados y documentados, con coordenadas referidas tanto al sistema local (LTM) como al marco geodésico nacional SIRGAS-EC/REGME. Esta red constituirá el control geodésico común para las actividades topográficas posteriores, tales como levantamientos de detalle, ubicación de paneles solares, trazado de vías de acceso y localización de infraestructura complementaria del Proyecto Fotovoltaico Flotante Mazar, garantizando la obtención de datos confiables y consistentes.

El Consultor deberá elaborar informes técnicos mensuales que incluyan el análisis de velocidades de movimiento, evaluación de riesgos y zonificación de desplazamientos, así como entregar archivos GIS en formato *shapefile* a escala 1:1000. Finalmente, el Consultor entregará la documentación técnica completa, que incluirá, como mínimo, el inventario de los Puntos de Control y Monitoreo implementados, las monografías individuales de cada punto, los certificados de calibración de los equipos utilizados y las memorias de cálculo del ajuste por mínimos cuadrados, verificando el cumplimiento de las tolerancias establecidas por la normativa vigente del Instituto Geográfico Militar.

Los datos de monitoreo continuo deberán ser cargados en la base de datos de CELEC EP Unidad de Negocio Celec Sur.

### c) Levantamientos topográficos

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:25 de 70	

En el área del proyecto se realizará el levantamiento topográfico a escala 1:1000, esto incluirá la utilización de equipos especializados de levantamiento LiDAR aerotransportado en el área de proyecto, que estará referida a la Red Microgeodésica Local (LTM). Este levantamiento se complementará con información oficial cartográfica secundaria existente del área del proyecto, según corresponda.


El Consultor deberá ejecutar levantamientos topográficos y batimétricos de alta precisión (ver sección 1.4.5), con el fin de generar un Modelo Digital del Terreno (MDT) a escala 1:1 000, que represente con exactitud la morfología y el fondo del embalse. Para la realización del análisis de sombras y la estimación de la irradiancia solar efectiva sobre la lámina de agua, será necesario generar adicionalmente un Modelo Digital de Superficie (MDS), que incluya todas las elevaciones reales, como vegetación, estructuras o accidentes del terreno. Este MDS deberá integrarse a partir de datos topográficos disponibles y fuentes de sensores remotos, como imágenes satelitales estereoscópicas, fotogrametría aérea o tecnología LiDAR. Asimismo, se deberá realizar el levantamiento topográfico de las áreas destinadas a la construcción de la infraestructura eléctrica de evacuación de la energía generada, la subestación eléctrica y la línea de transmisión que interconectará la planta solar fotovoltaica flotante con el SNI en una franja mínima de 1000 m (500 m a cada lado del eje) a lo largo de la longitud de la línea de transmisión, garantizando una base geoespacial precisa para los diseños estructurales, con una escala mínima de 1:1000 tanto para las trazas de líneas de transmisión como para las zonas de implantación de infraestructura.

Se complementará con levantamientos a escala 1:5000 en otras zonas como para vías externas, líneas de transmisión, subestación eléctrica, circuito colector (si aplicara), utilizando información secundaria (e.g. SIGTIERRAS) u otras fuentes, previa autorización del Administrador del Contrato. Los levantamientos no se limitarán a levantamientos de infraestructuras existentes en la zona de estudio (puentes, viviendas, vías principales y secundarias) incluirá detalles topográficos de zonas con restricciones ambientales y uso de suelo de ser el caso. El levantamiento se realizará según el área mínima que CELEC EP especifique al Consultor.

#### **d) Integración y validación de información geoespacial**

Para esta etapa el Consultor requerirá como insumos fundamentales todos los productos generados en las etapas previas, complementados con herramientas de análisis de calidad de información geográfica, software especializado para validación de consistencia geoespacial, y capacidad técnica para generación de productos integrados que cumplan con todos los estándares de calidad establecidos en las normativas vigentes. El análisis se centrará en la integración coherente de toda la información geoespacial generada mediante verificación de consistencia geodésica entre la red de monitoreo geodésico continuo a implementar y la red geodésica local existente en Paute Integral (Unidad de Negocio Celec Sur), cartografía base, y levantamientos topográficos, asegurando que toda la información mantenga referencia correcta. Se ejecutará la validación de calidad de información geográfica según Normas ISO sobre información geográfica, verificando cumplimiento de reglas topológicas, consistencia lógica entre unidades mapeadas, consistencia temática entre información identificada y realidad de campo, y precisión geométrica de todos los productos generados. El Consultor desarrollará la integración de productos cartográficos y topográficos en bases de datos geoespaciales estructurados que faciliten su utilización en estudios técnicos posteriores del Proyecto Fotovoltaico Flotante Mazar.

La metodología seguirá estrictamente las normas ISO referentes a calidad de información geográfica, los Estándares de Información Geográfica vigentes, y los lineamientos del IGM para validación y entrega de productos geoespaciales. Se aplicarán procedimientos de control de calidad que verifiquen el cumplimiento de las especificaciones técnicas para cada producto, incluyendo precisión geodésica de la red de monitoreo a implementar, exactitud cartográfica a escalas especificadas, y calidad de levantamientos LiDAR según parámetros técnicos establecidos. El procesamiento se ejecutará utilizando software especializado de análisis de calidad geoespacial, herramientas de validación topológica, y sistemas de gestión de bases de

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:26 de 70	

datos geográficas que aseguren integridad y consistencia de la información. Como resultado se obtendrán las bases de datos geoespaciales integradas que contengan toda la información generada en el proyecto de manera coherente y estructurada, incluyendo la red la red de monitoreo continuo con todos sus puntos geodésicos, cartografía base a escalas apropiadas para los diferentes componentes del proyecto, y levantamientos topográficos completos. Se genera documentación de control de calidad que certifique cumplimiento de todas las especificaciones técnicas establecidas en las normativas aplicables, incluyendo verificación de precisión geodésica, exactitud cartográfica, y calidad de productos LiDAR.

Como resultado del análisis realizado en esta etapa se incluirá la cartografía digital completa del área del proyecto desarrollada a escala 1:1000 que integre toda la información disponible y requerimientos específicos del proyecto solar fotovoltaico flotante, incluida la infraestructura lineal como vías de acceso, red de baja tensión, líneas de transmisión y subestación.

#### **e) Entrega de información SIG y Planos.**

Para la entrega de los productos de este apartado se deberá considerar el Anexo 3. La información integrada se entregará en una file geodatabase (.gdb) sin compresión ni versionado, junto con una copia espejo en GeoPackage (.gpkg). Se incluirá el Project Package (.ppkx) que referencie a la (.gdb) y los Map Packages (.mpkx) correspondientes a cada mapa temático o estudio de ser caso. Los archivos ráster, incluidos los derivados de la modelación solar, se entregarán georreferenciados y listos para su uso inmediato en ArcGIS Pro y QGIS, sin requerir ajustes adicionales. Los mapas finales se entregarán en formato PDF y PNG y se presentará un índice de la estructura SIG a entregar.

La cartografía presentada ante la Autoridad Ambiental para fines de licenciamiento ambiental formará parte del mismo conjunto de información cartográfica, manteniendo coherencia geométrica, temática y de referencia espacial con los productos entregados a la Entidad Contratante.

Los planos digitales conservarán todas sus características tridimensionales, nubes de puntos, superficies TIN/TRN y se proporcionarán en formatos (.dwg) y (.landxml) compatibles con AutoCAD Civil 3D 2020 o superior, con todas las referencias externas y los estilos de trazado (.ctb) incluidos. Se configurarán para impresión en formatos A1 y A3 y se exportarán también a PDF. Se presentará un índice de la documentación CAD. Además, se suministrarán copias impresas en formato A3 con las topografías ejecutadas, acompañadas de un plano índice del mosaico y de los planos de detalle a mayor escala, todos debidamente identificados.


Por último, toda la información se proporcionará sin contraseñas ni restricciones de edición, en formatos plenamente editables, para uso de CELEC EP.

### **1.4.3 VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO SOLAR**

#### **a) Validación de datos del recurso solar**

El Consultor deberá realizar una validación técnica de los datos del recurso solar recolectados en el sitio del proyecto sustentando la validez técnica de los datos mediante procedimientos robustos de verificación instrumental, validación estadística y contrastación climática. Para ello, deberá documentar las características de los sensores utilizados, el tipo de datalogger, las condiciones de montaje y desmontaje conocidas, así como recopilar evidencia indirecta (fotografías, diagramas, informes internos u otros elementos que respalden la existencia y operatividad de la estación).

El Consultor deberá organizar y procesar la serie de datos brutos recopilados, aplicando procedimientos de control de calidad conforme a los lineamientos de la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y la Agencia Internacional de Energía – Programa FV (IEA-PVPS Task 16). Deberá identificar y corregir registros inconsistentes, valores atípicos, vacíos o datos físicamente imposibles. En ausencia de certificados de calibración, el Consultor deberá aplicar

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:27 de 70	

verificaciones indirectas basadas en la coherencia interna de las variables (GHI, DNI, DHI) y su comparación con fuentes satelitales de referencia (Solargis, CAMS, NASA-POWER) para el mismo período, utilizando métricas como correlación, sesgo relativo, error cuadrático medio y análisis de percentiles.

El Consultor deberá realizar una caracterización estadística completa del recurso solar local, con base en los datos validados. Esta caracterización incluirá el cálculo de medias mensuales y anuales, variabilidad estacional, análisis de percentiles diarios, tasas de disponibilidad de la estación y análisis de continuidad. Asimismo, deberá evaluar los registros son representativos desde el punto de vista climático, contrastando los resultados con registros satelitales históricos. En caso de identificarse desviaciones relevantes, el Consultor deberá proponer una metodología de ajuste para construir una serie sintética representativa del largo plazo.

El Consultor deberá incorporar, en su análisis, consideraciones específicas para centrales fotovoltaicas flotantes, tales como la medición o estimación del albedo sobre el cuerpo de agua, los efectos de enfriamiento natural sobre los módulos FV, y la influencia de las condiciones térmicas y de humedad en el rendimiento de los componentes. Estos elementos deberán ser utilizados para ajustar la simulación de generación energética en escenarios reales.

El Consultor deberá elaborar un informe técnico detallado de validación del recurso solar bajo condiciones retrospectivas. Este informe deberá incluir la reconstrucción técnica de las condiciones de medición, el análisis de calidad de datos, la comparación con bases satelitales, el análisis de representatividad climática y la justificación técnica de la validez de los datos. Asimismo, deberá explicitar las limitaciones asociadas a la falta de certificaciones originales e incluir un análisis cuantificado de la incertidumbre técnica. El informe deberá ser firmado por un experto calificado responsable del análisis.


Con esta actividad, el Consultor deberá garantizar que la serie histórica de mediciones solares sea técnicamente válida, trazable en términos de calidad, y utilizable en procesos de modelado energético, dimensionamiento, evaluación financiera y procesos de revisión técnica.

En caso de que el Consultor no cuente con las acreditaciones institucionales, experiencia específica o respaldo técnico que lo habilite para emitir una certificación oficial del recurso solar, deberá gestionar y documentar la contratación o colaboración con una entidad certificadora externa, independiente y acreditada, nacional o internacional. Estas entidades podrán ser instituciones académicas o técnicas con trayectoria validada y acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025 vigente. La certificación deberá ser emitida por dicha entidad e incluir, al menos: validación técnica de los datos, evaluación de incertidumbre, trazabilidad metodológica y firma del profesional responsable. El certificado oficial deberá ser entregado a CELEC EP como parte de los productos contractuales. CELEC EP se reserva el derecho de revisar la competencia de la entidad seleccionada y solicitar su reemplazo si no cumple criterios técnicos mínimos.

#### **b) Calibración y validación técnica de modelos satelitales**

Con base a la información validada en la sección anterior, el Consultor realizará una calibración técnica exhaustiva de al menos tres fuentes diferentes de bases de datos satelitales disponibles (SolarGIS, Meteonorm, NASA POWER o equivalentes), para evaluar su precisión respecto a las mediciones reales obtenidas en sitio. Para esta calibración técnica, el Consultor empleará metodologías estadísticas avanzadas, incluyendo análisis de correlación ( $R^2$ ), Error Medio Cuadrático (RMSE), Error Medio Absoluto (MAE), Sesgo Medio (MBE) y análisis gráficos detallados de dispersión. El Consultor determinará técnicamente cuál es la base de datos satelital con mejor correlación respecto a los datos medidos en sitio, seleccionando aquella que garantice una mayor precisión y confiabilidad técnica para su utilización posterior en la simulación de largo plazo del recurso solar disponible en el área de implantación de la planta. Se podrá considerar la evidencia científica que respalde la selección de las bases de datos satelitales, preferentemente que hayan sido validadas en zonas geográficas, climáticas y altitudinales similares al área de estudio, a fin de garantizar la calidad del insumo y minimizar la incertidumbre asociada a subestimaciones o sobreestimaciones.



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:28 de 70	

### **c) Caracterización técnica avanzada del recurso solar**

A partir de la base de datos disponibles, seleccionada y calibrada en la actividad previa, el Consultor desarrollará una caracterización técnica avanzada del recurso solar en el embalse Mazar, estableciendo perfiles detallados y completos de irradiancia global horizontal (GHI), irradiancia inclinada (GTI), irradiancia difusa horizontal (DHI) e irradiancia directa normal (DNI). El Consultor desarrollará un análisis estadístico comprehensivo del recurso solar disponible mediante la caracterización de las distribuciones probabilísticas de irradiación solar, temperatura ambiente y otras variables meteorológicas relevantes. Se ajustarán distribuciones teóricas apropiadas como Weibull, Beta, Gamma y Normal a los datos medidos, utilizando métodos de estimación por máxima verosimilitud y criterios de bondad de ajuste como Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Akaike Information Criterion. La caracterización técnica del recurso incluirá un análisis estadístico detallado del comportamiento estacional, mensual, diario y horario del recurso solar. Además, el Consultor deberá realizar un análisis detallado de variabilidad temporal a diferentes escalas, desde variaciones intradiarias hasta patrones estacionales e interanuales del recurso solar, aplicando métodos estadísticos tales como análisis de percentiles (P25, P50, P75, P90), análisis probabilísticos y estimación de incertidumbres asociadas al recurso disponible. Se calcularán índices de claridad atmosférica y se desarrollarán modelos de transposición de irradiación desde el plano horizontal al plano inclinado óptimo para la instalación fotovoltaica flotante. Para este análisis se emplearán software especializado complementado con programas que permitan realizar análisis, modelación y simulación estadística.

### **d) Análisis técnico de efectos locales en el recurso solar.**


El Consultor profundizará el análisis de los efectos locales sobre el recurso solar, considerando las variables identificadas en los estudios de prefactibilidad y otros que identifique o considere deben incluirse al estudio.

Se deberá realizar un análisis técnico avanzado sobre la influencia del sombreado ocasionado por la topografía montañosa alrededor del embalse, considerando perfiles topográficos de alta precisión (preferentemente LiDAR o cartografía topográfica). Asimismo, el consultor deberá realizar una simulación técnica detallada del efecto que tiene la variación en las cotas del espejo de agua del embalse sobre el área efectiva disponible para la instalación del sistema flotante, usando modelos numéricos y herramientas CAD/GIS especializadas. Finalmente, el Consultor profundizará técnicamente en el análisis, el efecto positivo del enfriamiento de los módulos fotovoltaicos flotantes debido a la proximidad del espejo de agua, cuantificando técnicamente la ganancia energética real adicional esperada por esta condición en el sitio específico del embalse Mazar, aplicando correlaciones y modelos reconocidos en literatura técnica especializada.

### **e) Integración de datos y análisis de representatividad**

El consultor consolidará todos los datos meteorológicos medidos en una base de datos georreferenciada utilizando sistemas de gestión de bases de datos espaciales con extensión PostGIS. La integración incluirá el desarrollo de mapas de interpolación espacial del recurso solar sobre el área del embalse mediante técnicas geoestadísticas, considerando la influencia de variables auxiliares como elevación, pendiente y orientación del terreno circundante. Se realizará un análisis de representatividad temporal de las mediciones considerando la variabilidad interanual del recurso solar en la región, utilizando datos históricos de largo plazo disponibles y técnicas de corrección por año meteorológico típico (TMY). El análisis incluirá la evaluación de la significancia estadística de las mediciones realizadas y la estimación de períodos adicionales de medición que podrían ser necesarios para alcanzar niveles específicos de confianza estadística.

### **f) Delimitación técnico-espacial del área útil del embalse para la implantación de plataformas flotantes.**

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:29 de 70	

El Consultor realizará un análisis técnico integral de la superficie del embalse Mazar con el objetivo de definir el área útil disponible para la instalación de la planta solar flotante, considerando como principales restricciones la variación estacional e histórica del nivel del embalse, los criterios hidráulicos de operación, las zonas excluidas por seguridad, navegación, mantenimiento, o afectación ambiental, y la viabilidad físico-estructural para anclajes y flotación. Este análisis deberá integrar datos históricos de operación del embalse, curvas de área vs cota y profundidad, y mapas batimétricos, procesados mediante software especializado de sistemas de información geográfica. Se deberá generar una cartografía técnica georreferenciada, en formatos vectoriales editables, con zonificación por viabilidad operativa bajo escenarios de cota máxima y mínima, debiendo reflejar claramente las zonas con restricción permanente, las zonas disponibles parcialmente según cota, y las zonas viables en todo el rango operativo. Esta delimitación servirá de base espacial para la modelación tridimensional y el diseño geométrico de las configuraciones técnicas de campo flotante.

#### **1.4.4 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN TÉCNICA DE LA CONFIGURACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO FLOTANTE**

##### **a) Análisis de impacto por sombreado topográfico y exclusión de zonas afectadas**

El Consultor desarrollará un análisis tridimensional avanzado del entorno del embalse, orientado a identificar y cuantificar el efecto del sombreado por la topografía montañosa circundante sobre las plataformas flotantes, utilizando modelos digitales de elevación de alta resolución (resolución horizontal  $\leq 10$  m) y datos astronómicos locales de trayectoria solar. La modelación deberá realizarse mediante software especializado evaluando el Near Shading y Far Shading, permitiendo simular las obstrucciones solares en función de la ubicación relativa de cada subárea, considerando tanto eventos extremos como pérdidas acumuladas en las horas de mayor irradiancia. El análisis deberá incluir simulaciones mensuales de sombreado horario para las zonas previamente delimitadas, expresando las pérdidas relativas en energía específica ( $\text{kWh/m}^2\text{-año}$ ) y generando mapas de sombreado diferencial que orienten la exclusión de zonas con afectación crítica. Esta información será incorporada como capa restrictiva adicional en el modelo espacial, eliminando aquellas subzonas cuya pérdida energética proyectada por sombreado exceda umbrales del 5% anual, garantizando así una base sólida para el desarrollo geométrico del campo solar.


##### **b) Evaluación comparativa de tecnologías flotantes y eléctricas aplicables**

Con base a las condiciones físicas del embalse y el entorno operativo, el Consultor deberá realizar una evaluación técnica comparativa de las tecnologías actualmente disponibles en el mercado internacional para sistemas fotovoltaicos flotantes. Esta evaluación incluirá componentes estructurales flotantes (pontones, pasarelas, estructuras modulares), sistemas de anclaje (peso muerto, líneas elásticas, pilotes o híbridos), módulos fotovoltaicos (monofaciales vs bifaciales, half-cut, vidrio-vidrio), e inversores (string flotantes, centralizados en tierra, inversores flotantes encapsulados). El análisis deberá fundamentarse en normativa internacional vigente y guías técnicas IEC, IEEE, ISO y DNVGL. Se evaluarán parámetros como compatibilidad hidráulica ante variaciones de cota, resistencia a esfuerzos de tracción por oleaje y viento, facilidad de mantenimiento, durabilidad, peso estructural por  $\text{m}^2$ , y compatibilidad eléctrica con el sistema de evacuación existente. El Consultor deberá presentar una matriz técnica comparativa documentada con fichas técnicas de referencia y justificación técnica de las combinaciones tecnológicas seleccionadas como viables para su aplicación en el embalse Mazar.

##### **c) Desarrollo de alternativas técnicas de configuración del campo fotovoltaico flotante**

A partir del área útil depurada y las tecnologías seleccionadas, el Consultor deberá desarrollar al menos tres alternativas técnicamente distintas de configuración geométrica y eléctrica del campo flotante, considerando variaciones en la disposición de bloques (en cuadrícula regular, disposición radial, módulos en islas o agrupamientos escalonados), inclinación y orientación de los módulos (inclinación fija hacia el ecuador, orientación ajustada según topografía, uso de



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:30 de 70	

flotadores adaptables), densidad superficial (porcentaje de ocupación del área útil) y distribución de equipos eléctricos (ubicación de inversores, centros de agrupamiento y conexiones principales). Cada alternativa deberá ser modelada geométrica y eléctricamente usando software especializado. Se deberán calcular distancias máximas de conducción, pérdidas por cableado, puntos críticos de mantenimiento, accesos logísticos y sensibilidad de la configuración ante variaciones de cota. Cada alternativa deberá estar georreferenciada a la red microgeodésica local del Complejo Paute Integral, representada gráficamente y acompañada de sus parámetros técnicos clave (superficie ocupada, número de módulos, número de inversores, longitudes de cable, densidad energética por m<sup>2</sup>).

#### **d) Selección de la configuración óptima integral del proyecto mediante análisis multicriterio**

Con las alternativas de campo fotovoltaico propuestas e incluyendo otra infraestructura del proyecto (subestación, línea de transmisión, entre otras) y las restricciones y riesgos identificados, el Consultor aplicará un proceso de selección estructurado y transparente basado en metodologías de análisis multicriterio, tales como el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), ELECTRE III o TOPSIS, para evaluar comparativamente las tres o más alternativas desarrolladas. Los criterios de evaluación incluirán, como mínimo: producción energética, superficie aprovechable neta, adaptabilidad estructural ante variaciones de cota, estabilidad mecánica, pérdidas proyectadas por sombreado, complejidad constructiva, facilidad de mantenimiento, compatibilidad con evacuación eléctrica, impacto en costos estimados por MW instalado y viabilidad logística. La ponderación de criterios se realizará en coordinación con CELEC EP, y deberá documentarse el método utilizado, la matriz de evaluación y los resultados numéricos del análisis. La configuración óptima resultante será la que obtenga el mayor puntaje técnico ponderado bajo la metodología empleada, y deberá ser acompañada de una justificación técnica exhaustiva que respalde su selección para su posterior análisis energético en la actividad siguiente.


### **1.4.5 ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS Y BATIMÉTRICOS**

#### **a) Levantamiento batimétrico de alta resolución del embalse Mazar.**

El Consultor deberá realizar el levantamiento batimétrico del cauce del río Paute mediante el empleo de un equipo ADCP (incluye GNSS doble frecuencia), métodos convencionales o la combinación de estos en concordancia con las características propias del río. Esta información deberá estar enlazada a la Red de monitoreo geodésico continuo implementada misma que se encontrará enlazada a la red microgeodésica local del Complejo Paute Integral. Se deberán registrar perfiles batimétricos transversales y longitudinales en toda el área evaluada, incluyendo zonas críticas donde se localizarán sistemas de anclaje. Se exige la elaboración de un modelo digital de profundidad (Bathymetric Digital Terrain Model, BDTM) con curvas de nivel y mapas de profundidad codificados en formato geoespacial editable (shapefile, GeoTIFF, DXF). Este insumo será clave para el cálculo de longitudes, ángulos y esfuerzos de anclaje en función de la topografía sumergida.

Se ha definido que la zona de estudio será sobre el río Paute que forma el Embalse Mazar entre la confluencia de los ríos Paute y Collay (denominado Delta del Río Paute aprox. 15 km de distancia) y la cabecera de la Presa Mazar. La información batimétrica se procesará y presentará fusionada con la información topográfica 1:1000, de manera de obtener un único Modelo Digital de Terreno MDT.

El Consultor desarrollará un estudio batimétrico detallado y de alta resolución del embalse Mazar en la zona definida para la implantación de la planta solar fotovoltaica flotante. Este estudio tendrá por objetivo caracterizar la morfología del fondo del embalse con el fin de determinar zonas aptas para el fondeo de anclajes y las condiciones de profundidad y variabilidad hidrodinámica en distintos niveles de operación del embalse. La campaña deberá realizarse mediante técnicas de sonar multihaz (multibeam) y GPS diferencial. El procesamiento de datos se realizará mediante software especializado como Hypack, QINSy o CARIS, generando planos

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:31 de 70	

batimétricos en curvas de nivel, modelos digitales de fondo (DTM), mapas de pendientes y zonas con obstrucciones. El Consultor deberá entregar además mapas de variabilidad estacional de profundidad con base en registros históricos de niveles del embalse. Esta información será crítica para la definición de zonas de fondeo, estructuras flotantes y sistemas de anclaje en las siguientes actividades.

Para el control metrológico y QA/QC se deberá realizar un patch test, perfiles de velocidad del sonido (SVP/CTD), reporte de incertidumbre y calibración de ecosonda/GNSS. Para el amarre geodésico se deberá vincular estrictamente a la red microgeodésica local del Complejo Paute integral. (LTM/SIRGAS-ITRF) para garantizar compatibilidad con otros frentes.

El servicio de toma de datos batimétricos, se lo realizará en una malla de 35 metros de separación y puntos separados máximo cada 50 cm. y sin ruido en los mismos; la sonda debe ser capaz de tomar datos hasta los 120 metros de profundidad.

Los datos entregables proporcionados a la entidad contratante será en coordenadas x,y,z en UTM 17 Sur WGS 84 con una exactitud horizontal de +/- 0.05 metros y vertical de +/- 0.02 metros.

Finalmente se realizará campañas multiescala de al menos tres estados de períodos representativos para robustecer la variabilidad estacional ya exigida tratando de correlacionar el comportamiento con épocas de sequía y verano.

#### **b) Estudio geológico**

- Cartografía geológica a escala 1:1000 para el área del proyecto, líneas de transmisión y subestación: mapeo detallado de unidades litológicas, estructuras (fallas, fracturas, pliegues), contactos geológicos, zonas de alteración y riesgos geológicos específicos (deslizamientos, subsidencia, sismicidad)
- Análisis estructural: Estudio detallado de fallas y fracturas, incluyendo caracterización geométrica, cinemática y potencial actividad.
- Evaluación de riesgos geológicos: Análisis de estabilidad de taludes, riesgo de licuefacción, potencial de subsidencia y otros riesgos específicos del sitio.

#### **Fotointerpretación y análisis de estudios preliminares.**

Mediante el empleo de fotografías aéreas y/o imágenes satelitales de las zonas del proyecto se realizará la respectiva fotointerpretación, delimitación de: unidades geológicas, zonas de contacto, áreas morfoestructurales, zonas que presenten fenómenos de remoción de masa para luego confirmar mediante visitas de campo.


Los resultados de la fotointerpretación serán cartografiados a la base topográfica de escala 1:1000, con el fin de elaborar el mapa geológico preliminar del área, incluyéndose como insumo la información generada en el levantamiento LiDAR o información histórica que disponga CELEC EP.

La fotointerpretación permitirá además la identificación de las formas y procesos geomorfológicos como erosión, movimientos de terreno y procesos acumulativos que afectan las zonas. Se pondrá especial atención en las estructuras geológicas tales como la posición de los estratos, fallas y plegamientos que puedan afectar al proyecto.

Para los estudios geológicos de la zona de la subestación y las líneas de transmisión, en caso de que las propuestas se encuentren fuera del área de estudio definida, y si el Consultor lo considera necesario, adquirirá a su costo, imágenes satelitales recientes disponibles en el mercado

Esto tiene como objetivo delimitar y complementar la información geológica de la zona, con fines de interpretación y síntesis a una escala 1:10 000.

#### **Reconocimiento de campo.**

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:32 de 70	

Esta actividad debe incluir la planificación y ejecución de los trabajos específicos de campo a escala 1:10000.

Durante las geo travesías se realizará la comprobación y el levantamiento detallado de los datos geológicos, geomorfológicos y estructurales obtenidos de la fotointerpretación. En el estudio de los aspectos estructurales se analizará el tipo de estructura, extensión, estimación de la edad, dirección relativa del movimiento y actividad, mapeo de zonas inundables o con potencial de socavación, así como la distancia a las obras civiles.

#### Investigaciones geofísicas (Indirectas)

Con base a la información geofísica obtenida (tomografía eléctrica y sondeos eléctricos verticales) se estimará la litología, presencia y potencia de varias capas de material en las zonas determinadas en el reconocimiento geológico y en los sitios previstos para la implantación de la infraestructura, así como también se estimará los siguientes parámetros:

- a. Obtener perfiles geo – eléctricos y sísmicos de espesores y velocidades, diferenciando contactos litológicos mediante el análisis y contraste de velocidades de onda y campos de potencial eléctrico, para diferenciar los principales materiales y tener una caracterización litológica del subsuelo.
- b. Localizar superficies de falla, paleocauces en toda la profundidad de investigación, mediante el estudio de los métodos geofísicos empleados.
- c. En caso de existir agua subterránea, estimar su profundidad, nivel freático y;
- d. Estimar parámetros geo mecánicos y dinámicos del material para corroborar con la información de las investigaciones directas.

#### Lecho del Embalse


Para los trabajos de geofísica, se considera necesario ejecutar Tomografías Eléctricas y Sondeos eléctricos Verticales (SEV's) los cuales deberán ser distribuidos homogéneamente, tomando en cuenta la ubicación de los anclajes e infraestructura civil, con el fin de obtener un mapeo de la resistividad del subsuelo. Este estudio permitirá identificar las heterogeneidades del terreno, contactos litológicos, zonas de alteración y el nivel freático, información clave para la caracterización geotécnica integral del sitio.

Adicionalmente, se debe complementar la investigación con ensayos geofísicos mediante el método MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), el cual permitirá la determinación de perfiles de velocidad de ondas de corte (Vs). Esta información es fundamental para caracterizar la rigidez dinámica del suelo y la roca, así como para obtener parámetros geotécnicos dinámicos necesarios para el diseño sismorresistente de la infraestructura proyectada.

Para este fin, se ha estimado la ejecución de al menos 12000 metros lineales de estudios geofísicos y al menos 18 sondeos eléctricos verticales, con una profundidad de investigación mínima de 120 metros, esto con el objetivo de garantizar la seguridad y viabilidad del proyecto. La dirección de estos ensayos deberá ser sugerida por el Consultor y aprobados por el Administrador del contrato.

#### Subestación

Para los trabajos de geofísica, se ha estimado la ejecución de al menos 2000 metros lineales, los cuales serán distribuidos entre tomografía eléctrica y sísmica de refracción. Adicionalmente, se realizarán al menos 8 sondeos eléctricos verticales (SEV's), los cuales deberán ser distribuidos de forma homogénea, considerando el análisis de las alternativas planteadas para la infraestructura civil. La profundidad de investigación requerida es de al menos 30 metros, con el objetivo de garantizar la seguridad y viabilidad técnica del proyecto.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:33 de 70	

## Líneas de transmisión

Para los trabajos de geofísica, se ha estimado la ejecución de al menos 3000 metros lineales, los cuales serán distribuidos entre tomografía eléctrica y sísmica de refracción. Adicionalmente, se realizarán al menos 10 sondeos eléctricos verticales (SEV's), que deberán ubicarse de forma homogénea a lo largo del área de estudio, considerando el análisis de las alternativas planteadas para la infraestructura civil. La profundidad mínima de investigación será de 30 metros, con el objetivo de garantizar la seguridad y viabilidad técnica del proyecto.

### c) Estudio geotécnico

El objetivo de esta fase es determinar el modelo geotécnico, en donde se establezca entre otros aspectos los parámetros geo mecánicos de las zonas de emplazamiento y sitios de obras del proyecto.

Se tomará como base el modelo geológico del sitio establecido en esta etapa, además de la información de laboratorio, con el objetivo de actualizar y complementar los modelos geotécnicos de las zonas de emplazamiento

#### Sondeos mecánicos con extracción de testigos continuos:

El Consultor llevará a cabo un estudio geotécnico subacuático para determinar la capacidad portante y las propiedades físico-mecánicas del fondo y laderas del embalse en las zonas identificadas como potencialmente viables para la instalación del sistema de anclaje. Se deberá emplear un programa de perforaciones y muestreo con sistemas tipo vibrocore o piston core, así como ensayos in-situ con penetrómetros tipo CPTu sumergibles o seabed CPT, en al menos tres niveles de operación del embalse. Los ensayos de laboratorio incluirán pruebas de granulometría, límites de Atterberg, densidad, resistencia al corte no drenado, consolidación unidimensional y triaxial no consolidado no drenado (UU). El procesamiento deberá realizarse conforme a normativa vigente ASTM.

El objetivo es clasificar el tipo de suelo (arena, limo, arcilla, grava o mixto) según la normativa vigente ASTM D2487 (Unified Soil Classification System) y caracterizar la capacidad portante del terreno para elementos de anclaje, conforme a la normativa vigente DNVGL y API RP 2GEO.


- **Profundidad de investigación:** en perforaciones terrestres, mínimo 30 metros o hasta encontrar roca competente, extendiendo hasta 50 m en zonas estratégicas o con incertidumbre alta. En perforaciones acuáticas, una vez alcanzado el fondo del embalse, se deberá profundizar al menos 15 metros adicionales o hasta encontrar material competente, extendiendo hasta 30 m en zonas estratégicas o con incertidumbre alta.
- **Ensayos:** SPT cada 1.5 m, toma de muestras inalteradas para ensayos de laboratorio.

#### Calicatas:

Al menos 2 calicatas por cada 500 metros en sitios con alta variabilidad geotécnica; 1 a 2 calicatas por cada 2000 metros en zonas más homogéneas; y calicatas adicionales para subestación y accesos. Esto con el objetivo de realizar una inspección visual del suelo y toma de muestras superficiales y calicatas adicionales para subestación y accesos. (revisar tabla de cantidades).

#### Ensayos geotécnicos in situ:

- **Ensayos de penetración de cono (CPTu):** Para determinar la estratigrafía del suelo, resistencia y parámetros geotécnicos, al menos uno por sondeo considerando zonas representativas.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:34 de 70	

- **Ensayo de Placa de Carga (Plate Load Test):** El Consultor deberá ejecutar ensayos de placa de carga para determinar la capacidad portante y el módulo de deformación del suelo en zonas representativas determinadas para los anclajes. Estos ensayos permitirán evaluar la respuesta del terreno bajo cargas aplicadas y garantizar los requisitos de seguridad y estabilidad. El Consultor ejecutará al menos 1 ensayo de carga cada 500 metros en zonas de a la variabilidad geotécnica.

El ensayo deberá cumplir con las normas ASTM D1196 y EN 1997-2 o normas equivalentes reconocidas internacionalmente. La metodología deberá incluir la aplicación gradual de cargas y la medición precisa de las deformaciones verticales del suelo. El informe final deberá incluir curvas carga-deformación, capacidad última del suelo, y el módulo de deformación calculado para cada punto ensayado, mismo que debe estar georreferenciado.

- **Ensayos de permeabilidad (Lefranc, Lugeon):** Para determinar la permeabilidad del suelo y roca, se debe realizar al menos 2 ensayos de permeabilidad por cada sondeo, distribuidos en los diferentes estratos o niveles hidrogeológicos relevantes. Si el terreno es muy heterogéneo o hay presencia de fracturas, se puede aumentar la cantidad de ensayos para asegurar una caracterización adecuada, esto deberá ser técnicamente justificado y validado por el administrador del contrato.

#### Ensayos de laboratorio

Para garantizar una caracterización precisa del subsuelo y materiales, se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio sobre muestras representativas obtenidas en sondeos y calicatas.

**Ensayos de Identificación** (mínimo 3 muestras por sondeo considerando los estratos competentes)

**Granulometría:** Determinación de la distribución del tamaño de partículas para clasificar el suelo según normas ASTM D422.

**Límites de Atterberg:** Límites líquido, plástico y plasticidad para suelos finos (ASTM D4318).

**Contenido de humedad:** Medición gravimétrica del agua presente en la muestra (ASTM D2216).

**Peso específico y densidad aparente:** Para caracterizar la masa y volumen del suelo (ASTM D854, D2937).


**Ensayos de Resistencia** (mínimo 2 muestras por estrato competente)

**Corte directo:** Ensayo para determinar la resistencia al corte no drenada o drenada (ASTM D3080).

**Compresión confinada:** Para suelos cohesivos, medir resistencia a compresión sin confinamiento (ASTM D2166).

**Ensayos triaxiales (CU, CD, UU):** Ensayos consolidados drenados, no drenados y sin consolidar, con medición de presión de poros para obtener parámetros de resistencia y deformación (ASTM D4767).

Se deberá incorporar un plan de prospección que defina con claridad la cantidad, espaciamiento y profundidad objetivo de los sondeos (hasta rechazo o una cota mínima bajo los sedimentos), realizar ensayos avanzados de comportamiento cíclico como simple shear o triaxiales cíclicos para evaluar licuefacción o ablandamiento inducido por oleaje, determinar la sensibilidad y estructura de arcillas (St) junto con el índice de plasticidad para valorar riesgos de erosión,

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:35 de 70	

obtener perfiles de velocidad de onda de corte ( $V_s$ ) o al menos  $V_{s30}$  subacuático; y en caso de no ser posible, usar correlaciones confiables a partir de CPTu, y finalmente presentar un plano georreferenciado de los puntos investigados con anexos que incluyan los certificados de laboratorio.

### **Análisis sísmico**

El estudio comprende la caracterización sísmica regional y local del sitio, la determinación de propiedades dinámicas del subsuelo, el análisis de respuesta sísmica y la elaboración de mapas temáticos de zonificación sísmica. El alcance incluye tanto el lecho y taludes del embalse como las zonas adyacentes susceptibles de influencia sísmica.

Se analizará no solo los catálogos de sismicidad histórica e instrumental, sino también las fuentes de información primaria para los sismos históricos e instrumentales más importantes.

Se determinará las principales estructuras neotectónicas capaces de generar movimientos fuertes en el área del proyecto, partiendo del marco tectónico regional establecido para el Sur del Ecuador.

Se revisarán las leyes de atenuación de la aceleración sísmica propuesta para varios ambientes geológicos en distintos lugares del mundo, como los criterios para su utilización dentro de la zona del proyecto.

Una vez conocida la historia sísmica y sismogenética del área de estudio, se determinarán las posibles fuentes, así como sus parámetros sísmicos, con la finalidad de calcular el peligro sísmico y determinar los espectros de diseño, por los métodos determinista y probabilista.

El informe se basará en la información sismológica local recopilada a través de información existente de la sismicidad de la zona (registros históricos de sismos, informes de fallas activas, bibliografía relacionada, y otros).

#### **Caracterización preliminar del área:**

- Recopilación y revisión de información geológica, tectónica y sísmica regional.
- Análisis histórico de eventos sísmicos ocurridos en el área de influencia del embalse Mazar, considerando magnitud, profundidad y distancia epicentral.

#### **Investigación del subsuelo:**

- Integración de resultados provenientes de investigaciones indirectas (geofísicas), directas (sondeos, calicatas) y ensayos de laboratorio, orientados a obtener parámetros dinámicos del suelo (módulo de corte, amortiguamiento, densidad, etc.).

#### **Análisis de respuesta dinámica del sitio:**

- Modelado numérico mediante análisis unidimensional (ARS 1D) y, de ser viable, modelos 2D o 3D (FEM/FDM) para evaluar la amplificación sísmica local.
- Determinación de periodos dominantes del suelo, factores de amplificación, aceleración máxima esperada y duración efectiva del movimiento.


#### **Zonificación sísmica:**

- Clasificación del área de estudio en micro zonas de distinto nivel de peligro sísmico, considerando las características geotécnicas y topográficas locales.
- Elaboración de mapas temáticos de peligro, riesgo y vulnerabilidad sísmica, útiles para el diseño estructural y planificación del sistema de anclajes.

#### **Evaluación de fenómenos asociados:**

- Estudio del potencial de licuefacción, deslizamientos inducidos por sismo, fracturas superficiales y otros efectos secundarios que puedan afectar la estabilidad de la infraestructura flotante.



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:36 de 70	

## Productos Esperados

- Informe técnico de análisis sísmico con resultados y conclusiones (considerando la posibilidad de que exista sismicidad inducida).
- Mapas temáticos de peligro, riesgo y vulnerabilidad sísmica.
- Mapa de zonificación sísmica del área del embalse.
- Parámetros sísmicos de diseño recomendados (aceleración máxima, espectros de respuesta, periodos dominantes).
- Recomendaciones para diseño estructural, disposición de anclajes y gestión del riesgo.

## Modelado geotécnico

El informe geotécnico, además de incluir perfiles estratigráficos, mapas de capacidad portante y mapas de profundidad de socavación potencial, deberá incorporar los siguientes análisis especializados:

### Modelado numérico:

- Desarrollo de modelos 3D del lecho y taludes del embalse, integrando batimetría, sismicidad y caracterización geotécnica terrestre y del fondo, variables hidrodinámicas como oleaje, corrientes y fluctuación del nivel del agua.
- Simulación detallada del comportamiento del sedimento acuático y la estructura flotante bajo cargas estáticas y dinámicas.

### Análisis de capacidad portante:

- Evaluación de la resistencia y capacidad portante superficial del fondo para sistemas de peso muerto (bloques, placas) y anclajes específicos.
- Consideración de propiedades críticas como compactación, saturación, licuefacción potencial y características sedimentológicas.

### Análisis de asentamientos:

- Estimación de asentamientos en puntos de anclaje considerando variabilidad hidrológica y posibles cambios del régimen del embalse.

### Análisis de estabilidad:


- Estudio riguroso de la estabilidad de taludes y riberas, identificando riesgos de movimientos de masa que podrían afectar el sistema flotante y sus anclajes.
- Evaluación de la respuesta dinámica ante factores externos (viento, oleaje, corrientes, sismos).

## Informe geotécnico de factibilidad para planta fotovoltaica flotante

- a) Integración completa de datos geológicos, batimétricos, geofísicos y geotécnicos del fondo y taludes del embalse Mazar.
- b) Elaboración de perfiles detallados, mapas de riesgo geológico-hidrológico, y modelos 3D que contemplen dinámicas sedimentológicas e hidrodinámicas.
- c) Recomendaciones técnicas para diseño y supervisión de anclajes adaptados a las condiciones particulares del embalse, presencia de taludes y fluctuaciones del nivel del agua.
- d) Evaluación ambiental, logística y económica del sistema para asegurar sostenibilidad y viabilidad a largo plazo del proyecto.

Este enfoque exhaustivo en la etapa de factibilidad asegura una caracterización precisa del sitio, minimiza riesgos geotécnicos y optimiza el diseño de las cimentaciones, contribuyendo al éxito del proyecto.



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:37 de 70	

#### 1.4.6 ESTUDIOS TÉCNICOS DE OPERATIVIDAD HIDRÁULICA DEL EMBALSE MAZAR Y ESTUDIOS AVANZADOS DE SISTEMAS DE ANCLAJE.

##### a) Análisis estructural del sistema de fondeo y plataformas flotantes

Con base en los estudios batimétrico, geológico y geotécnico, el Consultor desarrollará un análisis estructural preliminar del sistema de fondeo de la planta flotante considerando condiciones estáticas y dinámicas, incluyendo oleaje, viento, corriente, variabilidad del nivel del embalse y esfuerzo mecánico transmitido por las plataformas fotovoltaicas. Este análisis deberá aplicar métodos de elementos finitos utilizando software especializado. Se deberá definir el comportamiento tensional, desplazamientos permitidos, frecuencia natural del sistema flotante-anclaje, coeficientes de amortiguamiento, y estimación de fatiga por ciclos. Las normativas de referencia incluirán, entre otras, DNV e IEC, vigentes.

El análisis estructural contemplará la definición explícita de estados de diseño operacional, extremo y de supervivencia con sus combinaciones y factores de seguridad; la evaluación del sistema en condición dañada, como la rotura de una línea de amarre, garantizando su redundancia; la fijación de criterios de excursión máxima admisible y distancias mínimas entre plataformas; la verificación de posibles resonancias entre las frecuencias naturales del sistema y los periodos dominantes de oleaje o viento; el desarrollo de análisis de sensibilidad en parámetros clave como resistencia no drenada, coeficiente de arrastre o masa añadida; y finalmente la presentación de una matriz de cargas de diseño que documente la interfaz entre plataformas, líneas y anclajes para su trazabilidad en posibles estudios posteriores.

##### b) Evaluación de operabilidad hidrodinámica del embalse.

El consultor realizará un modelado hidrodinámico del embalse Mazar en la zona de implantación, considerando escenarios extremos de operación, incluyendo estiajes y crecientes rápidas, bajo el marco de operación real del embalse. Este estudio deberá considerar variables como caudales de ingreso y salida, vientos predominantes, estratificación térmica, y comportamiento de corrientes internas. El modelado se ejecutará mediante software especializado, validado con registros históricos y datos de campo. El objetivo será determinar zonas con dinámica potencialmente crítica para la estabilidad del sistema flotante, así como identificar restricciones operativas que deban ser integradas en el diseño del sistema estructural y de anclaje. El modelo incluirá análisis transitorio y simulaciones multiestacionales.


Además se deberá incorporar un protocolo claro de calibración y validación del modelo hidrodinámico, estableciendo métricas cuantitativas como RMSE, NSE y sesgo, junto con los periodos y estaciones utilizadas; documentar la resolución de malla y las condiciones de borde aplicadas, especialmente las asociadas a la operación del embalse; incluir el acoplamiento viento-oleaje o, en su defecto, justificar técnicamente su exclusión; generar mapas de zonificación que identifiquen áreas con corrientes por encima de umbrales críticos, turbulencia, potencial de socavación y ventanas operativas para mantenimiento; y finalmente considerar escenarios de drawdown rápido y combinaciones de eventos extremos como viento con crecientes, de modo que se garantice la robustez del diseño ante condiciones críticas.

##### c) Análisis avanzado de cargas hidrodinámicas y criterios de diseño estructural

El Consultor deberá desarrollar un análisis hidrodinámico avanzado con el fin de estimar con precisión las cargas que el entorno físico del embalse ejercerá sobre las estructuras flotantes del sistema fotovoltaico. Estas cargas incluyen fuerzas generadas por el viento, oleaje y corrientes superficiales, considerando tanto condiciones normales de operación como escenarios extremos.

El análisis deberá sustentarse en:

- Datos meteorológicos históricos de la zona (velocidad y dirección del viento).
- Condiciones hidráulicas del embalse, incluyendo:

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:38 de 70	

- Distancia efectiva de fetch (distancia libre de obstáculos donde el viento sopla de forma continua sobre el agua).
- Profundidad del embalse y exposición geográfica.
- Presencia de corrientes locales o influencias hidráulicas inducidas por operación de la represa.

Para el desarrollo de estos cálculos, el Consultor aplicará como base la norma IEC TS 62738, complementada con las normas IEC 61724, IEC 61215 (para aspectos de durabilidad) y referencias técnicas como DNVGL-RP-C205 para la estimación de fuerzas por oleaje y corrientes; así como cualquier otra normativa vigente a la fecha.

Asimismo, se recomienda la aplicación de modelos matemáticos como la ecuación de Morison o métodos computacionales equivalentes, utilizando herramientas especializadas en dinámica de fluidos (CFD), si se considera necesario.

Como resultado del análisis, el Consultor deberá:

- Determinar las fuerzas horizontales y verticales netas que actúan por unidad de módulo flotante y por conjunto estructural.
- Establecer el rango de esfuerzos que deberán resistir los sistemas de anclaje, amarres, flotadores, pasarelas y conexiones articuladas.
- Proponer criterios preliminares de diseño estructural alineados con los resultados del análisis.

#### **d) Modelación de sistemas de anclaje y evaluación técnica comparativa**

Con base en los resultados de la batimetría, geotecnia y análisis hidrodinámico, el Consultor deberá modelar al menos tres alternativas de posicionamiento y tecnología del sistema de anclaje, incluyendo tipologías como anclajes por peso muerto, anclajes helicoidales, líneas elásticas, pilotes empotrados. Cada alternativa será evaluada en términos de resistencia estructural, estabilidad frente a cizalladura del fondo, adaptabilidad ante fluctuaciones del nivel del embalse, flexibilidad operativa, mantenimiento, costo y tiempo de instalación. Se utilizarán herramientas especializadas de análisis estructural e hidráulico, o modelos propios validados con normativa vigente y aceptados por CELEC EP.

Se determinarán estrategias óptimas de diseño por alternativa, incluyendo:


- Cantidades y distribución espacial de puntos de anclaje.
- Ángulos y longitudes de amarres.
- Profundidades de empotramiento o pesos requeridos.
- Tensiones máximas estimadas por punto de anclaje.

Todo ello conforme a los criterios de seguridad y recomendaciones de diseño para estructuras flotantes en agua dulce.

#### **e) Selección técnica justificada del sistema de anclaje y recomendaciones para diseño.**

El Consultor realizará un análisis técnico comparativo estructurado y riguroso para seleccionar la solución de anclaje más adecuada para las condiciones específicas del embalse Mazar, considerando tanto la factibilidad técnica como la sostenibilidad operativa del sistema durante su vida útil. Esta selección no será arbitraria ni meramente cualitativa, sino que se desarrollará como parte de un análisis multicriterio integral, en la que intervendrán ponderaciones consensuadas con CELEC EP como entidad contratante, stakeholders y expertos sectoriales.

Para ello, se valorarán criterios clave tales como: capacidad estructural del sistema de anclaje (resistencia a cargas compuestas), compatibilidad geotécnica con las características del lecho (según estratigrafía y parámetros mecánicos), estabilidad hidrodinámica frente a condiciones

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:39 de 70	

extremas de oleaje y viento, flexibilidad estructural ante la variación estacional del espejo de agua, facilidad de mantenimiento a lo largo de la operación y costos de suministro e instalación.

Las ponderaciones de los criterios serán construidas en conjunto con CELEC EP a través de reuniones técnicas, validaciones sucesivas y consenso documentado, asegurando que la alternativa seleccionada no solo cumpla con criterios técnicos objetivos, sino que también esté alineada con la visión institucional, las restricciones presupuestarias y las expectativas de operación del proyecto.

El resultado de este proceso será una solución de anclaje seleccionada técnica y estratégicamente, que incluirá un esquema gráfico detallado, diseño estructural correspondiente, memoria de cálculo estructural, especificaciones técnicas, cantidades de obra, precios unitarios y recomendaciones normativas. Este enfoque garantizará que la decisión esté fundamentada en evidencia técnica robusta, en un marco metodológico reproducible y validado, y reducirá sustancialmente la incertidumbre técnica y los riesgos en la fase de ingeniería definitiva.

#### **1.4.7 DISEÑO DEL SISTEMA FLOTANTE**

##### **a) Diseño del sistema de plataforma flotante para módulos fotovoltaicos**

El consultor desarrollará el diseño detallado de la plataforma flotante que soportará los módulos fotovoltaicos, sobre la base de la configuración óptima y la caracterización geotécnica e hidrodinámica, obtenidas en actividades previas. Este diseño deberá cumplir con los lineamientos técnicos establecidos en la normativa IEC, DNV y las prácticas recomendadas API RP 2SK e ISO 19901-7 en lo relativo al comportamiento estructural frente a cargas ambientales. El diseño deberá considerar el tipo y disposición de módulos fotovoltaicos, densidad energética por m<sup>2</sup>, esquema de agrupación, inclinación de montaje, flotabilidad unitaria, estabilidad torsional y resistencia mecánica ante cargas combinadas. Además, se deberá garantizar la integridad estructural frente a condiciones extremas de oleaje, viento y fluctuación del nivel del embalse. Se deberá analizar al menos dos configuraciones estructurales viables de plataforma (centralizada tipo isla y modular escalable), considerando materiales (HDPE, aluminio marino, acero galvanizado), facilidad de ensamblaje y operación en campo. Se utilizará software especializado de diseño asistido por computadora en 3D, acompañado de modelaciones estructurales usando software especializado para evaluar la deformación, tensiones máximas y factores de seguridad bajo diferentes escenarios de carga (normal, crítica y extrema).


##### **b) Modelado estructural y simulación mecánico-hidrodinámica.**

El Consultor deberá realizar simulaciones estructurales y de interacción hidrodinámica entre la plataforma flotante y el cuerpo de agua, con especial énfasis en las zonas donde se espera mayor exposición al viento y oleaje, así como en los puntos de articulación y conexiones mecánicas. Se deberán definir las condiciones de contorno de operación, coeficientes de oleaje, dirección predominante del viento, y perfil batimétrico del lecho. Las simulaciones hidrodinámicas deberán incluir un Análisis de Respuesta de Amplitud de Operación (RAO) de la plataforma para los seis grados de libertad de movimiento (heave, pitch, roll, surge, sway y yaw)

El cálculo del RAO se realizará en el dominio de la frecuencia para caracterizar la sensibilidad de la plataforma a las condiciones de oleaje del embalse y para identificar las frecuencias naturales del sistema.

Los resultados del RAO se utilizarán como función de transferencia para generar el espectro de respuesta dinámica y las series temporales de movimiento y carga en el dominio del tiempo, sirviendo como insumo crítico para la subsiguiente evaluación de las cargas en el sistema de anclaje y el análisis de fatiga estructural.

Las cargas se definirán según las especificaciones de la normativa vigente IEC y DNVGL. El resultado deberá incluir visualizaciones de desplazamiento, tensiones máximas por componente, mapas de presión sobre los flotadores, condiciones de falla simuladas, y recomendaciones para

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:40 de 70	

el diseño redundante. El objetivo es garantizar que la estructura flotante resista condiciones extremas sin comprometer la integridad del sistema ni la continuidad operativa. Se deberán presentar los resultados de las simulaciones realizadas mediante, visualizaciones gráficas en 3D y animaciones dinámicas.

#### **c) Especificaciones técnicas del sistema flotante**

Con base en los resultados de la modelación, el Consultor deberá definir especificaciones técnicas para el sistema flotante, incluyendo dimensiones y geometría de la plataforma, tipo de unión estructural, materiales resistentes a rayos UV y afección biológica, módulos de flotación por unidad de generación, sistema de pasarelas, acceso seguro para operación y mantenimiento, compatibilidad con protecciones perimetrales, sensores ambientales e integración de sistemas SCADA.

Se deberá realizar un análisis de compatibilidad de materiales y el diseño de un sistema de protección para cualquier componente metálico sumergido o en contacto con el agua, priorizando estrategias como aislamiento dieléctrico, uso de recubrimientos protectores y la separación galvánica de puestas a tierra (del sistema metálico sumergido y la red de tierra en la zona terrestre) si fuera el caso.

Además, se deberán incluir catálogos referenciales, fichas técnicas de proveedores certificados internacionales y estimaciones de peso, volumen, transporte y logística de instalación. También se deberá realizar una estimación preliminar de vida útil y plan de reemplazo o mantenimiento mayor, conforme a prácticas de diseño robusto.

#### **d) Diseño del sistema de anclaje y amarre.**

El Consultor deberá desarrollar el diseño detallado del sistema de anclaje y amarre, basándose en la alternativa seleccionada previamente, ajustada a la disposición final del campo fotovoltaico. El diseño deberá contemplar disposición de líneas de amarre, optimizando geometría y ángulos para garantizar estabilidad en condiciones operativas y extremas., tipo de anclaje (peso muerto, helicoidal, pilotes, entre otros) de acuerdo con las condiciones y modelaciones batimétricas, geológicas y geotécnicas del sitio, número de puntos de anclaje por conjunto con definición de cargas de diseño y de ser necesario, redundancia para evitar fallas por sobreesfuerzo, tipo de unión (rótulas, bisagras, amortiguadores), y criterios de seguridad estructural.


Se deberá realizar un análisis de la interacción suelo-anclaje para evaluar la capacidad de carga, el desplazamiento y la estabilidad a largo plazo del sistema de anclaje. Este análisis, basado en la caracterización geotécnica de los posibles puntos para anclaje (obtenida en fases previas), es esencial para seleccionar el tipo de anclaje más adecuado y asegurar que no haya un fallo por arrastre o levantamiento.

La validación de esfuerzos se realizará mediante simulaciones en condiciones de carga combinada (viento, oleaje, peso propio, arrastre, entre otras), considerando coeficientes de seguridad mínimos según normativa ISO vigente, y será modelada con software especializado o herramientas FEM. Se deberá especificar los materiales estructurales, longitudes, métodos de hincado o lastre, y plan de inspección estructural. Se deberá incluir además una evaluación preliminar de fatiga estructural ante ciclos de carga, para predecir la vida útil de los componentes críticos y las uniones.

Este análisis debe asegurar que el diseño es capaz de soportar la vida útil de operación esperada sin fallas por fatiga.

### **1.4.8 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO Y LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN AL SNI**

#### **a) Diseño del sistema eléctrico interno DC/AC del campo fotovoltaico**

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:41 de 70	

El Consultor desarrollará el diseño detallado del sistema eléctrico interno de generación desde los strings/arreglos fotovoltaicos hasta la subestación de interconexión. Este diseño deberá contemplar la arquitectura de generación en corriente continua (DC) incluyendo la definición del número óptimo de módulos por string, la agrupación de strings por cajas de conexión (DC combiner boxes), la selección de conductores y canalizaciones flotantes, así como la configuración de inversores (centralizados o descentralizados) según la topología del sistema flotante definida previamente. Se deberán evaluar al menos dos esquemas de inversión: un sistema centralizado, donde los inversores se agrupan en estaciones flotantes o en tierra firme, y un sistema descentralizado con inversores distribuidos módulo a módulo o por clústeres. El diseño de la arquitectura de inversores incluirá el análisis comparativo de eficiencia energética, confiabilidad, facilidad de mantenimiento en ambiente flotante, y costo total de operación y mantenimiento. Para inversores centralizados, se evaluarán configuraciones de capacidad en MW por unidad con análisis de redundancia N-1, ubicación óptima en plataformas flotantes dedicadas o en tierra, y requerimientos de climatización en ambiente tropical húmedo.

El análisis incluirá la evaluación de inversores de string distribuidos sobre plataformas flotantes, considerando ventajas de reducción de cableado DC, mayor flexibilidad operativa, y facilidad de mantenimiento versus complejidad de instalación y mayor cantidad de equipos expuestos a ambiente acuático.


La evaluación técnica de inversores incluirá análisis de eficiencia ponderada según perfil de irradiación del sitio, capacidad de seguimiento de punto de máxima potencia bajo condiciones de sombreado parcial, robustez ante variaciones de temperatura y humedad en ambiente acuático, capacidades de comunicación y monitoreo remoto, y cumplimiento del Código de Conexión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano.

Se implementarán análisis de armónicos generados por diferentes tecnologías de inversores, especificando filtros de salida necesarios para cumplimiento de normas de calidad de energía IEEE/ANSI e IEC vigentes.

El diseño incluirá la especificación de los sistemas de protección DC incluyendo fusibles o interruptores automáticos (circuit breakers), cajas de interconexión de strings, dispositivos de protección contra sobretensiones Clase I y II según normativa IEC vigente, sistemas de detección de arco eléctrico según normativa NEC vigente, y sistemas de desconexión rápida para cumplimiento de códigos de seguridad. La configuración de monitoreo incluirá medición de parámetros eléctricos a nivel de string/arreglo fotovoltaico, caja de interconexión de strings, e inversor, con sistemas de comunicación redundante para transmisión de datos al sistema SCADA central. La selección deberá basarse en criterios de eficiencia energética, confiabilidad, facilidad de mantenimiento, costos de inversores y conducción, y compatibilidad con el entorno flotante. Los cálculos eléctricos deberán incluir caídas de tensión, sección de conductores según normativa IEC vigente, corrientes de cortocircuito, dimensionamiento de protecciones, coordinación selectiva, protecciones contra sobretensión y sobrecorriente, y esquemas de puesta a tierra. Se utilizará software especializado para modelar los flujos de carga, la generación horaria, las pérdidas eléctricas, etc., de acuerdo con lo establecido en las regulaciones vigentes.

#### **b) Diseño de la subestación**

El Consultor definirá el diseño de la subestación de transformación de la planta solar, incluyendo la transformación desde el nivel medio voltaje hasta 230 kV, que corresponde al nivel de interconexión definido por la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión (DPDPE) de CELEC EP en la subestación Taday (ver Anexo 4). El diseño incluirá la selección de transformadores elevadores, tableros de media tensión, sistema de protecciones primarias y secundarias, sistema de control, sistemas de puesta a tierra, análisis de arco eléctrico, sistema SCADA local para monitoreo y control remoto de la planta fotovoltaica flotante, con capacidades de comunicación redundante entre la planta flotante y la subestación terrestre, y sistemas auxiliares (DC, UPS, aire acondicionado, sistema contra incendios, respaldo de energía etc).. Se

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:42 de 70	

deberá generar el layout eléctrico unifilar, la disposición en planta y la especificación de equipos, conforme a las normas IEC, IEEE.

El diseño de la subestación deberá contemplar límites audibles producidos por efecto corona y otros, con la finalidad de evitar afectación al entorno circundante.

Como parte de esta fase, el Consultor desarrollará la ingeniería específica para la línea de media tensión que conectará la planta fotovoltaica flotante con la subestación terrestre, incluyendo especificaciones técnicas de cables submarinos, sistemas de protección mecánica, métodos de instalación, y sistemas de monitoreo de integridad. El diseño considerará las condiciones específicas del embalse Mazar incluyendo profundidades variables, tipos de fondo, actividad sísmica, y operación del embalse. La metodología incluirá análisis de capacidad de corriente de cables submarinos considerando condiciones térmicas específicas del agua del embalse, resistividad térmica de sedimentos del fondo, y agrupamiento de cables. Se desarrollarán especificaciones de instalación incluyendo equipos especializados de tendido submarino, procedimientos de empalme, pruebas de integridad dieléctrica, y sistemas de protección catódica contra corrosión. El diseño incluirá sistemas de monitoreo continuo de temperatura de cables, detección de fallas a tierra, y localización de fallas mediante técnicas de reflectometría en dominio del tiempo.

#### **c) Diseño de la red de evacuación eléctrica a 230 kV y selección de trazado óptimo.**

El Consultor desarrollará estudios técnicos integrales para la evaluación de la alternativa de conexión de la planta fotovoltaica flotante al Punto de Conexión Común (PCC) a nivel de 230 kV del Sistema Nacional Interconectado (SNI), considerando el informe de estudios de interconexión realizado por la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión (DPDPE) de CELEC EP (ver anexo 4).


La metodología incluirá el levantamiento topográfico detallado de los posibles trazados de las rutas, utilizando tecnología LiDAR (y levantamiento de información recopilada mediante recorridos in situ por parte de personal del consultor), con precisión centimétrica para identificación de obstáculos, cruces de infraestructura, áreas ambientalmente sensibles, y restricciones de servidumbre.

El análisis incluirá evaluación técnica de longitudes de circuito, número y complejidad de cruces de ríos, carreteras y de ser el caso, otras líneas de transmisión, requisitos de torres especiales, accesibilidad para construcción y mantenimiento, y condiciones geotécnicas a lo largo de las posibles rutas. Se implementarán estudios geológicos, de susceptibilidad y geotécnicos específicos mediante sondeos dirigidos que se realizarán en todas las ubicaciones donde se instalarán las estructuras tanto de retención, suspensión o ángulo, determinando capacidad portante, estabilidad de taludes, y parámetros de diseño de fundaciones, esto como insumo para la realización del diseño electromecánico de la línea de transmisión en un software específico para el efecto, y los diseños de las mallas de tierra para la línea de transmisión según los requerimientos de este documento, para lo que se tendrá que realizar la medición de la resistividad del suelo.

El análisis técnico-económico incluirá estimación detallada de costos de construcción considerando la zona de implantación de la S/E Fotovoltaica, costos de estructuras, conductores, herrajes, equipos de protección, obras civiles y accesos.

La memoria de diseño deberá incluir como mínimo: coordinación de aislamiento, apantallamiento, campos electromagnéticos, radio interferencia, ruido audible, pérdidas (corona, joule), límite térmico, cálculos mecánicos de conductores y cables de guarda, cálculo de los árboles de carga, tipos de estructuras. Se deberá incluir el plantillado (ubicación de estructuras en el perfil longitudinal y planimetría); tabla de ubicación de estructuras, parámetros y criterios generales para el plantillado de la línea de transmisión (condiciones climáticas, altura sobre el nivel del mar, criterios de tendido, etc.), tablas de tendido. Se ejecutarán los cálculos eléctricos de capacidad de transporte, cálculo de pérdidas eléctricas por configuración, ubicación y número



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:43 de 70	

de torres, así como dimensionamiento de conductores, apoyos y equipos de protección y control según la normativa vigente, regulación de voltaje, estudios de flujos de carga y estabilidad transitoria, así como el diseño de puesta a tierra y diseño de protección contra descargas atmosféricas.

Además de lo anterior, se deberá realizar el diseño estructural (con su respectiva memoria de cálculo) de los diferentes tipos de estructuras autosoportantes de acero galvanizado y fundaciones requeridas para el trazado propuesto de la línea. Para ambos casos, se deberá entregar: planos por tipo de fundación y por tipo de estructura (en formato .dwg y pdf), diagramas de excavación, especificaciones técnicas de la obra civil y presupuesto referencial de la obra civil.

Todo lo anterior deberá ser evaluado y contrastado con los hallazgos de campo obtenidos mediante recorridos detallados por la zona del posible trazado, registrando a través de recorrido observaciones del terreno, accesos, obras civiles existentes y cualquier evidencia de procesos geodinámicos activos.


Como parte de esta fase, el Consultor desarrollará la ingeniería específica para la línea de media tensión que conectará la planta fotovoltaica flotante con la subestación terrestre, incluyendo especificaciones técnicas de cables submarinos, sistemas de protección mecánica, métodos de instalación, y sistemas de monitoreo de integridad. El diseño considerará las condiciones específicas del embalse Mazar incluyendo profundidades variables, tipos de fondo, actividad sísmica, y operación del embalse. La metodología incluirá análisis de capacidad de corriente de cables submarinos considerando condiciones térmicas específicas del agua del embalse, resistividad térmica de sedimentos del fondo, y agrupamiento de cables. Se desarrollarán especificaciones de instalación incluyendo equipos especializados de tendido submarino, procedimientos de empalme, pruebas de integridad dieléctrica, y sistemas de protección catódica contra corrosión. El diseño incluirá sistemas de monitoreo continuo de temperatura de cables, detección de fallas a tierra, y localización de fallas mediante técnicas de reflectometría en dominio del tiempo.

En todos los casos, el diseño de las líneas de transmisión deberá contemplar límites audibles producidos por efecto corona y otros, con la finalidad de evitar afectación al entorno circundante.

#### **d) Diseño de la ampliación de la subestación Taday 230 kV**

El diseño de la ampliación de la subestación Taday para integrar una bahía de 230 kV, deberá considerar:

- Requisitos funcionales y diseño de bahía de 230 kV.
  - Definición de la configuración de la bahía (barra simple, barra doble etc.) basándose en criterios de confiabilidad, costos de construcción, costos de mantenibilidad, especificando y justificando los criterios para el diseño de bahía de transformador.
- Diseño mecánico y civil / estructural.
  - Análisis de emplazamiento: verificar la disponibilidad de espacio dentro del perímetro de la subestación existente para la nueva bahía de 230 kV (con sus respectivas distancias de seguridad).
  - Estudio geotécnico: si amerita realizar un estudio de suelo para el diseño de cimentaciones.
  - Diseño de las cimentaciones para los equipos de patio considerando cargas sísmicas y de viento
  - Diseño del sistema de drenaje pluvial para el área destinada a la bahía y diseño de la contención de aceite o fuego para los transformadores (si aplica).
  - Diseño de puesta a tierra y apantallamiento: se requiere que el consultor evalúe la ampliación de la malla de puesta a tierra existente para garantizar que los niveles de

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:44 de 70	


voltaje de paso y toque se mantengan en límites seguros. Además, se deberá calcular la nueva corriente de falla. Se deberá calcular la altura y el radio de protección requeridos por las nuevas estructuras de 230 kV y la nueva bahía para asegurar una cobertura total contra descargas atmosféricas.

- Especificación y selección de equipos.
  - Definición de niveles de aislamiento de equipos de patio.
  - Selección de aparamenta de 230 kV (disyuntores, seccionadores, TCs y TPs, entre otros)
  - Selección y diseño de transformador (potencia, impedancia, capacidad de sobrecarga, límites de operación).
  - Diseño de las barras rígidas o flexibles, incluyendo el cálculo de flechas, esfuerzos mecánicos y el espaciamiento eléctrico para 230 kV.
- Control, protecciones y comunicaciones.
  - Diseñar los esquemas de protección para la nueva bahía (ej. protección principal de línea, protección de respaldo) y asegurar su coordinación con los relés existentes y con la central fotovoltaica.
  - Seleccionar e integrar los equipos de control y telemetría al Sistema SCADA existente de la subestación y del centro de control, cumpliendo con los protocolos de comunicación establecidos de acuerdo con los requerimientos del operador nacional de electricidad.
  - Dimensionar la ampliación del sistema de corriente directa (CD) (baterías y cargadores) y de corriente alterna (CA) (tableros de distribución) para alimentar el control y las protecciones de la nueva bahía.
- Estudios eléctricos:
  - Simulación de flujos de potencia integrando la operación de la central solar flotante al SNI, analizando cargabilidad de líneas, transformadores y perfiles de voltaje en el PCC y nodos adyacentes.
  - Estudio de cortocircuito, con el correspondiente cálculo de falla máxima simétrica y asimétrica en la barra de 230 kV y la barra existente de 138 kV, asegurando que los equipos propuestos y equipos existentes tengan capacidad de soportar e interrumpir los niveles de falla.
  - Analizar el comportamiento dinámico del sistema ante grandes perturbaciones, por ejemplo, pérdida de una línea, falla de la central fotovoltaica, etc... Se deberá verificar que la central fotovoltaica no comprometa la estabilidad del sistema de transmisión y que cumpla con el Código de Conexión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano y otras regulaciones determinadas por la autoridad competente y operador nacional de electricidad.

#### **e) Sistemas de monitoreo y gestión de activos**

El Consultor implementará el diseño de sistemas integrales de monitoreo y gestión de activos específicos para la planta fotovoltaica flotante, incluyendo lo siguiente:

- Capacidad de monitorear el rendimiento de las cadenas (strings) y módulos para identificar fallas, degradación o sombras.
- Adquisición de datos en tiempo real de todos los parámetros según la configuración de implementación de los inversores (potencia activa/reactiva, voltaje, frecuencia, temperatura).
- Monitoreo de transformadores y equipos de media tensión (celdas, interruptores) para registrar parámetros de calidad de energía, temperatura, tensión, amperaje y otros parámetros operativos.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:45 de 70	

- Cálculo automático del ratio de rendimiento de la planta, comparando la producción real con la producción teórica esperada bajo las condiciones de irradiancia medidas.
- Datos de inclinación de plataforma flotante y tensiones en sistemas de anclaje para detección temprana de fallos o estiramiento excesivo en los puntos de amarre, evitando la deriva de las estructuras flotantes.

El diseño del sistema de monitoreo y gestión de activos deberá sustentarse en principios de escalabilidad, robustez, alta disponibilidad y resiliencia respecto a respaldo de energía y comunicaciones, ciberseguridad, especialmente si el sistema de monitoreo de la central fotovoltaica se integra al actualmente existente en la central hidroeléctrica considerando protección contra accesos no autorizados o ataques que puedan comprometer la operación del Sistema Nacional Interconectado (SNI).

Se deberá incluir una interfaz intuitiva que integre la siguiente información:

- Diagrama unifilar y representación gráfica e interactiva de la subestación de maniobra de la planta.
- Indicación en tiempo real del estado de interruptores y seccionadores.
- Variables eléctricas: voltaje, corriente y frecuencia en los puntos clave de conexión (barras, transformadores).
- Monitoreo de la potencia e inyección de energía en el punto de conexión a la red.
- Monitoreo de anclajes y plataforma flotante: monitoreo de tensión real en los sistemas de amarre, comparándolas con los límites de diseño (alarmas por sobrecarga). Medición e indicadores gráficos del movimiento de la plataforma para verificar que no excedan las tolerancias de diseño.
- Registros históricos de velocidad del viento y radiación solar.


Además de lo anterior, el sistema permitirá el monitoreo de condiciones ambientales, desempeño energético, integridad estructural, y sistemas de seguridad. La plataforma de monitoreo incluirá sensores distribuidos para medición de parámetros como inclinación de plataformas flotantes, tensiones en sistemas de anclaje, corrosión de componentes metálicos, y bio-incrustación en estructuras sumergidas. El sistema incluirá capacidades de análisis predictivo para optimización de operación y mantenimiento, detección temprana de fallas, y predicción de vida útil de componentes críticos. Se implementarán protocolos de comunicación robustos entre sensores distribuidos en la planta flotante y sistemas centrales de control, utilizando tecnologías como fibra óptica, comunicaciones por radiofrecuencia, y sistemas satelitales para redundancia. El diseño incluirá interfaz con sistemas corporativos de CELEC EP para integración con procesos de gestión de activos y mantenimiento existentes.

#### **1.4.9 CAMPAMENTOS, TALLERES, BODEGAS, GARITAS, LABORATORIOS Y OTRAS FACILIDADES**

El Consultor llevará a cabo una evaluación de las facilidades e infraestructura existente en los campamentos de CELEC SUR en el área del proyecto. La evaluación deberá incluir la demanda de personal permanente y eventual, actual y futura, con la finalidad de determinar si los mismos son aptos para ser reutilizados, para las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto fotovoltaico.

En este contexto, con lo anteriormente mencionado, el Consultor deberá establecer de manera justificada la necesidad del diseño y construcción de nueva infraestructura que será considerada en las siguientes fases del proyecto, estableciendo los estudios necesarios que cumplan con los requerimientos técnicos y el funcionamiento de este tipo de infraestructura.

#### **1.4.10 VÍAS DE ACCESO**

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:46 de 70	

Realizar el diseño de los caminos de acceso a los sitios de obra de las diferentes alternativas a ser analizadas del proyecto que sean necesarios y a ser utilizados en la etapa de operación y mantenimiento (vías de acceso permanentes).

Realizar el diseño de las variantes requeridas para los tramos de vías existentes, que de ser el caso serían afectados por obras del proyecto (vías de acceso permanentes).

Para el caso de las vías permanentes antes referidas los estudios y diseños incluirán al menos los siguientes aspectos:

- Diseño geométrico
- Criterios geológicos
- Diseños geotécnicos
- Diseños estructurales, hidráulicos
- Diseño de obras de arte
- Diseño de puentes y/o túneles (en caso de requerirse)
- Diseño de capa de rodadura (en correspondencia con su uso y características de la infraestructura a la que permite el acceso)
- Diseño de señalización
- Costos y presupuestos
- Cronograma de obra
- Memorias técnicas y criterios de diseño
- Especificaciones técnicas
- Planos

Realizar el diseño de los caminos de acceso para la construcción del proyecto de las diferentes alternativas a ser analizadas del proyecto hidroeléctrico, bancos de material y escombreras, fundamentalmente con fines de cuantificar costos (vías de acceso temporales), que incluirán los siguientes aspectos.


- Diseño geométrico
- Criterios geológicos
- Diseños geotécnicos
- Diseño de puentes y/o túneles (en caso de requerirse)

#### **1.4.11 ESTUDIOS AMBIENTALES, GESTION SOCIOAMBIENTAL Y LICENCIAMIENTO.**

Con el objetivo de obtener las autorizaciones administrativas ambientales (licencias ambientales), los estudios ambientales deberán ser ejecutados por una Empresa Consultora Tipo I de Alto Impacto acreditada y calificada ante la autoridad competente. Los dos procesos iniciarán con la categorización y obtención del certificado de intersección, continuará con la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) y del Informe de sistematización del proceso de participación ciudadana, y concluirá con el pronunciamiento favorable de aprobación de los EsIA.

Los EsIA deberá contener como mínimo:

- Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades y tecnologías a implementarse, con la identificación de las áreas geográficas a intervenir;
- Análisis de alternativas de las actividades del proyecto;
- Demanda de recursos naturales por parte del proyecto y, de ser aplicable, las respectivas autorizaciones administrativas para su utilización;
- Diagnóstico ambiental de línea base, que incluya el detalle de los componentes físicos, bióticos y los análisis socioeconómicos y culturales;
- Inventario forestal, de ser aplicable;
- Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles;
- Análisis de riesgos, incluyendo los riesgos del ambiente al proyecto y del proyecto al ambiente;

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:47 de 70	

- Evaluación de impactos socioambientales;
- Plan de manejo ambiental y sus respectivos subplanes; y
- Cualquier otro requisito que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

Adicionalmente, los EsIA deberá incorporar las observaciones técnica y económicamente viables derivadas del proceso de participación ciudadana, dejando constancia de ello en el estudio y en el Informe de sistematización correspondiente.

#### a) Elaboración de línea base ambiental integral

El Consultor ejecutará un estudio integral de línea base ambiental del embalse Mazar y su área de influencia directa e indirecta, implementando metodologías estandarizadas para la caracterización de los componentes físico, biótico y socioeconómico, de conformidad con los protocolos establecidos por el órgano de regulación y control ambiental del Ecuador y las mejores prácticas internacionales (Estándares de Desempeño del Banco Mundial/IFC).

La caracterización de los ecosistemas acuáticos incluirá estudios de comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton), comunidades bentónicas, ictiofauna y vegetación acuática, aplicando técnicas de muestreo estratificado espacial y temporalmente representativo.

Se realizará el análisis físico-químico y bacteriológico del agua del embalse conforme a los parámetros de la normativa ecuatoriana vigente y/o estándares internacionales (EPA, WHO), incluyendo determinaciones de oxígeno disuelto, pH, conductividad, turbidez, nutrientes (nitrógeno y fósforo), metales pesados e indicadores bacteriológicos.

La biodiversidad se evaluará mediante índices ecológicos (Shannon-Weaver, Simpson y Margalef), complementados con análisis multivariados (CCA, PCA o equivalentes) para identificar patrones de distribución de comunidades y factores ambientales determinantes.

Se incluirá un análisis de los componentes abióticos (clima, geología, geomorfología, suelos, calidad de aire, ruido ambiental, radiación solar y vientos) y de los componentes socioeconómicos (usos actuales del embalse, pesca artesanal, recreación, turismo, percepción social y dinámica económica local).

Los resultados deberán conformar la línea base ambiental y social de referencia para la valoración de impactos, los modelos limnológicos y climáticos, y la formulación del Plan de Manejo Ambiental.

#### b) Identificación y valoración de impactos ambientales y sociales


El Consultor desarrollará una matriz exhaustiva de identificación y valoración de impactos ambientales y sociales, aplicable a las fases de construcción, operación, mantenimiento y retiro del proyecto fotovoltaico flotante y sus obras anexas.

Se deberán emplear metodologías formalizadas como el método de Leopold modificado, la matriz de importancia relativa y el análisis de sensibilidad, entre otros.

Los impactos se categorizarán según su magnitud, extensión, duración, reversibilidad, frecuencia, sinergia y probabilidad de ocurrencia, priorizando aquellos que requieran medidas de mitigación o compensación crítica.

El análisis incluirá, como mínimo, los siguientes impactos:

- Físico-ambientales: alteración de calidad del agua por reducción del intercambio gaseoso y acumulación de nutrientes; modificación del régimen hidrodinámico y patrones de sedimentación; interferencia con la operación hidráulica del embalse; emisiones temporales de ruido, polvo y gases; contaminación localizada por lubricantes, pinturas o residuos de mantenimiento, entre otros.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:48 de 70	

- **Bióticos:** alteración de hábitats acuáticos; cambios en la distribución y estructura de comunidades biológicas (fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados, peces y vegetación ribereña); afectación de corredores de migración y reproducción de especies acuáticas; interferencia con aves acuáticas y migratorias por reflejos, sombras o estructuras flotantes; contaminación por materiales del sistema fotovoltaico (metales, polímeros o compuestos anticorrosivos), entre otros.
- **Sociales y de paisaje:** afectación a usos del embalse (pesca artesanal, turismo, recreación, navegación menor); cambios en la percepción visual y paisaje escénico; impactos en empleo y economía local; percepciones sociales y posibles conflictos por uso del espejo de agua; riesgos laborales por trabajo sobre cuerpos de agua; riesgos asociados a eventos naturales extremos (vientos, crecidas, sismos), entre otros.
- **Acumulativos y sinérgicos:** interacción con otras centrales hidroeléctricas del sistema Paute–Mazar–Molino–Sopladora; riesgos tecnológicos y de contaminación accidental; influencia del cambio climático y variabilidad hidrológica sobre los componentes ambientales y sociales.

El resultado será una matriz de valoración de impactos que identifique la significancia y priorización de cada impacto, los componentes afectados y la fase del proyecto.

#### c) Evaluación de impactos ambientales específicos

El Consultor desarrollará una evaluación integral, cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales específicos derivados de la implementación de la tecnología fotovoltaica flotante en el embalse Mazar, con el objetivo de identificar, predecir y valorar los efectos sobre los ecosistemas acuáticos y las comunidades biológicas asociadas.

El estudio se ejecutará mediante modelación numérica especializada con herramientas como CE-QUAL-W2, MIKE ECO Lab o software equivalente, que permitan analizar la temperatura superficial, estratificación térmica, penetración lumínica, oxigenación y ciclos de nutrientes, considerando la interacción con las condiciones hidrodinámicas y climáticas del embalse.

Asimismo, se realizará un análisis de riesgo ecológico bajo el marco conceptual de la EPA, abarcando la caracterización de exposición, relación dosis-respuesta y evaluación de efectos sobre especies representativas y hábitats críticos, incluyendo la identificación de impactos acumulativos y sinérgicos con otras actividades existentes en la cuenca del río Paute.

Como parte de esta evaluación, el contratista ejecutará estudios especializados de avifauna acuática y migratoria, conforme a los protocolos internacionales de la IAIA y BirdLife International, con el fin de determinar la magnitud de los riesgos por colisión, deslumbramiento o desplazamiento conductual.


Para ello se aplicarán métodos de monitoreo estacional, observación directa, registro acústico automatizado y, cuando sea aplicable, tecnología de radar aviar, complementados con modelos predictivos de riesgo y mortalidad aviar basados en experiencias internacionales.

El análisis deberá concluir con la propuesta de medidas de prevención, mitigación y compensación, tales como zonas libres de paneles, sistemas de disuasión aviar, control de iluminación y monitoreo continuo, con el propósito de mantener la funcionalidad ecológica del embalse y la conectividad de las rutas migratorias.

#### d) Análisis de efectos microclimáticos y limnológicos

El Consultor implementará estudios especializados de efectos microclimáticos y limnológicos derivados de la instalación fotovoltaica flotante.



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:49 de 70	

Se aplicará modelado numérico de alta resolución con software como WRF o ENVI-met o equivalentes para simular variaciones en patrones de viento, temperatura, humedad y evaporación.

Asimismo, se utilizarán modelos tridimensionales como Delft3D o MIKE 3D o su equivalente para evaluar estratificación térmica, circulación, mezcla estacional y productividad primaria del embalse, integrando mediciones in situ.

Se analizarán procesos biogeoquímicos (ciclos de carbono, nitrógeno, fósforo), tasas de fotosíntesis y respiración, y potencial de emisión de gases de efecto invernadero desde sedimentos.

El análisis considerará los efectos sobre usos actuales del embalse (abastecimiento, recreación, pesca) y su compatibilidad con la operación hidroeléctrica.

e) Evaluación de riesgos ambientales y sociales endógenos, exógenos y de sostenibilidad climática

El Consultor evaluará los riesgos ambientales y sociales derivados del cambio climático, considerando proyecciones de escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5.

Se deberán modelar los efectos de sequías prolongadas, lluvias extremas y eventos hidrometeorológicos severos sobre el nivel del embalse, entre otros.

Los resultados se integrarán en una matriz de riesgo ambiental y social, así como estrategias de gestión adaptativa ante escenarios climáticos futuros.

f) Desarrollo de Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Consultor elaborará un Plan de Manejo Ambiental (PMA) integral conforme a la normativa ambiental ecuatoriana y las mejores prácticas internacionales.

El PMA incluirá programas de prevención, mitigación, compensación, monitoreo, manejo de residuos, contingencias, capacitación ambiental, entre otros.

Deberán considerarse luego de su evaluación y en caso de ser significativas medidas adicionales a las otras y específicas como:


- Corredores libres para navegación y fauna acuática (en caso de aplicar).
- Sistemas de iluminación nocturna de baja intensidad.
- Protocolos de limpieza y mantenimiento sin uso de químicos agresivos.
- Monitoreo continuo de calidad del agua y biodiversidad.
- Protocolos de respuesta ante contingencias ambientales.

El PMA deberá estar debidamente cuantificado, con cronogramas, responsables, indicadores y mecanismos de verificación y auditoría.

g) Proceso de participación ciudadana y licenciamiento ambiental

El Consultor gestionará el proceso de participación ciudadana conforme a la normativa ambiental ecuatoriana vigente, incluyendo talleres informativos, y consultas a comunidades locales y actores sociales relevantes.

Deberá elaborar materiales informativos técnicamente precisos y socialmente accesibles, garantizando mecanismos inclusivos y documentación completa de aportes ciudadanos y respuestas técnicas.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:50 de 70	

El proceso de licenciamiento ambiental incluirá la preparación, presentación y seguimiento del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) ante el ente regulador, atención de observaciones técnicas, y obtención del pronunciamiento favorable del EslA.

El Consultor deberá implementar mecanismos de control de calidad documental y técnico que aseguren el cumplimiento integral de los requisitos legales y reduzcan el riesgo de retrasos en la aprobación.

*La información técnica detallada, metodologías específicas, cronogramas referenciales y formatos de subplanes constan en el Anexo 2 – Estudios Ambientales PMFV, el cual forma parte integral de los presentes Términos de Referencia.*

#### 1.4.12 ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO.


##### a) Determinación de costos de inversión, operación y mantenimiento.

El Consultor llevará a cabo una determinación de costos de inversión (CAPEX), detallando los rubros principales y el detalle de impuestos aplicable a cada rubro, mediante la obtención de cotizaciones directas de fabricantes y proveedores internacionales de equipos fotovoltaicos, sistemas flotantes, y componentes eléctrico-mecánicos especializados para aplicaciones acuáticas, o a su vez, la valoración de precios aplicando una base de datos que el Consultor recopile de diferentes proyectos. Por otro lado, para el caso de determinación de costos de obras, transporte y montaje el consultor deberá basarse en el análisis de precios unitarios. La metodología incluirá análisis de mercado de tecnologías fotovoltaicas flotantes a nivel global, considerando tendencias de precios, disponibilidad comercial de equipos, para proyectos de las características del proyecto.

Se implementarán análisis de sensibilidad económico - financiero considerando de variables relevantes las cuales serán definidas juntamente con la Contratante. La determinación de costos de operación y mantenimiento (OPEX) deberá incluir el detalle de rubros principales, así como los relacionados con mantenimientos de tipo preventivo, correctivo, mantenimientos mayores y otros correspondientes a los ciclos de vida del proyecto e impuestos aplicables a cada rubro. Para este fin se incluirá un análisis detallado de requerimientos específicos para plantas fotovoltaicas flotantes, considerando factores como accesibilidad para mantenimiento, frecuencia de limpieza de módulos en ambiente acuático, inspección de sistemas de anclaje, mantenimiento de cableado submarino, y reemplazo de componentes especiales o con vida útil menor a la del proyecto. Se desarrollarán modelos de degradación específicos para módulos fotovoltaicos en ambiente acuático, considerando efectos de humedad, bio-incrustación, y corrosión salina, basados en literatura técnica internacional y experiencia de proyectos operativos similares.

##### b) Desarrollo de modelos financieros base y sombra con análisis integral de riesgos.

El Consultor desarrollará modelos financieros base (determinístico) y modelo sombra (estocástico) para evaluar la viabilidad económica-financiera del proyecto. El modelo sombra incorporará un análisis cuantitativo de riesgos específicos incluyendo al menos: riesgos ambientales, riesgos geotécnicos asociados a estabilidad de sistemas de anclaje y condiciones del fondo del embalse, riesgos de operación por fallas de equipos y accesibilidad para mantenimiento, riesgos de operación y riesgos de mantenimiento por degradación acelerada en ambiente acuático y disponibilidad de repuestos especializados. La metodología incluirá simulaciones Monte Carlo con mínimo 100,000 iteraciones, incorporando distribuciones probabilísticas específicas para cada categoría de riesgo basadas en datos históricos (cuando sea el caso), benchmarking internacional (si aplica), participación de stakeholders y juicio experto.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:51 de 70	

Los riesgos ambientales y del recurso incluirán variabilidad interanual de irradiación solar, efectos de cambio climático, y potenciales cambios en albedo del embalse por variaciones en nivel de agua o calidad del agua, entre otros.

Los riesgos geotécnicos incorporarán incertidumbres en parámetros de suelo identificados en estudios de campo, potencial degradación de sistemas de anclaje por corrosión o fatiga, efectos de sedimentación sobre estabilidad de fundaciones, impactos de actividad sísmica regional, entre otros.

Los riesgos de operación incluirán análisis de confiabilidad de equipos fotovoltaicos en ambiente acuático, frecuencias de falla de sistemas eléctricos submarinos, impactos de bio-incrustación sobre desempeño, efectos de condiciones meteorológicas extremas, entre otros.

Los riesgos de mantenimiento considerarán costos incrementales por accesibilidad limitada, disponibilidad de equipos especializados para ambiente acuático, vida útil reducida de componentes por condiciones ambientales, complejidad de operaciones de mantenimiento predictivo, entre otros.

Tanto para el modelo base, como para el modelo sombra se deberá considerar como mínimo, sin ser una limitante, lo siguiente: flujo de caja descontado que permita evaluar la rentabilidad del proyecto, incorporando indicadores como Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y Período de Recuperación de la Inversión (PRI), bajo diferentes supuestos de CAPEX y OPEX, según las alternativas propuestas.

Además, la proyección del flujo de caja a lo largo del horizonte de vida útil del proyecto debe incorporar: depreciación, impuestos, costos de mantenimiento extraordinario, degradación de activos y posibles contingencias.

Durante el desarrollo de esta actividad, el consultor deberá llevar a cabo mesas de trabajo con la contratante y partes interesadas para consensuar la definición final de cada riesgo, sus parámetros probabilísticos, correlaciones, criterios de mitigación y validación del ranking de riesgos.

En esta etapa el Consultor deberá aplicar metodologías PMBOK/PMI para la gestión de proyectos y de análisis de riesgos. El consultor no deberá vincular al análisis financiero las medidas de mitigación de riesgos, ya que dicho efecto será analizado en estudios posteriores.

El informe correspondiente a esta etapa deberá incluir las actas de validación participativa con la Contratante y actores clave. Estas actas deben documentar los acuerdos alcanzados y observaciones técnicas.


#### **1.4.13 LEVANTAMIENTO DE TERRENOS.**

##### **a) Levantamiento de terrenos adyacentes.**

El Consultor desarrollará un presupuesto para posible adquisición de predios, expropiaciones y servidumbres.

El Consultor debe establecer y documentar la zona de influencia que incluya:

- Terrenos colindantes directos con la infraestructura del proyecto (subestación, vías de acceso, línea de transmisión, entre otros).
- Terrenos afectados por las vías de acceso necesarias y por la línea de evacuación de energía.
- Una franja de seguridad (buffer) alrededor de la infraestructura crítica cuyo ancho debe ser técnicamente justificado por el consultor.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:52 de 70	

La información por recopilar será la siguiente:

- Coordenadas de los vértices de cada predio en el sistema WGS84, zona UTM 17.
- Elaboración o actualización de planos que muestren el trazado de la infraestructura del proyecto en relación con los límites prediales.
- Medición precisa de la superficie total del predio.
- Clasificación de uso de suelo actual (rural, urbano, agrícola, forestal, etc.) e índice de prioridad (para fines de planificación de la fase constructiva del proyecto)
- Descripción de construcciones, cercas, cultivos, servidumbres visibles y otras ocupaciones existentes.

#### 1.4.14 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS.

##### a) Análisis multicriterio para selección de alternativa óptima.

En esta etapa, el Consultor deberá construir una matriz de decisión multicriterio empleando únicamente las alternativas viables identificadas.

El Consultor podrá proponer el uso de metodologías de análisis multicriterio reconocidas en la práctica internacional, tales como AHP (Analytic Hierarchy Process), ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la REalité) III, TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) o más eficientes, para obtener la alternativa óptima que combine viabilidad técnico-económica con el mejor desempeño en criterios de sostenibilidad y menor exposición a riesgos operativos y estratégicos.

Es importante indicar que la decisión sobre la metodología definitiva a aplicar corresponderá exclusivamente a la entidad Contratante, en función de sus criterios de conveniencia, transparencia y alineación con los objetivos del proyecto.

El Consultor deberá justificar técnicamente la metodología que sugiera, demostrando su pertinencia y aplicabilidad, pero la Contratante se reserva el derecho de aceptar o solicitar la modificación o sustitución de dicha propuesta.


El Consultor realizará talleres participativos de forma conjunta con CELEC EP y las partes interesadas, para analizar las metodologías, criterios de evaluación y selección; además de herramientas computacionales utilizadas con el propósito de validar los hallazgos, generar consensos técnicos y obtener la aprobación requerida para avanzar a la siguiente fase del proyecto.

##### b) Integración de resultados en informe de factibilidad.

El Consultor deberá consolidar todos los análisis y diagnósticos realizados y debidamente justificados en un documento técnico-administrativo que incluya todos los hallazgos de cada una de las fases de esta sección y toda la documentación de respaldo en físico y digital, acompañado de planos de diseño civil, eléctrico, electromecánico y otros según los requerimientos de los términos de referencia, archivos de simulaciones, anexos, fichas técnicas por componente, etc.

En el informe se deberá especificar y justificar detalladamente la alternativa seleccionada y priorizada. Además, el informe deberá incorporar actas firmadas correspondientes a los acuerdos y decisiones tomados en los talleres participativos.

El Consultor desarrollará un roadmap detallado de implementación para la alternativa seleccionada, incluyendo actividades a desarrollarse desde la finalización de la fase de factibilidad hasta el inicio de operación comercial. El roadmap incluirá identificación de hitos críticos, dependencias entre actividades, recursos requeridos, y estrategias de mitigación de riesgos de cronograma. Se implementarán análisis de ruta crítica utilizando técnicas PERT/CPM, identificación de actividades con mayor potencial de retraso, y recomendaciones para reducir contingencias para actividades críticas.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:53 de 70	

El Consultor entregará a CELEC EP además del Informe Final un Resumen Ejecutivo del proyecto en donde se indiquen y resuman los estudios realizados, así como las correspondientes conclusiones y recomendaciones para cada una de las áreas y apartados estudiados en la presente fase del proyecto.

Adicionalmente, el Consultor a la finalización de esta fase deberá llevar a cabo talleres para la transferencia de conocimiento y socialización en donde se presente los resultados a la entidad contratante y actores clave, en la que se realice la transferencia de conocimiento acerca del uso de los productos entregados con los softwares empleados. El alcance de esta transferencia de conocimiento será realizado en coordinación con la Administración del Contrato.

### 1.5 INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD

La información que dispone la entidad, en este caso hace referencia a CELEC EP, sin embargo, no exime al Consultor de la responsabilidad de recabar información de interés para este proyecto en diferentes entidades.

- Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Fotovoltaico Flotante Mazar
- Informe Técnico de Interconexión PFV Flotante Mazar
- Datos de radiación solar
- Levantamiento topográfico LiDAR e implementación de la Red Geodésica Local en la zona de influencia del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral-2019
- Estudio de deformación del terreno mediante DInSAR en la zona de influencia del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral - Análisis multitemporal (2014-2024) Etapa 1
- Informe de análisis de susceptibilidad de zonas inestables para prospección e implementación de instrumentación -Complejo Hidroeléctrico Paute Integral-2017
- Programa de manejo de zonas inestables del área de influencia del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral

### 1.6 PRODUCTOS O SERVICIOS ESPERADOS.


Los productos y servicios esperados del presente estudio de factibilidad constituyen los entregables mínimos requeridos que deberá proporcionar el Consultor como resultado de la aplicación rigurosa de las metodologías establecidas y el cumplimiento integral de los alcances específicos definidos para cada actividad técnica. Será responsabilidad del Consultor garantizar la integralidad, calidad y utilidad de los resultados para los procesos de toma de decisión de CELEC EP.

Una obligación del Consultor es entregar los archivos fuente sin restricciones de los archivos generados en software específicos para las disciplinas de análisis del recurso solar, estructural, geotécnica, hidráulica, equipamiento, subestación, línea de transmisión, estudios eléctricos, etc., que hayan sido utilizados y que permitan su edición; así también deberá entregar los formatos editables que hayan sido utilizados (Word, Excel, Ms Project, archivos para CAD, archivos para GIS, etc.) para la elaboración de los informes y planos, entre otros.

#### 1.6.1 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN INICIAL DEL PROYECTO.

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe de Planificación Inicial del Proyecto que contendrá al menos los siguientes elementos técnicos debidamente desarrollados:

- Informe crítico de revisión documental y recomendaciones técnicas en formato PDF y DOC
- Organigrama y matriz RACI técnica del equipo del Consultor en formato PDF, DOC y XLSX

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:54 de 70	

- Cronograma técnico-ejecutivo detallado (Baseline del proyecto) en formato PDF, XLSX y MPP
- Plan de comunicación y coordinación técnica en formato PDF, DOC y XLSX
- Plan técnico de control y aseguramiento de calidad en formato PDF, DOC y XLSX
- Registro inicial técnico de riesgos en formato PDF, DOC y XLSX

Toda la información deberá ser entregada en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

### 1.6.2 INFORME TÉCNICO DE CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe técnico de cartografía y topografía que contendrá al menos los siguientes elementos técnicos debidamente desarrollados:

Para topografía con estación total:

- Se entregarán en archivos digitales los datos registrados por los equipos en su formato original y procesado
- Metodología empleada para realización de los trabajos de Topografía
- Descripción de los trabajos ejecutados
- Cálculos realizados para las poligonales de levantamiento topográfico
- Características técnicas de equipos y Software empleado
- Otra información relacionada con el proceso de nivelación que el consultor considere relevante


Para topografía con LiDAR y ortofoto:

- Planificación del vuelo
- Gráficos y datos del vuelo realizado
- Ficheros GPS-IMU del vuelo originales y procesados
- Ficheros de la trayectoria del sistema LiDAR
- Documentación del ajuste de fluctuaciones
- Ficheros ajustados LAS del vuelo sin clasificar
- Ficheros ajustados LAS del vuelo con clasificación
- Mapa de las zonas sin representación LiDAR
- Vectores de distribución GNSS como apoyo de vuelo - sensor LIDAR
- Características técnicas de equipos y Software empleado
- Entrega de ortofotos en formatos (\*.tif) y (\*.ecw).

Planos e información digital:

- Modelos digitales de terreno que incluyan los diferentes tipos de levantamiento
- Los planos en versión digital se entregarán con todas sus características 3D incluyendo nubes de puntos, ediciones para generar el TIN y TRN; y demás datos en archivos (\*.landxml) y (\*.dwg) para Autocad Civil 3D versión 2020 o superior, con archivos debidamente referenciados. Su contenido estará georreferenciado a la Red Microgeodésica (TM LOCAL). Los planos estarán configurados para ser impresos en formatos A1 y A3 e incluirá archivos de puntas de impresión (\*.ctb). Se deberá presentar un índice de la documentación entregada.
- Planos impresos en formato A3 con el contenido de las Topografías ejecutadas. Se presentará un plano índice que indique el mosaico de los planos que contienen el detalle del trabajo ejecutado, mismos que serán impresos a mayor escala. Todos los planos deberán estar adecuadamente identificados.



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:55 de 70	

Toda la información deberá ser entregada en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

### 1.6.3 VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO SOLAR.

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe de Validación y Caracterización del Recurso Solar que contendrá al menos los siguientes elementos técnicos debidamente desarrollados:


- Informe técnico de certificación retrospectiva del recurso solar, en formatos editable (.docx) y PDF firmado, que deberá incluir al menos: i) Descripción del contexto técnico de medición (años, ubicación, equipos), ii) Metodología aplicada para validación y reconstrucción, iii) Análisis estadístico y comparativo con fuentes satelitales iv) Evaluación de representatividad climática y conclusiones técnicas.
- Series validadas de datos horarios, en formato (.CSV) o (.XLSX), estructuradas por variable y año, acompañadas de un diccionario de datos.
- Scripts de validación y procesamiento, en archivos ejecutables en PY, IPYNB, R, o M, con comentarios y documentación técnica interna que permita su trazabilidad y reproducibilidad.
- Informe técnico de incertidumbre, donde se establezcan los márgenes de error asociados al proceso de certificación retrospectiva, conforme a metodologías internacionales de cuantificación de incertidumbre en mediciones ambientales.
- Anexo documental de evidencias indirectas, que deberá contener fotografías georreferenciadas, croquis o planos de instalación, registros internos o cualquier otra documentación útil para reconstruir el contexto de medición y respaldar la calidad técnica de los datos.
- Certificado oficial de validación del recurso solar emitido por una entidad certificadora, validadora o auditora reconocida, en formato PDF firmado y sellado, acompañado de su correspondiente respaldo técnico y trazabilidad del proceso.
- Resultados técnicos de la calibración y selección de la mejor base satelital disponible.
- Caracterización técnica avanzada del recurso solar incluyendo estadísticas detalladas del comportamiento estacional, mensual y horario del recurso solar.
- Análisis probabilístico de variabilidad interanual (percentiles, P50, P75 y P90) y análisis avanzado de incertidumbre.
- Resultados técnicos detallados de los efectos locales (sombreado por topografía, variación del área disponible por fluctuación del embalse, y ganancia energética por enfriamiento de módulos fotovoltaicos).
- Integración de datos y análisis de representatividad

Todos los modelos, análisis y simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

### 1.6.4 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN TÉCNICA AVANZADA DE LA CONFIGURACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO FLOTANTE.

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe Técnico de Modelación y Simulación Energética Avanzada, que incluirá al menos:

- Una descripción técnica detallada de la configuración modelada, incluyendo layout eléctrico, parámetros operativos de módulos e inversores, densidad instalada y criterios de diseño empleados en formatos PDF, DOC, CSV, XLSX, PRJ, DWG, PFD, DZ, PY, R, M.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:56 de 70	

- Los resultados técnicos completos de la simulación energética horaria, incluyendo reportes mensuales y anuales, rendimiento específico, pérdidas detalladas y curvas de carga en formatos PDF, DOC, CSV, XLSX, PRJ, DWG, PFD, DZ, PY, R, M.
- Un análisis cuantitativo explícito del impacto por variabilidad del nivel del embalse sobre la producción energética neta, incluyendo simulaciones por escenarios hidráulicos y sensibilidad estructural en formatos PDF, DOC, CSV, XLSX, PRJ, DWG, PY, R, M.
- Los resultados del análisis de sombreado topográfico horario estacional con sus implicaciones energéticas para cada subárea evaluada en formatos PDF, DOC, CSV, XLSX, PRJ, DWG, PY, R, M.
- Las simulaciones y resultados del análisis de variación de la cota del embalse respecto a la producción de sombras y otras implicaciones energéticas para cada subárea evaluada en formatos PDF, DOC, CSV, XLSX, PRJ, DWG, PY, R, M.
- La cuantificación técnica del efecto de enfriamiento sobre la eficiencia de conversión, expresado como ganancia neta en generación anual frente a referencia terrestre en formatos PDF, DOC, CSV, XLSX, PRJ, DWG, PY, R, M.
- El análisis estadístico de incertidumbre, incluyendo curvas de probabilidad de excedencia (P50, P75, P90) y rangos de producción estimada con intervalos de confianza en formatos PDF, DOC, CSV, XLSX, PRJ, DWG, PY, R, M.
- La conclusión técnica justificada sobre el potencial energético del sistema, documentando los márgenes de error y sensibilidad crítica, y proporcionando los insumos necesarios para el diseño económico-financiero del proyecto en formatos DOC y PDF.


Todos los modelos, análisis y simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### **1.6.5 ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS Y BATIMÉTRICOS.**

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe Técnico de Estudios Geológicos, Geotécnicos y Batimétricos, el cual incluirá al menos:

- Descripción del procedimiento utilizado para ejecutar los estudios
- Plan de ubicación de las secciones batimétricas
- Diagrama de perfiles transversales, georreferenciados y acotados
- Planilla de profundidades y coordenadas
- Datos crudos y procesados de los equipos empleados en el levantamiento batimétrico
- Reportes de calibración y funcionamiento de los equipos utilizados
- Archivos digitales en formatos editables (DWG, DXF, CSV, etc.)
- Perfiles geotécnicos por punto de perforación con resultados de ensayos in situ y de laboratorio, parámetros mecánicos característicos y mapas de distribución espacial de capacidad portante
- Planos batimétricos de alta resolución, modelos DTM y mapas de variabilidad estacional
- Perfiles estratigráficos geotécnicos, mapas de capacidad portante, y recomendaciones preliminares de anclaje
- Plano de ubicación de sondeos
- Anexos certificados de ensayos ASTM
- Informe QA/QC de batimetría

Todos los modelos, análisis y simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>		
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>		
<b>P01 Gestión de contratación</b>		
Versión: 3.0	Página:57 de 70	

#### **1.6.6 ESTUDIOS TÉCNICOS DE OPERABILIDAD HIDRÁULICA DEL EMBALSE MAZAR Y ANÁLISIS AVANZADO DE SISTEMAS DE ANCLAJE.**

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe Técnico de Condiciones Subacuáticas de Operabilidad Hidrodinámica del Embalse Mazar y Análisis del Sistema de Anclaje, el cual incluirá al menos:

- Modelos estructurales y resultados de simulación tensional y dinámica del sistema de fondeo
- Simulaciones hidrodinámicas estacionales, mapas de riesgo por corriente, vientos o socavación
- Descripción de los modelos utilizados para el análisis hidrodinámico
- Diagramas de dirección e intensidad del viento y oleaje
- Resultados obtenidos de cargas horizontales y verticales por módulo y por conjunto estructural.
- Cálculos hidrodinámicos de cargas por viento, oleaje y corriente, con memoria técnica de las metodologías aplicadas
- Visualización del comportamiento dinámico de las estructuras
- Modelación estructural y memoria de cálculo de al menos tres alternativas de sistemas de anclaje, incluyendo esquemas gráficos detallados y comparación técnica integral
- Justificación técnica de la alternativa de anclaje seleccionada, con especificaciones técnicas, recomendaciones de ingeniería y condiciones de implementación


Todos los modelos, análisis y simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### **1.6.7 DISEÑO AVANZADO DEL SISTEMA FLOTANTE.**

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe Técnico de Diseño del Sistema Flotante de la PFVF Mazar, el cual incluirá al menos:

- Una descripción técnica detallada de las alternativas de plataformas flotantes evaluadas, con criterios de diseño, resistencia estructural, adaptabilidad operativa y sostenibilidad
- Matriz integrada de cargas de diseño
- Planos estructurales conceptuales generados en CAD tridimensional con vistas, secciones y detalles críticos, así como esquemas en planta de disposición modular sobre el embalse
- Resultados de simulaciones estructurales e hidrodinámicas con visualizaciones gráficas de deformaciones, tensiones, esfuerzos y comportamiento ante cargas extremas
- Memoria de cálculo del sistema de anclaje, incluyendo criterios estructurales, simulaciones de esfuerzo, simulaciones de variación de cota y sus efectos en el sistema de anclaje, disposición espacial, anclajes por módulo y perfil de cargas
- Especificaciones técnicas por componente: flotadores, uniones, elementos de anclaje, materiales y dispositivos complementarios, con fichas técnicas referenciales
- Recomendaciones constructivas, operativas y de mantenimiento mayor, incluyendo vida útil estimada, posibles puntos de inspección crítica y condiciones para desmontaje o ampliación


Todos los modelos, análisis y simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:58 de 70	

#### **1.6.8 DISEÑO TÉCNICO AVANZADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO Y LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN AL SIN.**

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe Técnico de Diseño Conceptual Avanzado del Sistema Eléctrico Interno, Línea de Interconexión al SNT y la Ampliación de la Subestación Taday 230 kV, el cual incluirá al menos.

- Arquitectura completa del sistema DC/AC, configuraciones comparadas de inversores, cableado, protecciones y cajas de conexión en formatos PDF, DOC, CSV, XLSX, PRJ, DWG
- Modelado eléctrico completo del campo fotovoltaico y simulaciones horarias de generación, flujos de carga, y estabilidad eléctrica en formatos CSV, XLSX, PRJ, PY, R, M
- Memoria de cálculo de diseño de la subestación, incluyendo criterios de cálculo, criterios de selección y especificaciones técnicas de equipos de patio, equipos de maniobra, equipos de protección, control y monitoreo. Análisis comparativo y selección justificada trazado óptimo de la LT a 230 kV, Además:
  - Informe geológico y de susceptibilidades de la ruta definitiva
  - Modelado eléctrico y mecánico en software especializado para el efecto
  - Replanteo y levantamiento de la franja de servidumbre y tabla de ubicación de estructuras
  - Estudios geotécnicos y civiles
  - Especificaciones técnicas del suministro de materiales y construcción de obra
  - Memoria técnica del diseño de la línea de transmisión
  - Información cartográfica y de impacto ambiental
  - El formato de los archivos puede ser: DOC, PDF, CSV, XLSX, DWG, PFD, DZ, DOT, EAP, DXF, BAK
- Estudio de ingeniería específica para la línea de media tensión en formato DOC, PDF, PFD, DZ.
- Diseño de sistemas de monitoreo específicos para la planta fotovoltaica flotante en formatos PDF, DOC, DWG
- Informe de Estudios de Interconexión eléctrica del proyecto conforme a lo establecido en la normativa vigente, en formatos PFD, DZ
- Informe de Estudio de equipos de S/E conforme a lo establecido en la normativa vigente, en formato PDF, DOC y XLSX
- Diseño detallado del sistema de puesta a tierra y protección contra rayos tanto para los equipos en tierra como para la plataforma flotante
- Memoria de Cálculo: Documentación completa de todos los cálculos realizados en todas las áreas de estudio contempladas en este documento
- Presupuesto (BOM - Bill of Materials): Listado detallado de todos los equipos y materiales requeridos
- Planos. En lo correspondiente a planos el Consultor deberá entregar:
  - Disposición general de la planta flotante en donde se muestra la ubicación de todos los componentes principales sobre la superficie de agua, incluyendo los bloques de paneles fotovoltaicos, los inversores (centrales o string) y el trazado general del cableado en la plataforma
  - Esquemas detallados que muestren el agrupamiento de inversores y su conexión al o los transformadores y a los sistemas de protección, en la subestación, incluyendo valores de cortocircuito, capacidades nominales y dispositivos de protección
  - Planos de trazados de cables submarinos / flotantes, incluyendo el tipo de conductor, profundidad de enterramiento (si aplica en tierra)
  - Esquemas de conexión de puesta a tierra
  - Planos de subestación con esquemas unifilares donde se detalle la configuración de barras, pórticos protecciones, layout de equipos principales como transformadores de potencia, disyuntores, pararrayos seccionadores,

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:59 de 70	

transformadores de tensión (TP), transformadores de corriente (TC) y resto de equipos determinados en el estudio

- Planos de la LT, perfiles topográficos, distancias de servidumbre, simulaciones térmicas y eléctricas, y esquema de interconexión con la subestación Taday en formatos PDF, DOT, DXF, EAP, DWG, PFD, DZ

Todos los modelos, análisis y simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### **1.6.9 CAMPAMENTOS, TALLERES, BODEGAS, GARITAS, LABORATORIOS Y OTRAS FACILIDADES.**

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará al Administrador del Contrato un informe con la evaluación de la disponibilidad de la infraestructura existente (campamentos, talleres, bodegas, garitas, laboratorios y otras facilidades) y la necesidad del diseño y construcción de nueva infraestructura.

Toda la información deberá ser entregada en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### **1.6.10 VÍAS DE ACCESO**


Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe Técnico de vías de acceso, el cual incluirá al menos:

Para el caso de las vías permanentes antes referidas, los estudios y diseños incluirán al menos los siguientes aspectos:

- Diseño geométrico
- Criterios geológicos
- Diseños geotécnicos
- Diseños estructurales, hidráulicos
- Diseño de obras de arte
- Diseño de puentes y/o túneles (en caso de requerirse)
- Diseño de capa de rodadura (en correspondencia con su uso y características de la infraestructura a la que permite el acceso)
- Diseño de señalización
- Costos y presupuestos
- Cronograma de obra
- Memorias técnicas y criterios de diseño
- Especificaciones técnicas
- Planos

Realizar el diseño de los caminos/vías de acceso para la construcción del proyecto para cada una de las alternativas a ser analizadas del proyecto fotovoltaico; considerando para el efecto, bancos de materiales y escombreras, fundamentalmente con fines de cuantificar costos (vías de acceso temporales), que incluirán los siguientes aspectos:

- Diseño geométrico
- Criterios geológicos
- Diseños geotécnicos
- Diseño de puentes y/o túneles (en caso de requerirse)

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:60 de 70	

Todos los modelos, análisis, simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### 1.6.11 ESTUDIOS AMBIENTALES, GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL Y LICENCIAMIENTO

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe Técnico de Estudios Ambientales, el cual incluirá al menos:

- Línea base ambiental desagregada y georreferenciada (de las dos autorizaciones administrativas)
- Matriz detallada de identificación de impactos potenciales ambientales y sociales asociados a todas las fases del proyecto. (de las dos autorizaciones administrativas)
- Resultados de la evaluación detallada de impactos ambientales específicos de la tecnología fotovoltaica flotante sobre los ecosistemas acuáticos del embalse Mazar.
  - Estudios especializados de avifauna.
  - Estudios especializados de efectos microclimáticos y limnológicos.
- PMA detallado con subplanes cuantificados. (de las dos autorizaciones administrativas)
- Evaluación de riesgos ambientales y sociales endógenos, exógenos y de sostenibilidad climática. (de las dos autorizaciones administrativas)
- Mecanismos de participación social, validación con comunidades y talleres participativos, procesos de licenciamiento. (de las dos autorizaciones administrativas)


Todos los modelos, análisis y simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico, y deberán constituir insumo técnico obligatorio para el desarrollo de las actividades siguientes. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### 1.6.12ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO.

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe de Análisis Económico-Financiero del PFVF Mazar, el cual incluirá al menos:

- El consultor deberá entregar un informe técnico detallado con la determinación de costos de inversión (CAPEX) y operación y mantenimiento (OPEX), sustentado en cotizaciones de proveedores internacionales, análisis de mercado global de tecnologías flotantes y modelación de degradación específica en ambientes acuáticos, considerando factores como humedad, bio-incrustación y corrosión salina en formatos, PDF, DOC, CSV, XLSX, TXT, .DAT.
- Se presentarán modelos financieros determinísticos (modelo base) y probabilísticos (modelo sombra). Los modelos incluirán análisis cuantitativo de riesgos ambientales, solares, geotécnicos, operativos y de mantenimiento, incorporando simulaciones Monte Carlo con al menos 100,000 iteraciones por esquema en formatos PDF, DOC, MOD, DAT.
- Se entregará una matriz estructurada de riesgos, acompañada de estrategias de mitigación fundamentadas en análisis de confiabilidad, seguros técnicos, contratos de mantenimiento integral, protocolos de respuesta a fallas y desarrollo de capacidades técnicas internas en formatos DOC, PDF, CSV, XLSX.
- Se desarrollará un análisis detallado de escenarios macroeconómicos (base, conservador y optimista), incluyendo stress testing y análisis de sensibilidad de variables como inflación, tipo de cambio, crecimiento económico y precios de energía, con modelación de su impacto sobre los ingresos, costos y viabilidad del proyecto en formatos CSV, XLSX, R, PY, M, .MOD, .DAT.



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:61 de 70	

- El consultor generará un modelo de optimización de financiamiento del proyecto, considerando combinaciones óptimas de recursos propios, deuda comercial, multilaterales, con el objetivo de minimizar el WACC bajo restricciones de cobertura de deuda, cronograma de desembolsos y sostenibilidad financiera en formatos CSV, XLSX, R, PY, M, .MOD, .DAT.
- Finalmente, se consolidará toda la información técnica y financiera desarrollada en un informe integral denominado “Informe de Evaluación Económico-Financiera Avanzada del Proyecto PFVF Mazar”, en formato editable y validado, que incluirá los modelos de simulación, análisis de riesgos, estrategias de mitigación, resultados financieros y recomendaciones técnicas, sirviendo como insumo directo para la toma de decisiones de inversión y estructuración contractual del proyecto en formatos DOC, PDF, CSV, XLSX, R, PY, M, .MOD, .DAT.

Todos los modelos, análisis y simulaciones o diseños desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico, y deberán constituir insumo técnico obligatorio para el desarrollo de las actividades siguientes. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### **1.6.13 LEVANTAMIENTO DE TERRENOS.**

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe de levantamiento de terrenos, el cual incluirá al menos:


- Base de datos geoespacial: archivo en formato vectorial (.shp, .kml, o Geodatabase) que contenga la información de los predios,
- Informe detallado: documento que presente los hallazgos críticos y las recomendaciones para la gestión de predios afectados.
- Fichas prediales individuales: documento resumen por cada predio que contenga la información geográfica, de propiedad, de contacto, etc. Adicionalmente se presentará una categorización para la prioridad de adquisición y/o expropiación de terrenos.

Toda la información deberá ser entregada en formato editable digital y físico. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### **1.6.14 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS**

Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe de Resultados y Recomendaciones Estratégicas del PFVF Mazar, el cual incluirá al menos:

- Una plataforma integrada de análisis que consolide todos los estudios técnicos, ambientales, financieros y legales, incluyendo dashboards ejecutivos con indicadores clave de desempeño, simulaciones interdisciplinarias que evidencien sinergias y contradicciones entre componentes del proyecto, mapas georreferenciados interactivos, gráficos temporales, modelos tridimensionales y una base de datos relacional que permita trazabilidad total de los análisis y actualizaciones futuras.
- Un informe detallado de análisis multicriterio que documente todo el proceso de evaluación de alternativas, incluyendo la jerarquización de criterios técnicos, económicos, ambientales, regulatorios y estratégicos mediante metodología AHP o técnica equivalente, ponderaciones validadas con stakeholders clave, análisis de sensibilidad de pesos, mapas de dominancia de alternativas, evaluación bajo incertidumbre y recomendaciones sobre estudios adicionales con mayor valor informativo.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:62 de 70	

- La presentación de un roadmap detallado para la implementación del proyecto con la alternativa seleccionada, incluyendo cronograma integrado de todas las áreas (técnica, ambiental, legal, financiera), análisis de ruta crítica (PERT/CPM), cronograma probabilístico ajustado a incertidumbres regulatorias y climáticas, estrategias de ejecución fast-track, secuenciación optimizada de construcción, identificación de recursos críticos y compatibilidad con planificación de inversiones de CELEC EP.
- Un análisis integral de riesgos críticos del proyecto, incluyendo modelación de correlaciones entre riesgos, evaluación cuantitativa de exposición sistémica, stress testing ante escenarios extremos, análisis de resiliencia del proyecto, planes de contingencia para riesgos de alta severidad, análisis costo-beneficio de estrategias de mitigación, portafolio optimizado de medidas y umbrales de activación para decisiones operativas.
- Finalmente, el documento contendrá recomendaciones estratégicas para CELEC EP, incluyendo la evaluación de la alineación con la estrategia corporativa, impactos sobre el portafolio de generación, contribución a la sostenibilidad, necesidades de fortalecimiento institucional y técnico, estructuras organizativas óptimas para implementación, estrategias de gestión del conocimiento, análisis del momento óptimo para la decisión de inversión y un plan de acción inmediato con cronograma y asignación de responsabilidades para la transición a fase ejecutiva.

Todos los modelos, análisis y simulaciones desarrollados en esta actividad deberán ser entregados en formato editable digital y físico, y deberán constituir insumo técnico obligatorio para el desarrollo de las actividades siguientes. El informe deberá ser presentado formalmente a CELEC EP para su revisión y aprobación técnica, y será además un documento vinculante para el planteamiento de las siguientes etapas.

#### 1.6.15 INFORME FINAL DE FACTIBILIDAD.

Durante la ejecución de los diseños, se elaborarán progresivamente las memorias de cálculo, los planos, los informes parciales de los diferentes grupos de trabajo.

El Consultor deberá observar las normas de seguridad y salud contempladas en la normativa correspondiente, así como las buenas prácticas ambientales en sus ingresos a campo.


Como resultado de esta actividad, el Consultor entregará formalmente al Administrador del Contrato de CELEC EP un documento técnico integral denominado Informe Final y Resumen Ejecutivo del PFVF Mazar.

El Consultor entregará a CELEC EP un Informe Final y un Resumen Ejecutivo del proyecto en donde se indiquen y resuman los estudios realizados, así como las correspondientes conclusiones y recomendaciones para cada una de las áreas y apartados estudiados en el presente proyecto.

Adicionalmente, el Consultor a la finalización de esta fase deberá llevar a cabo talleres para la transferencia de conocimiento y socialización, en donde se presenten los resultados a la entidad contratante y actores clave, así como también se capacite sobre el uso de los productos entregados. El alcance de esta transferencia de conocimiento será realizado en coordinación con la Administración del Contrato.

El Consultor deberá entregar los productos (capítulos desde el numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** al 1.6.15) a la finalización de la etapa de factibilidad, en un ejemplar impreso debidamente organizado y suscrito de la versión aprobada, y un ejemplar digital suscrito electrónicamente de cada uno de los productos y anexos correspondientes.

Una obligación del Consultor es entregar los archivos fuente sin restricciones de los archivos generados en software específicos para las disciplinas de análisis del recurso solar, estructural, geotécnica, hidráulica, equipamiento, subestación, línea de transmisión, estudios eléctricos, etc. que hayan sido utilizados y que permitan su edición; así también deberá entregar los formatos

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:63 de 70	

editables que hayan sido utilizados (Word, Excel, Ms Project, archivos para CAD, archivos para GIS, etc.) para la elaboración de los informes y planos, entre otros.

De manera adicional, el Consultor deberá presentar informes de avance mensuales (dentro de los primeros (5) días calendario siguientes al mes de ejecución) cuyo contenido y formato será coordinado con la Administración del Contrato. En dichos informes mensuales se indicará y detallará, como mínimo:

- Actividades de campo realizadas
- Ensayos de laboratorio ejecutados
- Personal técnico, administrativo y operativo participante
- Principales avances del periodo
- Estado de plazos, económico y administrativo del contrato
- Los rendimientos o avances mensuales parciales y acumulados ejecutados por cada actividad y producto
- Se indicarán las causas de los atrasos, los requerimientos y los acuerdos para cumplir con las fechas del cronograma del diseño
- Inconvenientes presentados y alternativas de corrección
- Lecciones aprendidas

#### 1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN.


Plazo de Ejecución	300	Días calendario
1) La ejecución del contrato inicia en:	El anticipo será puesto a disposición a partir del día siguiente a la notificación escrita, por parte del administrador del contrato, de su disponibilidad en la cuenta bancaria indicada por el contratista	
2) La ejecución del contrato inicia en: "Otra condición de acuerdo a la naturaleza del contrato:	No aplica	

La Vigencia de la Oferta será de 90 días; adicional a ello los oferentes se comprometen en mantener vigente su oferta hasta la suscripción del contrato.

##### 1.7.1 PLAZOS PARCIALES.

*Tabla 1 Tabla de Eventos de Servicio*

Grupo de pago	N° Evento de Servicio (ES)	Documento Técnico	Plazo de entrega (El anticipo será puesto a disposición a partir del día siguiente a la notificación escrita, por parte del administrador del contrato, de su disponibilidad en la cuenta bancaria indicada por el contratista)
---------------	----------------------------	-------------------	--


M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:64 de 70	

I	ES1	INFORME DE PLANIFICACIÓN INICIAL DEL PROYECTO	30
II	ES2	INFORME TÉCNICO DE CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFÍA	60
	ES3	INFORME DE VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO SOLAR	90
	ES4	INFORME TÉCNICO DE MODELACIÓN Y SIMULACIÓN ENERGÉTICA AVANZADA	90
III	ES5	INFORME TÉCNICO DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS Y BATIMÉTRICOS	90
	ES6	INFORME TÉCNICO DE CONDICIONES SUBACUÁTICAS Y DE OPERATIVIDAD HIDRODINÁMICA DEL EMBALSE MAZAR Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ANCLAJE	120
	ES7	INFORME TÉCNICO DE DISEÑO DEL SISTEMA FLOTANTE DE LA PFVF MAZAR	150
IV	ES8	INFORME TÉCNICO DE DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO Y LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN AL SIN	150
V	ES9	INFORME TÉCNICO DE CAMPAMENTOS, TALLERES, BODEGAS, GARITAS, LABORATORIOS Y OTRAS FACILIDADES	150
	ES10	INFORME TÉCNICO DE VÍAS DE ACCESO	150
VI	ES11	ESTUDIOS AMBIENTALES, GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL Y LICENCIAMIENTO	210
VII	ES12	INFORME TÉCNICO DE ANÁLISIS ECONÓMICO - FINANCIERO DEL PFVF MAZAR	240
	ES13	LEVANTAMIENTO DE TERRENOS	240
VIII	ES14	INFORME DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS DEL PFVF MAZAR	270
	ES15	INFORME FINAL Y RESUMEN EJECUTIVO DEL PFVF MAZAR	300
IX	ES16	PRONUNCIAMIENTO FAVORABLE DEL EIA POR PARTE DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE	Ver nota 3

**Nota:**

1) Se precisa el hecho de que CELEC EP haya aprobado parcial o totalmente una planilla no libera al Consultor de su obligación de atender y solventar, de ser el caso, una o varias observaciones posteriores de CELEC EP sobre el producto o estudio y sus documentos de soporte.

2) Se precisa el hecho de que CELEC EP haya aprobado parcial o totalmente un evento de

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:65 de 70	

servicio no libera al Consultor de su obligación de atender y solventar, de ser el caso, una o varias observaciones posteriores de CELEC EP sobre el evento de servicio que corresponda y otros Eventos de Servicio relacionados.

3) Es obligación del Consultor entregar el informe Técnico de los Estudios Ambientales, Gestión Socioambiental y Licenciamiento y la constancia de ingreso del trámite administrativo ante la autoridad ambiental competente dentro del plazo contractual. El tiempo que el ente correspondiente se tome en la revisión y pronunciamiento favorable de estos estudios, o de ser el caso que existan observaciones, las mismas serán solventadas por el Consultor en los plazos establecidos por la autoridad ambiental y no serán considerados para el cómputo del plazo contractual.

4) Los plazos de entrega son referenciales y serán definidos con el Acta de Negociación a suscribirse entre CELEC EP y El Consultor. En caso de no acordar el plazo de uno o más Eventos de Servicio, será potestad de CELEC EP el definir este plazo.

5) Los porcentajes de pago para cada grupo deberán ser cumplidos por parte del Consultor en su oferta económica y serán definidos con el Acta de Negociación a suscribirse entre CELEC EP y El Consultor. En caso de no acordar el porcentaje de pago de uno o más grupos de pago, será potestad de CELEC EP el definir este porcentaje.

**ENTREGA DE ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD: TRESCIENTOS (300)** días calendarios contados a partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del administrador del contrato respecto de la disponibilidad del pago por concepto de anticipo.

Una vez recibido a satisfacción del Administrador de Contrato los estudios / diseños objeto de esta Consultoría, se suscribirá el acta de entrega recepción definitiva.


Los grupos del I al IX corresponden a los nueve (9) pagos por los Eventos de Servicio completos, motivo por el cual, no se aceptarán entregas parciales e incompletas de dicha documentación.

Los respectivos rubros asociados a cada uno de los productos para las liquidaciones de cantidades y precios constarán en la TABLA DE PRECIOS DE PRODUCTOS del anexo 1 y para la oferta económica a subir al SERCOP.

## 1.8 FORMA Y CONDICIONES DE PAGO


La forma y condiciones de pago se detallan a continuación:

<b>Anticipo</b>	30% del monto total del contrato
<b>Forma de pago</b>	<p><b>Anticipo.</b> - El treinta (30%) del valor total del contrato será entregado en calidad de anticipo, previa la entrega de la garantía por buen uso del anticipo a satisfacción de CELEC EP, por el ciento por ciento (100%) del valor del mismo.</p> <p>Este valor será depositado en una cuenta que el Consultor aperture en un banco estatal o privado, en el que el Estado Ecuatoriano tenga participación accionaria o de capital superior al cincuenta por ciento, el Consultor, en forma previa a la suscripción del contrato, presentará, un certificado de la institución bancaria en la que tiene a su disposición, una cuenta</p>


M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:66 de 70	

	<p>en la cual serán depositados los valores correspondientes al anticipo.</p> <p>El anticipo que CELEC EP entregue al Consultor para la ejecución del contrato, no puede ser destinado a fines ajenos a esta contratación, para lo cual, el Consultor, autoriza se levante el sigilo bancario sobre la cuenta bancaria en la que se deposite dicho anticipo.</p> <p><b>Pago. -</b></p> <p>El pago del 100% del valor del contrato se cancelará de la siguiente manera:</p> <p><b>Pagos por Grupos de Pago</b> (en correspondencia con la entrega de los Eventos de Servicio)</p> <p><b>Grupos I al IX</b></p> <p>El pago por la ejecución y cumplimiento de cada grupo, conforme a lo detallado en la Tabla 1 del numeral 1.7.1 del presente documento, se efectuará únicamente una vez que el Administrador del Contrato haya revisado y aprobado los productos correspondientes a dicho grupo, haya emitido el informe favorable respectivo y se haya presentado la factura correspondiente. Se establece de manera expresa que, no se aceptarán entregas parciales ni productos incompletos para efectos de revisión, aprobación y pago.</p> <p><b>Pago por Precios Unitarios</b></p> <p>El Consultor presentará, dentro de los primeros cinco (5) días laborables de cada mes, cuando corresponda, la planilla mensual de precios unitarios, que incluirá exclusivamente los conceptos contemplados en la tabla de precios unitarios que hayan sido efectivamente ejecutados hasta la fecha de planillaje. La planilla deberá detallar, para cada concepto, la unidad de medida, la cantidad ejecutada en el período, la cantidad acumulada, el precio unitario contractual, el valor parcial y el valor acumulado, y se acompañará obligatoriamente de los soportes técnicos y administrativos que respalden y justifiquen las cantidades reportadas.</p> <p>El trámite de pago se realizará únicamente previa revisión, verificación y aprobación expresa de la planilla por parte del Administrador del Contrato, quien emitirá el informe favorable correspondiente; con dicho informe, el Consultor presentará la factura respectiva para la gestión de pago.</p> <p>Cada pago mensual se calculará sobre las cantidades efectivamente ejecutadas y aprobadas, y se efectuará aplicando el descuento por amortización del anticipo que corresponda, de forma proporcional y conforme al</p>
--	--



M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:67 de 70	

	<p>porcentaje y condiciones establecidos en el contrato, hasta su recuperación total.</p> <p>La aprobación de la planilla y el pago correspondiente estarán condicionados a que los Eventos de Servicio (ES) vinculados a los rubros planillados hayan sido entregados íntegramente dentro de los plazos establecidos en el numeral 1.7.1 del presente documento y que dichos entregables hayan sido aceptados sin observaciones pendientes. No se reconocerán, planillarán ni pagarán entregas parciales o incompletas, ni actividades que no cuenten con conformidad expresa del Administrador del Contrato.</p>
Condiciones de pago	<p><b>Pagos por Grupos de Pago</b> (en correspondencia con la entrega de los Eventos de Servicio)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aprobación mediante informe debidamente suscrito por el administrador de contrato de los Eventos de Servicio a entera satisfacción de CELEC EP.</li> <li>➤ El Administrador del contrato emitirá su primer informe de revisión y las observaciones que fueran necesarias en un plazo máximo de 10 días de la entrega de los ES.</li> <li>➤ El Consultor tendrá un plazo máximo de 10 días, para corregir las observaciones emitidas por parte del Administrador.</li> <li>➤ El Administrador de contrato emitirá su informe de aprobación de los ES, una vez corregidas las observaciones realizadas por el Consultor.</li> <li>➤ El Consultor deberá presentar obligatoriamente: (i) los Eventos de Servicio (ES) correspondientes entregados en su totalidad y aprobados por la Administración del Contrato; (ii) el informe favorable del Administrador del Contrato; y (iii) la factura correspondiente. No se habilitará el pago si existen entregables parciales, incompletos o con observaciones pendientes; en tales casos, no se recibirán ni se considerarán para trámite de aprobación y pago.</li> </ul> <p><b>Pagos por Precios Unitarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aprobación mediante informe debidamente suscrito por el administrador de contrato de las planillas de Precios Unitarios a entera satisfacción de CELEC EP.</li> <li>➤ El Administrador del contrato emitirá su primer informe de revisión y las observaciones que fueran necesarias en un plazo máximo de 10 días de la entrega la planilla de Precios Unitarios.</li> </ul>

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:68 de 70	


	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El Consultor tendrá un plazo máximo de 10 días, para corregir las observaciones emitidas por parte del Administrador.</li> <li>➤ El Administrador de contrato emitirá su informe de aprobación la planilla correspondiente, una vez corregidas las observaciones realizadas por el Consultor.</li> </ul> <p>1.1. Para el pago la documentación habilitante corresponde a las planillas de Precios Unitarios aprobadas por la Administración del Contrato, el informe de Administrador de Contrato y la factura correspondiente.</p> <p><b>Nota: para los pagos de cada grupo de pago (asociados a los ES) y las planillas de precios unitarios se amortizará el valor correspondiente al anticipo.</b></p>
<b>Condiciones adicionales al precio de la oferta</b>	<p>El precio de la oferta deberá cubrir todas las actividades y costos necesarios para que el Consultor presente todos los productos establecidos como objeto de la contratación y en fiel cumplimiento con los requerimientos de investigaciones, personal técnico especializado y documentación entregable, siendo de vital importancia se cumpla en el plazo determinado.</p>

## 2. DETALLE DEL OBJETO DE LA CONTRATACIÓN:

El Art. 72 del Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública en su parte pertinente establece: “(...) *El área requirente, en uso de las herramientas informáticas del Portal de Contratación Pública, deberá seleccionar el código del Clasificador Central de Productos -CPC que se relacione al objeto de la contratación, y garantizará que no se excluya arbitrariamente a proveedores por el uso erróneo de un CPC específico o la omisión en el uso de un CPC cuando éste se encuentre oculto dentro de la descripción de las especificaciones técnicas o términos de referencia del procedimiento de contratación.*

*Cuando un procedimiento de contratación incluya la adquisición de bienes, obras y servicios incluidos los de consultoría, simultáneamente, el CPC escogido por la entidad deberá ser aquel que represente el mayor porcentaje del presupuesto referencial, en función del instrumento de determinación del presupuesto referencial realizado por la entidad contratante.*

OBJETO DE LA CONTRATACIÓN “ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO FOTOVOLTAICO FLOTANTE MAZAR”			
<b>CPC DE LA CONTRATACIÓN:</b>		811110021 – SERVICIOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	
ITEM	DESCRIPCIÓN DE CADA ITEM QUE CONTEMPLA LA CONTRATACIÓN	CANT.	UNIDAD DE MEDIDA
1	ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO FOTOVOLTAICO FLOTANTE MAZAR	1	unidad

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:69 de 70	

### 3 LOCALIDAD DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN

**Provincia:** Azuay  
**Cantón:** Sevilla de Oro  
**Dirección:** Oficinas CELEC SUR. Campamento Arenales


A fines del proceso de contratación, considerar:

**Provincia:** Azuay  
**Cantón:** Cuenca  
**Dirección:** Oficinas CELEC SUR. Panamericana Norte km 7 ½

### 4 PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO CLAVE

Para la ejecución de la contratación es necesario contar con el siguiente personal:

#	Función	Nivel de Estudio	Titulación Académica	Cantidad
1	Director Técnico del Proyecto	Cuarto Nivel	Ingeniería: Eléctrica o Mecánica o Eléctrico-mecánico o Civil con maestría relacionada a energía o proyectos.	1
2	Especialista en Diseño Eléctrico	Cuarto Nivel	Ingeniería Eléctrica con maestría relacionada a energía eléctrica o energía.	1
3	Especialista en análisis de recurso solar y diseño de parques fotovoltaicos	Cuarto Nivel	Climatólogo o Meteorólogo o Ingeniería Eléctrica o Ingeniería Energética o Físico o afín con maestría relacionada a energía.	1
4	Especialista en diseño de vías	Cuarto Nivel	Ingeniero Civil con maestría en Vialidad o afines o Ingeniero en vías	1
5	Especialista estructural	Cuarto Nivel	Ingeniero Civil con maestría en Estructuras o afines.	1
6	Especialista geológico	Cuarto Nivel	Ingeniero Geólogo con maestría / especialidad en geología, ciencias de la tierra o afines.	1
7	Especialista geotécnico	Cuarto Nivel	Ingeniero Civil con maestría en geotecnia o afines.	1
8	Especialista Ambiental	Tercer Nivel con título	Ingeniería Ambiental	1
9	Especialista en Líneas de Transmisión	Tercer nivel con título	Ingeniería Eléctrica	1
10	Especialista en Evaluación	Tercer nivel con título	Economista o Ingeniería Financiera o Ingeniería Comercial o	1

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0	Página:70 de 70	

	Económica - Financiera		Económica, Ingeniería Civil o Ingeniería Eléctrica o Ingeniería Mecánica	
11	Especialista en Sistemas de Supervisión y Control	Tercer nivel con título	Ingeniería: Electrónica, Eléctrica	1
12	Especialista en Sistemas de Información Geográfica	Tercer nivel con título	Ingeniería: Eléctrica, Civil, Mecánica, Ambiental	1

## 5 ANEXOS

<b>Nro.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ARCHIVO / ANEXO</b>
1	Tabla de cantidades de investigación de campo y ensayos de laboratorio
2	Anexo ambiental
4	Informe técnico de interconexión del proyecto