

CONSULTORÍA CONCURSO PÚBLICO

TÉRMINOS DE REFERENCIA

OBJETO DE LA CONTRATACIÓN:

SUR ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE REINGENIERÍA, ACTUALIZACIÓN Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO LA UNIÓN

UNIDAD OPERATIVA:

CELEC EP – CELEC SUR

Contenido

1. TÉRMINOS DE REFERENCIA	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3 METODOLOGÍA DEL TRABAJO	6
1.4 ALCANCE	7
1.4.1. FASE DE REINGENIERÍA Y ACTUALIZACIÓN	10
1.4.1.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	10
1.4.1.2 CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.....	11
1.4.1.3 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	14
1.4.1.4 SEDIMENTOS	15
1.4.1.5 GEOLOGÍA	16
1.4.1.6 GEOTECNIA.....	20
1.4.1.7 ESTUDIO DE PELIGROSIDAD SÍSMICA.....	24
1.4.1.8 BANCOS Y FUENTES DE MATERIALES	24
1.4.1.9 VÍAS.....	24
1.4.1.10 ESCOMBRERAS	25
1.4.1.11 CAMPAMENTO PERMANENTE	25
1.4.1.12 ESTUDIOS AMBIENTALES	25
1.4.1.13 EQUIPAMIENTO.....	28
1.4.1.14 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL PROYECTO DE GENERACIÓN.....	29
1.4.1.15 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL PROYECTO DE TRANSMISIÓN.....	33
1.4.1.16 EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA	34
1.4.1.17 INFORME FINAL DE REINGENIERÍA Y ACTUALIZACIÓN.....	35
1.4.2. FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS	36
1.4.2.1. CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA	36
1.4.2.2. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	38
1.4.2.3. SEDIMENTOS.....	38
1.4.2.4. GEOLOGÍA	38

1.4.2.5.	GEOTECNIA	40
1.4.2.6.	ESTUDIOS DE PELIGROSIDAD SÍSMICA.....	41
1.4.2.7.	BANCOS DE MATERIALES.....	42
1.4.2.8.	VÍAS	42
1.4.2.9.	ESCOMBRERAS	43
1.4.2.10.	CAMPAMENTO PERMANENTE.....	43
1.4.2.11.	ESTUDIOS AMBIENTALES Y GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL.....	44
1.4.2.12.	EQUIPAMIENTO.....	50
1.4.2.13.	DISEÑOS	56
1.4.2.14.	SISTEMA DE AUSCULTACIÓN.....	61
1.4.2.15.	COSTOS	62
1.4.2.16.	CRONOGRAMAS	64
1.4.2.17.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	65
1.4.2.18.	PLANOS.....	67
1.4.2.19.	ESTUDIOS DE DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA	68
1.4.2.20.	ANÁLISIS MONTECARLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA (COSTO Y CRONOGRAMA).....	68
1.4.2.21.	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	70
1.4.2.22.	OTROS ESTUDIOS	72
1.4.2.23.	INFORME FINAL DE DISEÑOS DEFINITIVOS	73
1.5	INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD.....	73
1.6	PRODUCTOS O SERVICIOS ESPERADOS.	73
1.7.	PLAZO DE EJECUCIÓN	75
1.8.	FORMA Y CONDICIONES DE PAGO	78
2.	DETALLE DEL OBJETO DE LA CONTRATACIÓN.	81
4.	PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO CLAVE	81

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.

Mediante oficio Nro. CELEC-EP-2023-0555-OFI de 27 de marzo de 2023, la Gerencia General de CELEC EP presentó al Viceministerio 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 entre estos el Proyecto Hidroeléctrico La Unión (P.H. La Unión).

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, para su consideración en el Plan Maestro de Electricidad.

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.H. La Unión (...) 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. H. La Unión (...) entre ellas:

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.

Conformar la Comisión Técnica de Contratación de los estudios.

Administración y Ejecución de Contratos.

(...)”

Con Resolución No. CEL-RES-0042-25 del 18 de febrero del 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 Proyectos PH La Unión (...), 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 PH La Unión (...).*

Mediante Memorando Nro. CELEC-EP-CSR-2026-1293-MEM el Gerente de CELECSUR se dirige al Director de Planificación y Desarrollo de Proyectos de la Expansión señalando entre otros aspectos:

“2.- SITUACIÓN ACTUAL

Respecto a los estudios de factibilidad y diseños definitivos del Proyecto Hidroeléctrico La Unión, se tienen los siguientes aspectos relevantes:

Los estudios de factibilidad y diseños definitivos de los proyectos hidroeléctricos La Unión y Minas San Francisco datan del año 2012. Estos estudios consideran un esquema de funcionamiento en cascada, es decir, el proyecto La Unión aprovecha las aguas turbinadas del proyecto Minas San Francisco.

Los diseños originales consideraban una interconexión hidráulica directa entre estos dos proyectos por tuberías a través de un paso elevado, cuyas características específicas fueron parte del contrato de construcción de la central Minas San Francisco (en operación comercial desde enero del 2019).

En la documentación de la Fiscalización de la construcción del P.H. Minas San Francisco, se indica que:

- Se presentó una creciente en mayo 2014 donde el agua alcanzó un nivel muy cercano a la cota prevista en los diseños para la solera de las tuberías del paso elevado para cruce del río Jubones, nivel que implicaba que la distancia entre el espejo de agua y la solera de las tuberías no cumplía con los mínimos requeridos en la normativa aplicable
- La creciente referida equivaldría a un período de retorno de 4 años, que implica que los niveles calculados en los diseños para caudales asociados a distintos períodos de retorno deben revisarse.

Considerando lo antes referido y documentado, se rediseñó la descarga en la fase constructiva del P.H. Minas San Francisco, modificando de forma definitiva el esquema de interconexión con el PH La Unión considerado en los diseños definitivos originales (...).

Con base a lo señalado anteriormente, y por efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Resolución No. CEL-RES-0042-25, además de la actualización que correspondería por el año de elaboración de los diseños originales, se tienen las siguientes implicaciones:

I) Rediseño de la interconexión y otras obras en función de las condiciones y requerimientos hidráulicos y constructivos

(...)

II) Necesidad de revisión de los niveles asociados a crecidas en la zona de casa de máquinas y descarga del PH La Unión

(...)

De la alerta generada por los niveles evidenciados en la zona de descarga de la Central Minas San Francisco en su etapa constructiva (diferentes a los calculados en los diseños originales) que derivaron en cambios en la interconexión originalmente prevista hacia el PH La Unión, se considera necesario realizar una verificación de que estos niveles asociados a caudales para períodos de retorno requeridos en estas obras estén dentro de los rangos permitidos.

Con base a lo antes indicado en los apartados I y II, no sólo corresponde una actualización de los diseños existentes, sino se hace necesaria una reingeniería del PH La Unión, así como el establecer lo que corresponde sea actualizado o rediseñado está supeditado a las características y tipo de obras que se definan como alternativas de interconexión.

Se precisa que, al existir los diseños definitivos ya elaborados en el 2012, uno de los requisitos de esta reingeniería es el considerar aprovechar la concepción y diseños originales ya realizados para el PH La Unión, hasta donde las condiciones hidráulicas y constructivas lo permitan y con un enfoque costo beneficio.

3.- REINGENIERÍA, ACTUALIZACIÓN Y DISEÑOS DEFINITIVOS REQUERIDOS

Considerando la argumentación técnica antes expuesta, se plantea que la consultoría para los rediseños y actualización del PH La Unión, incluya las siguientes fases y objetivos:

Fase I – Reingeniería del Proyecto:

(...)

Fase II – Diseños Definitivos de la Alternativa Óptima:

(...)

Se precisa que, con base a los indicadores de la alternativa óptima que se obtengan en la Fase I, de ser técnica y económica conveniente se pasará a la siguiente fase de diseños definitivos de la alternativa óptima, caso contrario no se continuará a la Fase II, finalizando el contrato.

4.- SOLICITUD

Con base a lo antes expuesto, con los argumentos técnicos expuestos, se solicita a la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión, autorizar el proceder con la elaboración de la documentación preparatoria para la contratación de una consultoría para la elaboración de la reingeniería, actualización y diseños definitivos para el PH La Unión estructurada en las fases y con objetivos según lo señalado en el numeral 3 de este memorando.”

Mediante Memorando Nro. CELEC-EP-2026-3656-MEM de fecha 02 de junio de 2026, el Director de Planificación y Desarrollo de Proyectos de la Expansión, en atención a Memorando Nro. CELEC-EP-CSR-2026-1293-MEM, entre otros aspectos señala:

“(…) Con Memorando Nro. CELEC-EP-CSR-2026-1293-MEM de 12 de mayo de 2026, la Unidad de Negocio CELEC SUR expuso los aspectos relevantes de los estudios del Proyecto Hidroeléctrico La Unión del año 2012, a ser considerados y que implican, de acuerdo con lo indicado en el mencionado memorando, una reingeniería integral para rediseñar la interconexión, la conducción y el circuito hidráulico. En ese sentido, la Unidad de Negocio plantea contratar una consultoría en dos fases (Fase I para definir la alternativa óptima de interconexión hidráulica y Fase II para la actualización y desarrollo de los diseños definitivos).

(…)

*Con referencia a las atribuciones de la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de la Expansión: “5. Contribuir en la elaboración de la propuesta del plan de expansión del sistema eléctrico de generación alineado al Plan Maestro de Electricidad en coordinación con el ente rector.” y “8. Coordinar la actualización de los estudios de proyectos de generación y transmisión eléctrica asignados por la autoridad competente.”; y, en cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución No. CEL-RES-0042-25, me permito indicar que, conforme la recomendación, la argumentación técnica detallada en las secciones I y II, así como la descripción del requerimiento técnico de la sección III del Memorando Nro. CELEC-EP-CSR- 026-1293-MEM de 12 de mayo de 2026, ante el requerimiento emitido por la Unidad de Negocio CELEC SUR en este documento, la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de la Expansión **AUTORIZA** proceder con la elaboración de la documentación preparatoria para la contratación de una consultoría para la elaboración de la reingeniería, actualización y diseños definitivos para el PH La Unión estructurada en las fases y con objetivos de acuerdo con lo detallado en el mencionado memorando.”*

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Ejecutar los estudios de reingeniería, actualización y diseños definitivos del P.H. La Unión.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Objetivos específicos de la fase I de reingeniería y actualización

- Concebir, estructurar y diseñar al menos 3 nuevas alternativas de interconexión hidráulica entre Central Minas San Francisco y el P.H. La Unión.
- Análisis de las implicaciones de la revisión de los niveles asociados a crecidas en la zona de casa de máquinas, subestación y descarga del P.H. La Unión con criterios de seguridad y funcionalidad de la infraestructura, y verificación de condiciones geológicas; determinando –de ser el caso– los tramos u obras que deben ser rediseñadas.
- Análisis de las implicaciones de cada alternativa de interconexión y –de ser el caso– por los rediseños de casa de máquinas, subestación y descarga; en las obras civiles y equipamiento establecidas diseños originales del P.H. La Unión, determinando los tramos, obras civiles y equipamiento que deben ser rediseñadas por cada alternativa de proyecto de generación.
- Realizar los rediseños de obras civiles y equipamiento que correspondan para cada alternativa de proyecto de generación.

- Validar los diseños originales donde corresponda para cada alternativa.
- Análisis de alternativas para evacuación de energía del proyecto.
- Estudios ambientales.
- Establecer costos y plazos por cada alternativa del proyecto de generación y transmisión.
- Potencia y energía por cada alternativa del proyecto de generación.
- Análisis financiero económico por cada alternativa del proyecto de generación, de transmisión e integral.
- Selección de alternativa óptima de generación y transmisión.

Objetivos específicos de la fase II de diseños definitivos

- Complementar y precisar las condiciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas y sedimentológicas de la alternativa seleccionada de generación.
- Diseños definitivos de las obras civiles y equipamiento de la alternativa seleccionada del proyecto de generación.
- Complementar y precisar las condiciones topográficas, geológicas, geotécnicas de la alternativa seleccionada de transmisión.
- Diseños definitivos de las obras civiles y equipamiento de la alternativa seleccionada del proyecto de transmisión.
- Estudio de impacto ambiental definitivo y participación social.
- Análisis financiero económico del proyecto de generación, de transmisión e integral.
- Desarrollar los diseños, especificaciones técnicas, presupuestos, planos y cronogramas para el componente de generación y de transmisión del P. H. La Unión.

1.3 METODOLOGÍA DEL TRABAJO.

La Fase I: Reingeniería y Actualización:

- Concebir, estructurar y diseñar al menos 3 nuevas alternativas de interconexión hidráulica entre Central Minas San Francisco y el P.H. La Unión, considerando aspectos geológicos, geotécnicos, hidrológicos, hidráulicos, constructivos entre otros; procurando utilizar el diseño originalmente establecido del PH La Unión para los demás componentes del circuito hidráulico, hasta donde las condiciones y requerimientos hidráulicos y constructivos lo permitan y con un enfoque de costo beneficio.
- Análisis de las implicaciones de la revisión de los niveles asociados a crecidas en la zona de casa de máquinas y descarga del P.H. La Unión con criterios de seguridad y funcionalidad de la infraestructura y/o verificación de las condiciones geológicas; determinando – de ser el caso- los tramos u obras que deben ser reubicadas y rediseñadas por cada alternativa de proyecto de generación, considerando aspectos geológicos, geotécnicos, hidráulicos, constructivos entre otros; procurando utilizar el diseño originalmente establecido del PH La Unión para los demás componentes del circuito hidráulico, casa de máquinas, subestación y descarga, hasta donde las condiciones y requerimientos hidráulicos y constructivos lo permitan y con un enfoque de costo beneficio.
- Análisis de las implicaciones de cada alternativa de interconexión y de ser el caso por revisión de niveles asociados a crecidas en la descarga y casa de máquinas, en las obras civiles y equipamiento establecidas diseños originales del P.H. La Unión, determinando los tramos, obras civiles y equipamiento que pueden ser validados y/o deben ser ajustados, modificados, rediseñados por cada alternativa de proyecto de generación.

- Realizar los diseños de obras civiles y equipamiento que correspondan para cada alternativa de proyecto de generación.
- Análisis de alternativas para evacuación de energía del proyecto.
- Estudios ambientales.
- Establecer costos y plazos por cada alternativa del proyecto de generación y transmisión.
- Potencia y energía por cada alternativa del proyecto de generación.
- Análisis financiero económico por cada alternativa del proyecto de generación, de transmisión e integral.
- Selección de alternativa óptima de generación y transmisión.

La **Fase II: Diseños Definitivos** considera:

- Diseños definitivos de las obras civiles (hidráulicos, estructurales, geotécnicos, etc.) y equipamiento (hidromecánico, electromecánico, supervisión y control, etc.) del componente de generación y de transmisión del P. H. la Unión.
- Estudios Ambientales y Gestión Socioambiental.
- Análisis financiero económico del proyecto de generación, de transmisión e integral.
- Desarrollar los diseños, especificaciones técnicas, presupuestos, planos y cronogramas para el componente de generación y de transmisión del P. H. la Unión.

En este sentido, se aplicarán buenas prácticas, estándares internacionales y normativas aplicables a este tipo de proyectos.

1.4 ALCANCE

El P.H. La Unión, está conformado por: interconexión hidráulica, túnel de conducción, chimenea de equilibrio, tubería de presión, casa de máquinas superficial, descarga, subestación, línea de transmisión, vías, sus correspondientes obras de protección, estabilización y drenaje y otras facilidades.

Se considera el desarrollo de la consultoría en dos fases: Fase I: Reingeniería y Actualización; y, Fase II: Diseños Definitivos.

Respecto a alternativas a ser analizadas en la fase de reingeniería y actualización, estas se definen:

Alternativa de interconexión hidráulica: Arreglos de obras concebidos para cada alternativa de interconexión hidráulica entre la Central Minas San Francisco y el P.H. La Unión.

Alternativa de casa de máquinas y descarga: Arreglo de obras resultante de la revisión de los niveles por crecidas en la zona de descarga del P.H. La Unión y/o verificación de condiciones geológicas, de ser el caso.

Alternativa de proyecto de generación: Obras resultantes de una alternativa de interconexión hidráulica, las obras resultantes de los rediseños que correspondan a las demás obras del circuito hidráulico para esta alternativa de interconexión, obras resultantes de la alternativa de casa de máquinas, subestación y descarga de ser el caso, equipamiento resultante de ajustes, modificaciones y rediseños requeridos por las nuevas condiciones de carga del circuito hidráulico.

Alternativa de proyecto de transmisión: Trazado y obras resultantes de cada alternativa para la evacuación de energía desde la subestación del P.H. La Unión hasta la Subestación Pasaje.

Respecto a las actividades de levantamiento LiDAR y de la Red Microgeodésica Local:

- En lo correspondiente a permisos y autorizaciones para actividades cartográficas y topográficas que incluyan la implementación de la Red Microgeodésica Local y el levantamiento topográfico (LiDAR), el Contratista deberá iniciar los trámites ante el IGM y otros organismos que correspondan conforme a la normativa vigente, para su obtención, de forma oportuna para dar cumplimiento a los plazos contractuales establecidos. Todos los costos asociados a los permisos, autorizaciones, supervisión, etc., por parte de organismos como el IGM y otros que correspondan, estarán incluidos como parte de los costos fijos de la Consultoría.
- Respecto a los trabajos de levantamiento LiDAR y para la implementación de la Red Microgeodésica Local, estos podrán ser subcontratados.
- Los trabajos de topografía escala 1.1000 mediante LiDAR o estación total, secciones batimétricas, Red Microgeodésica Local, constan en el Anexo 1. TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO; y se ejecutarán acorde las especificaciones indicadas Anexo 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS P.H. LA UNIÓN. Los trabajos de campo y laboratorio indicados en el Anexo 1 serán pagados contra cantidades efectivamente ejecutadas al costo unitario establecido.

Respecto a las actividades de trabajos de campo y laboratorio:

- Todos los trabajos de campo y laboratorio constan en el Anexo 1. TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO; y se ejecutarán acorde las especificaciones indicadas Anexo 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS P.H. LA UNIÓN. Los trabajos de campo y laboratorio indicados en el Anexo 1 serán pagados contra cantidades efectivamente ejecutadas al costo unitario establecido.
- Para los trabajos de perforación el Contratista deberá considerar como parte de su planificación, la disponibilidad de un número mínimo de equipos de perforación y personal de manera que se puedan realizar perforaciones y/o SPTs simultáneas en distintos puntos, acorde a los requerimientos de cada plan de trabajo de campo e investigaciones, una vez se autorice por parte de CELEC EP según el avance de los estudios.
- Para los trabajos de sísmica de refracción, tomografía eléctrica y otros trabajos de geofísica deberá considerar como parte de su planificación, la disponibilidad de un número mínimo de equipos y personal necesarios para estos trabajos, de manera que se puedan realizar simultáneamente en distintos tramos, acorde a los requerimientos de cada plan de trabajo de campo e investigaciones, una vez se autorice por parte de CELEC EP según el avance de los estudios.
- Del total de cantidades para perforación previstas (“perforaciones inclinadas” “perforaciones a rotación con muestreo” y “ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta”), la distribución de las cantidades entre estos rubros es referencial, Las cantidades reales para ejecutarse dependerán de las condiciones encontradas en el sitio y acorde se desarrollen las alternativas de generación, por lo que, la distribución real de cantidades de los ensayos para cada rubro, será la que corresponda a las necesidades del estudio debidamente justificado, y aprobado por el Administrador del Contrato, sin superar el total de costo combinado para estos tres rubros según el Anexo 1. TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO.
- Respecto a la información del IGM y otras fuentes, imágenes de fuentes satelitales y otra información secundaria requerida para análisis de fotointerpretación serán parte del costo fijo de la Consultoría y no implicará costos adicionales para CELEC EP.

Respecto a la cartografía:

- Los costos para adquirir la información requerida para este componente serán parte del costo fijo de la Consultoría y no implicará costos adicionales para CELEC EP.

Respecto a la hidrología:

- Los costos para adquirir la información requerida para este componente serán parte del costo fijo de la Consultoría y no implicará costos adicionales para CELEC EP.

Respecto a los estudios ambientales:

- Se podrá subcontratar los ESTUDIOS AMBIENTALES Y GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL.
- Para los estudios ambientales adicional a los requeridos para el adecuado desarrollo de estos estudios, se deberá contar con un Especialista en el ámbito de cambio climático.
- Los trabajos del componente ambiental bajo la modalidad costo unitario constan en el Anexo 1. TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO; los demás ensayos, muestreos, monitoreos, y cualquiera otra actividad requerida para cumplir el alcance establecido deberán considerarse dentro del costo fijo del consultor.

Respecto a la planificación y coordinación para el desarrollo de los estudios:

El Contratista elaborará el organigrama técnico y matriz RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed), especificando roles y responsabilidades del equipo de trabajo con especialistas en las diferentes ramas a desarrollar como parte del estudio.

Se estructurará y desarrollará el cronograma para el desarrollo de la Consultoría en Microsoft Project aplicando el estándar PMBOK-PMI, incluyendo todas las actividades técnicas, actividades de gabinete, trabajos de campo y laboratorio, periodos de participación del personal técnico principal y auxiliar, y otras necesarias para el adecuado desarrollo y cumplimiento de los eventos de servicio en los plazos establecidos; identificando la ruta crítica, dependencias, recursos que permitan un adecuado control del avance del proyecto para las partes. El cronograma deberá ser entregado a CELEC EP en un término máximo de cinco días contados desde el inicio del plazo contractual.

Se considera, además, para el adecuado desarrollo de los estudios, reuniones de coordinación entre CELEC EP y el Contratista con una periodicidad, al menos, quincenal; además cuando CELEC EP lo considere necesario y previa programación estas reuniones podrán tener una frecuencia semanal, así como, se podrán llevarán a cabo videoconferencias o reuniones presenciales con el personal técnico principal y auxiliar de surgir aspectos relevantes en el desarrollo de los estudios.

Al inicio de cada fase, se requerirá la presencia del Contratista, para efectuar una Reunión de Inicio o Arranque, donde se establecerán las decisiones, acuerdos, sugerencias, acciones, empleo del personal técnico, y, uso de recursos, insumos y equipos para garantizar el adecuado desarrollo de los estudios, sin perjuicio de lo contractualmente establecido. En la reunión estará presente el equipo profesional completo ofertado.

Respecto a informes mensuales:

El Contratista deberá presentar informes de avance mensuales (dentro de los primeros 5 días calendario del mes siguiente), cuyo contenido y formato será coordinado con la Administración del Contrato.

En dichos informes mensuales se indicará y detallará, como mínimo:

- Actividades de gabinete realizadas
- 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

Respecto a talleres para transferencia de conocimiento:

El Contratista a la finalización de cada 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.

Como parte del alcance se deberán desarrollar las fases de reingeniería y actualización y de diseños definitivos, acorde los requerimientos de cada uno de sus capítulos, indicados a continuación.

1.4.1. FASE DE REINGENIERÍA Y ACTUALIZACIÓN.

1.4.1.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

a) Estudios y diseños existentes, operación Central Minas San Francisco:

Se deberá recopilar la siguiente información:

Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión realizados por la Asociación AGA ASTEC – GEODATA, a los que se denominará **diseños originales**.

Información generada por la Fiscalización de la Construcción del P.H. Minas San Francisco que tenga relación con el P.H. La Unión (obras de interconexión, por ejemplo).

Información generada por el Board de Expertos para la Construcción del P.H. Minas San Francisco que tenga relación con el P.H. La Unión (obras de interconexión, por ejemplo).

Régimen de operación de la central Minas San Francisco (caudales turbinados, por vertederos, por desagües de fondo; desalojos de sedimentos, caudales líquidos y sólidos asociados, etc.).

b) Información del área de estudio:

Se denominará **área de estudio** a aquella que incluya la necesaria para los análisis requeridos para el arreglo de obras de los diseños originales y la que sea necesaria para los análisis de reingeniería y sus implicaciones en las obras, incluyendo vías de acceso, escombreras, bancos de materiales, línea de transmisión y otras facilidades de ser el caso.

En este sentido se deberá recopilar, revisar y analizar la siguiente información que esté disponible:

Información cartográfica, topográfica, hidrológica, climatológica, sedimentológica, geológica, geotécnica, sismológica, bancos de materiales, ambiental y social (incluida la información disponible de la C.H. MSF) y otra existente que tenga relación y utilidad para el área de estudio y que esté disponible.

Información del IGM, INAMHI y otras fuentes.

Planes de ordenamiento territorial, planes viales en la zona y otros planes que sean requeridos, a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's), Gobiernos Provinciales (GPA's), Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y otras instituciones que tengan injerencia en el área de estudio.

c) Otra información disponible

Se presentará un informe en el que se compile y detalle los resultados de la recopilación y análisis de información.

Revisar y analizar otra información que se encuentre disponible, entre esta:

Estudio de Interconexión del Proyecto de Generación Hidroeléctrico La Unión, (septiembre 2025), elaborado por el Departamento de Estudios Energéticos y Eléctricos de la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión de CELEC EP de septiembre 2025.

Para lo indicado en los literales a, b y c se deberá:

Se deberá recabar, revisar y analizar la información disponible, ordenarla, documentar las características más relevantes, pertinencia de su uso.

Revisar, seleccionar, ordenar, analizar e integrar la información del régimen de operación de la central Minas San Francisco, identificando sus aspectos hidrológicos, hidráulicos, de sedimentos, actividades de desalojo de sedimentos, y otra de relevancia.

Revisar, seleccionar, ordenar, analizar, verificar la congruencia e integrar la información cartográfica, topográfica, hidrológica, climatológica, sedimentológica, geológica, geotécnica, sismológica, bancos de materiales, ambiental, social.

Se presentará un informe en el que se compile y detalle los resultados de la recopilación y análisis de información.

Lo requerido en este capítulo será recopilado y analizado, sin perjuicio de lo solicitado específicamente para información respecto a cartografía, topografía, hidrología, climatología, sedimentos, geología, geotecnia, sismología, ambiental, etc. en los diferentes capítulos de esta Fase 1.

Toda la información temática (ambiental, social, hidrológica, geológica, relieve, etc.) recopilada o generada se integrará atributos relevantes, 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.

Se presentará un informe en el que se compile y detalle los resultados de la recopilación y análisis de información.

Producto a entregar:

Informe de recopilación y análisis de información.

1.4.1.2 CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.

a) Implementación de una Red Geodésica Local

Se establecerá una Red Geodésica Local (LTM) que sirva de base para la realización de las actividades posteriores relacionadas con topografía, ortofotos y otras actividades a ejecutarse en los sitios de interés para el desarrollo del proyecto. Se necesitará además equipos de medición geodésica calibrados (hasta un mes antes del inicio de los trabajos) con certificados emitidos al Administrador, equipos GNSS geodésicos y demás equipos topográficos requeridos para el establecimiento y control de la Red Geodésica Local, así como materiales para construcción e identificación de hitos permanentes en terrenos seguros garantizando su permanencia con previsión para emplearlos durante la construcción, así como en la fase operativa.

El Contratista deberá considerar, en el diseño de la Red Geodésica Local del Proyecto, los puntos de enlace que permitan su futura extensión y densificación en etapas posteriores, incluyendo los trabajos topográficos de reingeniería y los asociados al corredor de la línea de transmisión, de manera que se mantenga el mismo marco geodésico y el mismo criterio vertical del proyecto.

Esta etapa se ejecutará en cumplimiento de la normativa técnica vigente emitida por el IGM, conforme al Sistema de Referencia Nacional.

a.1) Proyecto de generación

Para cada alternativa de generación:

a.1.1) Zona de obras de interconexión y zona de casa de máquinas, subestación y descarga.

Cartografía:

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Se empleará y recopilará cartografía de la zona de estudio en escala 1:5000. Se utilizará la información disponible de estudios previos, misma que deberá ser complementada y actualizada en correspondencia con los requerimientos para el área de emplazamiento analizada.

Toda la información cartográfica para emplearse en el estudio se encontrará referenciada al sistema WGS84.

Los costos para adquirir la información de cartografía estarán considerados dentro del costo fijo del consultor.

Topografía (Levantamiento LiDAR):

Se realizará el levantamiento de un área con topografía LiDAR en las zonas requeridas para los análisis de los diferentes arreglos de obras de las alternativas de interconexión, incluyendo las que se requieran para evaluación y diseño de obras de estabilización, protección y drenaje en zonas que tengan influencia en la implantación de estas obras; zonas a ser determinadas previo análisis conjunto con CELEC EP.

Se realizará el levantamiento de un área con topografía LiDAR dentro del polígono a ser establecido por CELEC EP para la zona de casa de máquinas, subestación y descarga del PH La Unión definida en los diseños originales, incluyendo el polígono adicional que se requiera por la posible reubicación de obras por la verificación de niveles de agua por crecidas del río Jubones en la zona de descarga del PH La Unión o la verificación de las condiciones geológicas; previo análisis conjunto con CELEC EP.

Batimetrías:

Se realizará el levantamiento de un tramo del río Jubones acorde los requerimientos para los análisis hidráulicos asociados a caudales para diferentes períodos de retorno hidrológicos para los diferentes arreglos de obras de las alternativas de interconexión; previo análisis conjunto con CELEC EP.

Se realizará el levantamiento de un tramo del río Jubones acorde los requerimientos para los análisis hidráulicos asociados a caudales para diferentes períodos de retorno hidrológicos para la casa de máquinas y descarga del PH La Unión; previo análisis conjunto con CELEC EP.

Preliminarmente se han definido que las zonas de estudio serán:

- Zona de interconexión entre la Central Minas San Francisco y el proyecto hidroeléctrico la Unión; referencialmente 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo, con secciones referencialmente cada 50 metros u otras que se identifiquen como necesarias, acorde a los requerimientos para la modelación hidráulica del río.
- Descarga de casa de máquinas del P. H. La Unión; referencialmente 700 metros aguas arriba y 700 metros aguas abajo, con secciones referencialmente cada 50 metros u otras que se identifiquen como necesarias, acorde a los requerimientos para la modelación hidráulica del río.

La información batimétrica se procesará y presentará fusionada con la información topográfica 1:1000, de manera tal de obtener un único Modelo Digital de Terreno MDT.

a.1.2) Zonas de tramos u obras que deben ser rediseñadas debido a las implicaciones de los arreglos de obra de cada alternativa de interconexión y de ser el caso por revisión de niveles asociados a crecidas en la descarga y casa de máquinas.

Cartografía

- Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.
- Se empleará y recopilará cartografía de la zona de estudio en escala 1: 5 000.
- Se complementará, actualizará e integrará la cartografía a escala 1: 5 000 en correspondencia con los requerimientos para el área de emplazamiento analizada.
- Toda la información cartográfica para emplearse en el estudio se encontrará referenciada al sistema WGS84.

a.1.3) Zona de obras del diseño original e infraestructura existente

Cartografía

Para las zonas que abarcan el diseño original, así como otra infraestructura relacionada y existente tales como vías, infraestructura eléctrica, etc.

- Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.
- Se empleará y recopilará cartografía de la zona de estudio en escala 1: 5 000.
- Se complementará y actualizará la cartografía a escala 1: 5 000 en correspondencia con los requerimientos para el área de emplazamiento analizada.
- Toda la información cartográfica para emplearse en el estudio se encontrará referenciada al sistema WGS84.

a.2) Proyecto de transmisión

Para cada alternativa de transmisión:

Para análisis de alternativas de rutas de la línea de transmisión se utilizará información secundaria a escala 1:5000 disponibles en fuentes como IGM, SIGTIERRAS u otras. Además, deberá utilizar imágenes de fuentes satelitales actualizadas de la zona de estudio.

La información que será utilizada deberá ser previamente autorizada por el Administrador del Contrato.

Se deberán considerar las instrucciones señaladas en el Alcance para: Integración y validación de la información geoespacial y Entrega de información SIG y planos.

a.3) Integración, validación y presentación de la información

Se utilizarán herramientas de análisis de calidad de información geográfica y validación de consistencia geoespacial con la finalidad de generar productos integrados que cumplan con todos los estándares de calidad establecidos en las normativas aplicables vigentes. El análisis se centrará en la integración coherente de toda la información geoespacial generada mediante verificación de consistencia geodésica entre la Red Geodésica Local, cartografía base, y levantamientos topográficos, asegurando que toda la información mantenga referencia correcta al sistema oficial WGS84/SIRGAS-EC, conforme a la versión determinada por el IGM (Instituto Geográfico Militar), para su integración cartográfica en zona 17 Sur. Se ejecutará la validación de calidad de información geográfica según Normas ISO sobre información geográfica y el Manual de fundamentos de evaluación de la calidad de la 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 Contratista desarrollará la integración de productos cartográficos y topográficos en bases de datos geoespaciales estructurados que faciliten su utilización en estudios técnicos posteriores del proyecto.

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 Geodésica Local, 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 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 Geodésica Local, 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.

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 referencia la .gdb y los Map Packages (.mpkx) correspondientes a cada mapa temático o estudio de ser caso. Los archivos ráster, incluidos los generados y derivados de la modelación eólica, se entregarán georreferenciados y listos para su uso inmediato, los archivos fuente y proyectos completos de todos los programas utilizados en la modelación, serán entregados sin requerir ajustes adicionales, sin llaves, ni restricciones, los mapas finales se entregarán en formato .pdf y .png y se presentará un índice de la estructura SIG a entregar.

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.

Producto a entregar:

Informe de Cartografía, Topografía Y Batimetría.

1.4.1.3 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Se deberá actualizar los estudios que corresponden al ámbito de climatología e hidrología del informe correspondiente de los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes.

Para la identificación, delimitación y clasificación de cuencas hidrográficas se actualizarán aplicando la metodología Pfafstetter.

Se deberá considerar los requisitos técnicos, así como las directrices y normativa vigentes emitidas por el ente rector de agua competente en el ámbito de hidrología, cuando corresponda. Estos requisitos deberán orientar la elaboración del contenido de los informes necesarios para la obtención de permisos de uso y aprovechamiento de agua y desarrollarlos en este capítulo, en coordinación con los aspectos ambientales que serán desarrollados en el capítulo correspondiente.

Se deberá considerar -en los casos que corresponda- la incidencia de la operación hidráulica de la Central Minas Francisco).

Además, de las cuencas, subcuencas o microcuencas que tengan incidencia en las nuevas zonas que resulten de la implantación de las obras resultantes de los rediseños, zonas de potencial inundación y/o alta escorrentía, subcuencas relacionadas con caudal ecológico; con respecto a climatología e hidrología:

- Para cada cuenca(s), subcuencas y microcuencas, se realizará una estimación de precipitación media anual, precipitación media mensual, estimación de caudales naturales, estimación de caudales de crecidas.

La actualización del componente de hidrología al menos deberá contener:

- Registro y análisis de estaciones hidrométricas de interés para el PH La Unión, ubicación, operatividad de la estación, análisis de información.
- Caracterización física, geográfica y climática de cuencas relacionadas con secciones de interés (Presa Minas San Francisco, interconexión del PH La Unión con la Central Minas San Francisco, descarga del PH La Unión)

- Distribución mensual y diaria de caudales característicos, considerando años característicos: húmedo, medio y seco;
- Caudales disponibles para generación, considerando la actualización de hidrología enfocado al área aportante de la central Minas San Francisco, así como la operación de esta.
- Analizar los caudales aportantes de los tributarios entre la interconexión con la Central Minas San Francisco y la Casa de Máquinas del P.H. La Unión, a fin de establecer su aporte al caudal ecológico a lo largo del río Jubones, agregándose al proveniente del P.H. Minas San Francisco. En este sentido adicional a la estimación de precipitación media anual, precipitación media mensual, estimación de caudales naturales, se deberán analizar con más detalle el aporte de al menos de 4 tributarios –los más relevantes- para el análisis del caudal ecológico a lo largo del río Jubones, entre el tramo de interconexión y descarga del P.H. La Unión, así como un tramo aguas abajo de la descarga del P.H. La Unión acorde los requerimientos del estudio ambiental.
- Caudales máximos e hidrogramas de crecidas en sitio de interconexión y sitio de descarga del PH La Unión

Producto a entregar:

Informe de Hidrología

1.4.1.4 SEDIMENTOS

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Se deberá actualizar los estudios que corresponden al ámbito de sedimentos del informe correspondiente de los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes.

Se deberá analizar el efecto del desalojo de Sedimentos de la Central Minas San Francisco en el P.H. La Unión, entre estos potenciales impactos en la descarga del P.H. La Unión.

Se deberá considerar los requisitos técnicos, así como las directrices y normativa vigentes emitidas por el ente rector de agua competente en el ámbito de sedimentos, cuando corresponda. Estos requisitos deberán orientar la elaboración del contenido de los informes necesarios para la obtención de permisos de uso y aprovechamiento de agua y desarrollarlos en este capítulo, en coordinación con los aspectos ambientales que serán desarrollados en el capítulo correspondiente.

Se estimará la cantidad de sedimentos aportantes entre la presa de la central Minas San Francisco y la descarga del P.H. La Unión, en los diferentes escenarios considerando el caudal natural del río Jubones, tributarios intermedios y todos los escenarios de operación de la central Minas San Francisco incluyendo el desalojo de sedimentos.

Se realizarán toma de muestras en las aguas turbinadas en la descarga de la C.H. Minas San Francisco previo a la junta con el río Jubones, con el fin de realizar análisis de laboratorio respecto a la cantidad y tipo de sedimento en suspensión.

Se considera la ejecución de aforos sólidos y líquidos y aforos líquidos.

La actualización del componente de sedimentos al menos deberá contener:

- Registro y análisis de aforos sólidos realizados en sitios de interés para el PH La Unión.
- Sedimentos en suspensión que pasan por la descarga de la C.H. Minas San Francisco y pasarían por circuito hidráulico del PH La Unión.
- Sedimentos en suspensión, sedimentos de fondo en los tramos de río en sitio de presa de Minas San Francisco y sitio de descarga del PH La Unión.
- Sedimentos en suspensión, sedimentos de fondo en los tramos de río en sitio de interconexión y sitio de descarga del PH La Unión.

- Sedimentos en suspensión, sedimentos de fondo en un tramo agua abajo de la descarga del PH La Unión, tramo acorde los requerimientos del estudio ambiental.

Producto a entregar:

Informe de Sedimentos

1.4.1.5 GEOLOGÍA

1.4.1.5.1 Proyecto de Generación

a) Para cada Alternativa de Generación:

Este estudio debe realizarse de manera coordinada con el capítulo *ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE GENERACIÓN*

a.1) Zona de alternativas de interconexión.

El área de estudio incluirá las zonas que potencialmente puedan albergar los diferentes arreglos de obras de alternativas de interconexión (paso subfluvial, pase elevado aguas debajo de la ubicación definida en los diseños originales, etc.).

El área de estudio incluirá además zonas que tengan influencia en la seguridad y funcionalidad de las diferentes alternativas de arreglos de obras, siendo necesario su análisis y evaluación para el diseño de obras de estabilización, protección y drenaje (obras asociadas) que resulten necesarias.

El estudio geológico para las zonas antes referidas de alternativas de interconexión considerará como mínimo el desarrollo de las siguientes actividades principales:

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

Mediante el empleo de fotografías aéreas y la topografía del levantamiento LiDAR, 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 1:1 000, con el fin de elaborar el mapa geológico del área, incluyéndose como insumo la información generada en el levantamiento LiDAR.

Respecto a la información del IGM y otras fuentes, imágenes de fuentes satelitales y otra información secundaria que sea requerida para estos análisis serán parte del costo fijo de la Consultoría y no implicará costos adicionales para 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.

- **Recorridos de campo.**

Se realizarán recorridos de campo en todas las zonas de estudio, con especialistas geólogos para identificar y mapear: tipos de suelo y roca, asociaciones litológicas, grado de alteración y erosión, rasgos estructurales (fallas, fracturas, buzamientos y rumbos), contactos geológicos, así como fenómenos geomorfológicos relevantes como acumulaciones de agua, ojos de agua, remociones de masa, escarpes y áreas potencialmente deslizables, y otros datos geológicos, geomorfológicos y estructurales relevantes.

En el estudio de los aspectos estructurales se analizará el tipo de estructura, extensión, edad, dirección relativa del movimiento y actividad, mapeo de zonas inundables o con potencial de socavación.

- **Trabajos de campo y laboratorio.**

Se deberán realizar trabajos de campo y laboratorio con la incorporación de métodos directos e indirectos, que permitan identificar las condiciones geológicas que predominan en la zona de estudio

Los trabajos de campo y laboratorio deberán ser representativos acorde a las condiciones geológicas identificadas previamente, enfocados en los diferentes arreglos de obras de las alternativas de interconexión y sus obras asociadas, los cuales incluirán: sísmica de refracción, tomografía eléctrica, perforaciones a rotación con muestreo, ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta, calicatas y otros ensayos de laboratorio que se consideren necesarios. Los trabajos de campo y laboratorio se planificarán con base a los resultados de la fotointerpretación y recorridos de campo.

Se analizarán trabajos de campo y ensayos que hayan sido realizados en los diseños originales, de coincidir en zonas de interés.

Se deberá elaborar un plan de trabajo de campo e investigaciones (que incluirá ubicación, tipo de prueba, profundidad, dirección, temporalidad), con base al análisis de la información obtenida y recorridos de campo, el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP.

Respecto al plan de trabajo, acorde a las condiciones geológicas, condiciones que se pretenden esclarecer o precisar, se deberá considerar la ejecución en sitios estratégico y representativos trabajos de campo y laboratorio.

Se realizarán perforaciones inclinadas a fin de investigar las condiciones del subsuelo del lecho del río. en la zona de interconexión.

Del análisis antes referido, se deberá elaborar un plan de trabajo de campo e investigaciones (que incluirá ubicación, tipo de prueba, profundidad, dirección, temporalidad), el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Los trabajos de campo comunes con los del capítulo geotecnia deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

Como mínimo -sin perjuicio del plan de trabajo de campo e investigaciones a elaborar antes referido- se realizarán los siguientes:

- Sísmica de refracción
- Tomografía eléctrica
- Perforaciones a rotación con muestreo
- Ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta.
- Calicatas.
- Ensayos de permeabilidad (Lugeon o Lefranc)
- Piezómetros

Si determinado trabajo de campo del listado mínimo anterior no es necesario su ejecución, será debidamente sustentado su no necesidad y autorizado por el Administrador de Contrato.

- **Integración**

Con base a la información geofísica obtenida se estimará la litología, presencia y potencia de varias capas de material, así como también 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.

Con la información obtenida de recorridos de campo y de los trabajos de campo y laboratorio ejecutados, se estimarán las condiciones superficiales de las diferentes unidades litológicas y sus rasgos estructurales, recabando información como tipo de roca, grado de alteración y afectación por discontinuidades, rumbo y echado de las mismas.

El informe geológico, debe contener al menos la historia geológica, una caracterización integral de las condiciones geológicas, geomorfológicas del área de estudio, incluyendo información sobre litología, estructuras geológicas, procesos geomorfológicos activos, propiedades del suelo y estabilidad del terreno, estimación de materiales del subsuelo, presencia de agua subterránea.

Para el análisis morfológico se usará entre otros que sean requeridos, los productos obtenidos en el levantamiento topográfico, considerando pendientes y morfo estructuras a escala 1:1 000:

Con base a al análisis e integración de fotointerpretación, recorridos de campo, resultados de los trabajos de campo y laboratorio, el Contratista deberá:

- Generar un levantamiento geológico a escala 1:1 000.
- Estudio hidrogeológico (escala 1:1000) que deberá caracterizar las condiciones del agua subterránea en el área del proyecto, incluyendo niveles freáticos, zonas saturadas y posibles impactos en los diferentes tipos y arreglos de obras.
- Se determinarán los modelos geológicos de las zonas de estudio.

El informe deberá contener al menos lo siguiente:

- Modelo geológico
- Informe geológico
- Informe hidrogeológico.

a.2) Zona de casa de máquinas, subestación y descarga.

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

El área de estudio incluye las zonas de reubicación que potencialmente puedan albergar las obras de casa de máquinas, subestación y descarga por efectos de revisión de los niveles del río asociados a crecidas – de ser el caso- incluyendo zonas para obras de estabilización, protección y drenaje que resulten necesarias.

El estudio geológico en la zona de estudio considerará como mínimo el desarrollo de las siguientes actividades principales:

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

Se actualizará, ajustará, complementará y/o elaborará la fotointerpretación en la zona de estudio, mediante:

El empleo de fotografías aéreas y la topografía del levantamiento LiDAR, imágenes satelitales de la zona de estudio, 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 1:1 000, con el fin de elaborar el mapa geológico del área, incluyéndose como insumo la información generada en el levantamiento LiDAR.

La fotointerpretación permitirá además precisar 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.

- **Recorridos de campo.**

Se realizarán recorridos de campo en zona de estudio, con especialistas geólogos para confirmar, identificar y mapear: tipos de suelo y roca, asociaciones litológicas, grado de alteración y erosión, rasgos estructurales (fallas, fracturas, buzamientos y rumbos), contactos geológicos, así como fenómenos geomorfológicos relevantes como acumulaciones de agua, ojos de agua, remociones de masa, escarpes y áreas potencialmente deslizables, y otros datos geológicos, geomorfológicos y estructurales relevantes.

En el estudio de los aspectos estructurales se analizará el tipo de estructura, extensión, edad, dirección relativa del movimiento y actividad, mapeo de zonas inundables o con potencial de socavación.

- **Trabajos de campo y laboratorio.**

Del análisis de los trabajos de campo y laboratorio ejecutados en esta zona de estudio y de otra información geológica de los diseños originales, fotointerpretación y recorridos realizados previamente señalados, se realizará un informe debidamente sustentado y motivado, que con base a las condiciones geológicas y en

función del tipo y características de las obras el contratista planteará un plan de trabajo de campo e investigaciones -de ser requerido- para verificación en el ámbito geológico de las zonas de implantación de las obras.

Del análisis antes referido, se deberá elaborar un plan de trabajo de campo e investigaciones (que incluirá ubicación, tipo de prueba, profundidad, dirección, temporalidad), el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Los trabajos de campo comunes con los del capítulo geotecnia deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

- **Análisis e integración resultados.**

Con la información obtenida de los trabajos de campo y laboratorio –realizados en los diseños originales y/o en estos estudios, recorridos de campo, resultados y análisis de las perforaciones; se estimarán las condiciones superficiales de las diferentes unidades litológicas y sus rasgos estructurales, recabando información como tipo de roca, grado de alteración y afectación por discontinuidades, rumbo y echado de las mismas.

El informe geológico, debe contener al menos la historia geológica, una caracterización integral de las condiciones geológicas, geomorfológicas del área de estudio, incluyendo información sobre litología, estructuras geológicas, procesos geomorfológicos activos, propiedades del suelo y estabilidad del terreno, estimación de materiales del subsuelo, presencia de agua subterránea.

Para el análisis morfológico se usará entre otros que sean requeridos, los productos obtenidos en el levantamiento topográfico, considerando pendientes y morfo estructuras a escala 1:1 000:

Con base a al análisis e integración de fotointerpretación, recorridos de campo, resultados de los trabajos de campo y laboratorio, el Contratista deberá:

- Actualizar, ajustar, complementar y/o realizar un levantamiento geológico a escala 1:1 000.
- Actualizar, ajustar, complementar y/o establecer los modelos geológicos de las zonas de estudio.

El informe deberá contener al menos lo siguiente:

- Modelo geológico
- Informe geológico

a.3) Zonas de tramos u obras que deben ser rediseñadas debido a las implicaciones de los arreglos de obra de cada alternativa de interconexión y por verificación, revisión de la zona casa de máquinas, subestación y descarga –de ser el caso –.

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Analizar los estudios geológicos realizados en los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes.

Actualizarlos, ajustarlos, complementarlos e integrarlos con la nueva información recopilada y desarrollada en los literales a.1) y a.2) anteriores.

De los resultados y análisis anteriores, incluyendo la de los trabajos de campo y laboratorio ejecutados en los diseños originales en las zonas de estudio en los tramos u obras que deben ser rediseñadas para cada alternativa, de detectarse una alta incertidumbre en el ámbito geológico que podría distorsionar el análisis de comparación de alternativas, a través de un informe debidamente motivado y sustentado se planteará un plan de trabajo de campo e investigaciones a ser realizado; en este caso los trabajos de campo comunes con los del capítulo geotecnia deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

a.4) Zonas de tramos u obras donde se mantiene el diseño original.

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Analizar los estudios geológicos realizados en los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes.

Actualizarlos, ajustarlos, complementarlos e integrarlos con la nueva información recopilada y desarrollada en los literales a.1), a.2) y a.3) anteriores.

De los resultados y análisis anteriores, incluyendo la de los trabajos de campo y laboratorio ejecutados en los diseños originales en las zonas de estudio en los tramos u obras donde se mantiene el diseño original correspondiente a cada alternativa, de detectarse una alta incertidumbre en el ámbito geológico que podría distorsionar el análisis de comparación de alternativas, a través de un informe debidamente motivado y sustentado se planteará un plan de trabajo de campo e investigaciones a ser realizado; en este caso los trabajos de campo comunes con los del capítulo geotecnia deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

a.5) Vías de Acceso

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Analizar los estudios geológicos realizados en los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes.

De los resultados y análisis anteriores, de las evaluaciones del capítulo *VÍAS DE ACCESO*, de detectarse una alta incertidumbre en el ámbito geológico que podría distorsionar el análisis de comparación de alternativas, a través de un informe debidamente motivado y sustentado se planteará un plan de trabajo de campo e investigaciones a ser realizado; en este caso los trabajos de campo comunes con los del capítulo geotecnia deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

1.4.1.5.2 Proyecto de Transmisión

Para cada alternativa de transmisión:

Para el análisis de alternativas de trazado de la línea de transmisión desde la subestación colectora hasta la subestación Pasaje, se generará un mapa regional a escala 1:25 000 con base a información secundaria, histórica y disponible en un área suficiente que abarque la zona de estudio para las alternativas de trazado.

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

Respecto a la información del IGM y otras fuentes, imágenes de fuentes satelitales y otra información secundaria que sea requerida para estos análisis serán parte del costo fijo de la Consultoría y no implicará costos adicionales para CELEC EP.

Los resultados de la fotointerpretación serán cartografiados a la base topográfica de escala 1: 5 000, con el fin de elaborar el mapa geológico preliminar del área.

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.

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

Producto a entregar:

Informe de Geología

1.4.1.6 GEOTECNIA

1.4.1.6.1 Proyecto de Generación

a) Para cada Alternativa de Generación:

Este estudio debe realizarse de manera coordinada con el capítulo *ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE GENERACIÓN*

a.1) Zona de alternativas de interconexión.

El área de estudio incluirá las zonas que potencialmente puedan albergar los diferentes arreglos de obras de alternativas de interconexión (paso subfluvial, pase elevado aguas debajo de la ubicación definida en los diseños originales, etc.).

El área de estudio incluirá además zonas que tengan influencia en la seguridad y funcionalidad de las diferentes alternativas de arreglos de obras, siendo necesario su análisis y evaluación para el diseño de obras de estabilización, protección y drenaje (obras asociadas) que resulten necesarias.

El estudio geotécnico para las zonas antes referidas de alternativas de interconexión considerará como mínimo el desarrollo de las siguientes actividades principales:

- **Análisis de informe geológico.**

Se realizarán análisis enfocados en el ámbito geotécnico tomando como base el informe geológico desarrollado en el capítulo anterior.

- **Recorridos de campo.**

Se realizarán recorridos de campo en todas las zonas de estudio, con especialistas geotécnicos para identificar características geotécnicas relevantes.

- **Trabajos de campo y laboratorio.**

Se analizarán desde el ámbito geotécnico los trabajos de campo y laboratorio realizados para el componente de geología (perforaciones a rotación con muestreo, ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta, calicatas, y otros de utilidad) y otros ensayos de laboratorio que se consideren necesarios. Los trabajos de campo y laboratorio se planificarán con base a los resultados del análisis de informe geológico, recorridos de campo, análisis de los trabajos de campo y laboratorio realizados para el componente de geología.

Se deberá elaborar un plan de trabajo de campo e investigaciones (que incluirá ubicación, tipo de prueba, profundidad, dirección, temporalidad), con base a lo referido en el párrafo anterior, el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Los trabajos de campo comunes con los del capítulo geología deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

Como mínimo -sin perjuicio del plan de trabajo de campo e investigaciones a elaborar antes referido- se realizarán los siguientes:

- Ensayos CPTu
- Perforaciones a rotación con muestreo
- Ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta.
- Calicatas.
- Ensayos de permeabilidad (Lugeon o Lefranc)
- Piezómetros
- Ensayo de Laboratorio
 - Clasificación SUCS (ASTM D2487 - granulometría, límites de Atterberg, humedad)
 - Densidad de sólidos (ASTM D854)
 - Ensayo corte directo (ASTM D3080)
 - Ensayos triaxiales CU (ASTM)
 - Ensayos de consolidación
 - Proctor modificado (ASTM D698)

Si determinado trabajo de campo del listado mínimo anterior no es necesario su ejecución, será debidamente sustentado su no necesidad y autorizado por el Administrador de Contrato.

Análisis e integración de resultados.

planificarán con base a los resultados del análisis de informe geológico, recorridos de campo, análisis de los trabajos de campo y laboratorio realizados se determinarán las siguientes propiedades de los materiales presentes en el sitio: resistencia de la roca intacta y del macizo rocoso, resistencia al esfuerzo cortante de las discontinuidades del macizo rocoso, deformabilidad del macizo rocoso, permeabilidad del macizo rocoso, clasificación geomecánica del macizo rocoso.

Se determinará las características geotécnicas, en donde se establezca entre otros aspectos los parámetros geomecánicos del macizo rocoso, de las zonas de emplazamiento y sitios de obras de las alternativas a ser analizadas.

Se entregará el informe geotécnico correspondiente, en el que se integran las condiciones geotécnicas identificadas en el sitio.

Con base a los modelos geológicos elaborados, recorridos de campo, análisis de los trabajos de campo y laboratorio, se determinarán los modelos geotécnicos de las zonas de estudio.

El informe deberá contener al menos lo siguiente:

- Modelo geotécnico
- Informe geotécnico

a.2) Zona de casa de máquinas, subestación y descarga.

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

El área de estudio incluye las zonas de reubicación que potencialmente puedan albergar las obras de casa de máquinas, subestación y descarga por efectos de revisión de los niveles del río asociados a crecidas – de ser el caso- incluyendo zonas para obras de estabilización, protección y drenaje que resulten necesarias.

El estudio geotécnico en la zona de estudio considerará como mínimo el desarrollo de las siguientes actividades principales:

- **Análisis de informe geológico.**

Se realizarán análisis enfocados en el ámbito geotécnico tomando como base el informe geológico desarrollado en el capítulo anterior.

- **Recorridos de campo.**

Se realizarán recorridos de campo en todas las zonas de estudio, con especialistas geotécnicos para identificar características geotécnicas relevantes.

- **Trabajos de campo y laboratorio.**

Del análisis de los trabajos de campo y laboratorio ejecutados en esta zona de estudio y de otra información geotécnica de los diseños originales, análisis geológico y recorridos realizados previamente señalados, se realizará un informe debidamente sustentado y motivado, que con base a las condiciones geotécnicas y en función del tipo y características de las obras el contratista planteará un plan de trabajo de campo e investigaciones -de ser requerido- para verificación en el ámbito geotécnico de las zonas de implantación de las obras.

Del análisis antes referido, se deberá elaborar un plan de trabajo de campo e investigaciones (que incluirá ubicación, tipo de prueba, profundidad, dirección, temporalidad), el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Los trabajos de campo comunes con los del capítulo geología deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

- **Análisis e integración de resultados.**

planificarán con base a los resultados del análisis de informe geológico, recorridos de campo, análisis de los trabajos de campo y laboratorio realizados se determinarán las siguientes propiedades de los materiales presentes en el sitio: resistencia de la roca intacta y del macizo rocoso, resistencia al esfuerzo cortante de las discontinuidades del macizo rocoso, deformabilidad del macizo rocoso, permeabilidad del macizo rocoso, clasificación geomecánica del macizo rocoso.

Se determinará las características geotécnicas, en donde se establezca entre otros aspectos los parámetros geomecánicos del macizo rocoso, de las zonas de emplazamiento y sitios de obras de las alternativas a ser analizadas.

Se entregará el informe geotécnico correspondiente, en el que se integran las condiciones geotécnicas identificadas en el sitio.

Con base a los modelos geológicos elaborados, recorridos de campo, análisis de los trabajos de campo y laboratorio, se determinarán los modelos geotécnicos de las zonas de estudio.

El informe deberá contener al menos lo siguiente:

- Modelo geotécnico
- Informe geotécnico

a.3) Zonas de tramos u obras que deben ser rediseñadas debido a las implicaciones de los arreglos de obra de cada alternativa de interconexión y por verificación, revisión de la zona casa de máquinas, subestación y descarga –de ser el caso-.

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Analizar los estudios geotécnicos realizados en los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes.

Actualizarlos, ajustarlos, complementarlos e integrarlos con la nueva información recopilada y desarrollada en los literales a.1) y a.2) anteriores, así como lo desarrollado en el componente de geología (capítulo *GEOLOGÍA*) que tengan relación con estas zonas.

De los resultados y análisis anteriores, incluyendo la de los trabajos de campo y laboratorio ejecutados en los diseños originales en las zonas de estudio en los tramos u obras que deben ser rediseñadas para cada alternativa, de detectarse una alta incertidumbre en el ámbito geotécnico que podría distorsionar el análisis de comparación de alternativas, a través de un informe debidamente motivado y sustentado se planteará un plan de trabajo de campo e investigaciones a ser realizado; en este caso los trabajos de campo comunes con los del capítulo geología deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

a.4) Zonas de tramos u obras donde se mantiene el diseño original.

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Analizar los estudios geotécnicos realizados en los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes.

Actualizarlos, ajustarlos, complementarlos e integrarlos con la nueva información recopilada y desarrollada en los literales a.1) y a.2) anteriores, así como lo desarrollado en el componente de geología (capítulo *GEOLOGÍA*) que tengan relación con estas zonas.

De los resultados y análisis anteriores, incluyendo la de los trabajos de campo y laboratorio ejecutados en los diseños originales en las zonas de estudio en los diseños originales para los tramos u obras donde se mantiene el diseño original correspondiente a cada alternativa, de detectarse una alta incertidumbre en el ámbito geotécnico que podría distorsionar el análisis de comparación de alternativas, a través de un informe debidamente motivado y sustentado se planteará un plan de trabajo de campo e investigaciones a ser realizado; en este caso los trabajos de campo comunes con los del capítulo geología deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

a.5) Vías de Acceso

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Analizar los estudios geotécnicos realizados en los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes.

De los resultados y análisis anteriores, de las evaluaciones del capítulo *VÍAS DE ACCESO*, de detectarse una alta incertidumbre en el ámbito geotécnico que podría distorsionar el análisis de comparación de alternativas, a través de un informe debidamente motivado y sustentado se planteará un plan de trabajo de campo e investigaciones a ser realizado; en este caso los trabajos de campo comunes con los del capítulo geología deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

Producto a entregar:

Informe de Geotecnia

1.4.1.7 ESTUDIO DE PELIGROSIDAD SÍSMICA

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Se deberá actualizar los estudios que corresponden al estudio de peligrosidad sísmica del informe correspondiente de los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes, complementarlos e integrarlos en función de las obras resultantes de los rediseños realizados para cada alternativa del proyecto de generación y transmisión.

Producto a entregar:

Informe de Estudio de Peligrosidad Sísmica

1.4.1.8 BANCOS Y FUENTES DE MATERIALES

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Se deberá actualizar los estudios que corresponden al ámbito de bancos y fuentes de materiales del informe correspondiente de los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes, complementarlos, ajustarlos e integrarlos en función de las obras resultantes de los rediseños realizados para cada alternativa del proyecto de generación.

Producto a entregar:

Informe de Bancos y Fuentes de Materiales

1.4.1.9 VÍAS

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Revisar, actualizar, validar, complementar, profundizar, ajustar y/o reformular los estudios de vías de acceso realizados en los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión existentes, complementarlos, ajustarlos e integrarlos en función de las obras resultantes de los rediseños realizados para cada alternativa del proyecto de generación.

Realizar el diseño de los tramos o vías de acceso a ser utilizados en la etapa de operación y mantenimiento (vías de acceso permanentes) a los sitios de obra de las diferentes alternativas a ser analizadas del proyecto de generación, que se hayan determinado deben ser rediseñadas respecto a los diseños originales.

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), que se hayan determinado deben ser rediseñadas respecto a los diseños originales o no se hayan realizado en los diseños originales.

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

- Diseño geométrico.
- Criterios geológicos.
- Criterios geotécnicos

En función de los requerimientos de acceso a los frentes para la etapa de operación y mantenimiento, se diseñarán las obras de arte mayor (puentes, etc.) que sean necesarias, debiendo incluir en este caso los diseños viales, estructurales, geotécnicos, etc..

En lo que corresponde a las vías de acceso temporales, se realizará un diseño de ruta considerando criterios topográficos y geológicos para las diferentes alternativas del proyecto de generación, bancos de material y escombreras, fundamentalmente con fines de cuantificar costos (vías de acceso temporales),

Producto a entregar:

Informe de Vías

1.4.1.10 ESCOMBRERAS

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Se determinará la ubicación y efectuará un análisis de los lugares hacia donde deberán transportarse los escombros y otros materiales de residuo (escombreras). Deberá analizarse e incluirse, al menos, los siguientes aspectos:

- Criterios ambientales para selección de sitios de escombreras y su diseño,
- Capacidad portante del suelo,
- Prediseño de la escombrera,
- Volumen de almacenamiento potencial,
- Estabilidad,
- Prediseño de vías de acceso.

Producto a entregar:

Informe de Escombreras.

1.4.1.11 CAMPAMENTO PERMANENTE

Se deberá en primer lugar analizar los diseños existentes para el campamento y demás instalaciones de la central Minas San Francisco, a fin de determinar la posibilidad de utilizar estas instalaciones para los requerimientos de operación y mantenimiento de la futura central La Unión, optimizando el uso de espacios disponibles para personal y otras facilidades, de ser el caso, para construcción de infraestructura nueva, etc.

En función del análisis realizado, se determinarán las necesidades específicas del campamento para el P.H. La Unión, para dormitorios, almacenes, bodegas, oficinas, comedores, lavanderías, dispensarios médicos, talleres vehiculares y otros requeridos, centro de abastecimientos de combustibles, áreas de recreación, áreas verdes, vías interiores, servicios de infraestructura básica (sistemas de agua potable, sistemas de agua residual, sistemas y tratamiento de residuos sólidos y líquidos, energía eléctrica, telecomunicaciones, conraincendios, ambiental, etc.).

Con base a lo anterior, se realizará un análisis para identificar los potenciales sitios más adecuados para su implementación, previendo la ubicación en zonas que no sean susceptibles a deslizamientos, inundaciones, condiciones para los servicios básicos requeridos, entre otros aspectos; seleccionando mediante un informe con los debidos sustentos el sitio más adecuado para implementar el campamento permanente.

Producto a entregar:

Informe de Campamento

1.4.1.12 ESTUDIOS AMBIENTALES

Para la ejecución del presente capítulo se deberá estar acreditado ante la Autoridad Ambiental Competente como Empresa Contratista Tipo I de Alto Impacto.

En este capítulo se tomará como insumo la información recopilada acorde al numeral “*RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*”, que incluyen entre otros estudios los “*PROYECTO LA UNIÓN ESTUDIO AMBIENTAL DEFINITIVO, 2011*”.

Del mismo modo la información incluirá la disponible en el ámbito ambiental y social de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco (C.H. MSF), por tratarse de la central existente con la cual se prevé la interconexión del proyecto, deberá conjuntamente ser revisada, sistematizada y utilizada como insumo para identificar condiciones ambientales preexistentes, restricciones, posibles impactos acumulativos o sinérgicos, antecedentes de manejo ambiental y aspectos operativos relevantes.

En este sentido, acorde a los requerimientos actuales del proyecto y normativos ambientales aplicables se deberá desarrollar los presentes Estudios Ambientales.

Los insumos generados en el componente técnico de la Fase 1 de la presente consultoría (cartografía, topografía y batimetría; geología; geotecnia; sismología; hidrología; sedimentos; etc.), deberán ser utilizados según los requerimientos y complementados acordes a las necesidades del presente capítulo.

Para los Estudios Ambientales, se deberá tomar en consideración la existencia de los siguientes componentes que conforman el Proyecto Hidroeléctrico La Unión (P.H. La Unión):

- Componente de generación.

Se entenderá que dicha denominación comprende de manera integral las obras principales y asociadas requeridas para el aprovechamiento del recurso hídrico y la generación de energía hidroeléctrica. Este componente incluye, entre otras, las obras de interconexión hidráulica, túnel de conducción, tubería de presión, casa de máquinas, descarga y obras asociadas, subestación, plataformas, vías de acceso, campamento, obras de protección, estabilización y drenaje, bancos de materiales, escombreras, así como las demás obras, instalaciones auxiliares y facilidades necesarias para la construcción, operación, mantenimiento y cierre del sistema de generación; y se tramitarán de manera conjunta dentro de una sola autorización administrativa ambiental, correspondiente a la primera autorización administrativa ambiental.

- Componente de transmisión.

Este componente corresponde a la línea de evacuación de energía desde la subestación del proyecto P.H. La Unión hacia la Subestación Pasaje y se tramitará como un componente independiente (segunda autorización administrativa ambiental).

Los trabajos de campo y laboratorio especificados en el Anexo 1: Tabla de cantidades de campo y laboratorio, que adicional a los realizados para otros capítulos de esta Consultoría sean requeridos para el estudio ambiental, serán previamente autorizados por CELEC EP.

Se desarrollará el análisis ambiental de las alternativas y los componentes antes mencionados a ser desarrollados en la Fase 1: Reingeniería y Actualización, diferenciando el componente de generación y de transmisión, considerando que ambos componentes requerirán procesos de licenciamiento ambiental independientes, considerando las áreas potencialmente afectadas, de manera que se obtenga la Línea Base Ambiental de los componentes referidos.

El estudio incluirá la recopilación, revisión, elaboración e integración de la línea base física, biótica, social, con el nivel de detalle necesario de manera que el componente ambiental y social a ser desarrollado en esta Fase 1: Reingeniería y Actualización sea un insumo sólido para la comparación de alternativas. Para ello, se deberá considerar la normativa ambiental vigente, los protocolos y lineamientos establecidos por el ente regulador y de control ambiental del Ecuador, así como buenas prácticas internacionales aplicables, incluyendo los Estándares de Desempeño del Banco Mundial/IFC. Se deberá describir y caracterizar los elementos clave de los componentes ambientales, entre otros: clima, calidad del aire, calidad del agua, calidad de suelo, hidrología, hidrogeología, sedimentos, geodinámica, ecosistemas, con especial énfasis

en ecosistemas acuáticos, fauna, flora y cobertura vegetal, entre otros y realizar la caracterización socioeconómica y cultural.

El análisis deberá permitir establecer la trazabilidad de la información ambiental disponible, identificar cambios relevantes en las condiciones del área de estudio y generar insumos ambientales y sociales para la selección de la alternativa más adecuada; así como en la estructuración de los procesos de gestión hídrica, ambiental, social, y cumplimiento de requisitos para la aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental, entre otros, de cada componente del proyecto (generación y transmisión) en la Fase 2: Diseños Definitivos.

Posterior se realizará la delimitación de áreas de influencia directa e indirecta y áreas sensibles; análisis de riesgos; la identificación de restricciones ambientales y sociales relevantes; y la evaluación comparativa de impactos socioambientales potenciales entre las alternativas planteadas. Esta información servirá como insumo para la toma de decisión sobre la alternativa más adecuada.

Se deberá considerar como mínimo los siguientes criterios, entre otros:

- Escenarios de operación hidráulica entre Central Hidroeléctrica Minas San Francisco (C.H. MSF) tales como caudales por vertederos, caudales retenidos en el embalse, caudales por desagües de fondo, caudales de generación, etc., calidad de agua asociada, y las alternativas del P.H. La Unión.
- Implicaciones y efectos de sedimentos, sólidos suspendidos, turbidez por el circuito hidráulico por la operación en la C.H. MSF.
- Se deberá considerar las implicaciones y efectos de los desalojos de sedimentos de C.H. MSF.
- Implicaciones del régimen regulado, cambio en el régimen hidráulico por la inclusión del P.H. La Unión, nuevo punto de descarga de los caudales turbinados (descarga actual de C.H. MSF al nuevo punto de descarga de P.H. La Unión).
- Aspectos críticos en los escenarios de operación individual y conjunta entre ambos aprovechamientos hidroeléctricos;
- Intervenciones críticas en la construcción.
- Intervención de cobertura vegetal;
- Movimiento de tierras;
- Excavaciones subterráneas;
- Afección de acuíferos, en caso de aplicar;
- Modificación del régimen hidrológico;
- Impactos acumulativos;
- Afectación a ecosistemas sensibles (especial énfasis en ecosistemas acuáticos);
- Sensibilidad social;
- Cruces de cuerpos de agua (temporales y permanentes);
- Fuentes de agua de consumo humano o riego;
- Erosión;
- Contaminación hídrica;
- Afectación a la flora y fauna por aumento de la velocidad y turbulencia del agua descargada, el régimen regulado de C.H. MSF, nuevo régimen hidráulico por la inclusión del P. H. La Unión y, entre otros relevantes de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Se deberá desarrollar una matriz de identificación de brechas entre la legislación nacional aplicable y los requerimientos ambientales y sociales del Banco Mundial e IFC, aplicables. La matriz no deberá limitarse a transcribir normativa, sino que deberá realizar un análisis técnico-comparativo orientado a la toma de decisiones, diferenciando entre: requisitos obligatorios por normativa nacional vigente; estándares de Desempeño del Banco Mundial/IFC; requerimientos adicionales exigibles en caso de financiamiento; medidas complementarias necesarias para fortalecer la gestión de riesgos e impactos ambientales y sociales del proyecto.

Se incluirá una hoja de ruta regulatoria y de cumplimiento ambiental que identifique de manera clara y secuencial los permisos, autorizaciones, pronunciamientos, estudios, informes, aprobaciones y obligaciones requeridas para la aprobación de los respectivos EsIAs, acorde a la normativa vigente.

La Fase 1: Reingeniería y Actualización, no contemplará la elaboración del Plan de Manejo Ambiental. No obstante, deberá generar los insumos técnicos, ambientales y sociales necesarios para sustentar la identificación de restricciones, sensibilidades, riesgos e impactos potenciales asociados a las alternativas evaluadas. Estos insumos constituirán la base para el desarrollo, en la Fase 2: Diseños Definitivos, de los capítulos de Identificación y Evaluación de Impactos y del Plan de Manejo Ambiental de la alternativa seleccionada para cada componente del proyecto (generación y transmisión).

Para la elaboración de los estudios ambientales deberá tomarse en cuenta, como mínimo, lo indicado en el *Anexo 2: ESTUDIOS AMBIENTALES* del presente documento.

Como mínimo se debe desarrollar:

- Informe de revisión ambiental documental.
- Evaluación ambiental del sistema embalse–central existente–nuevo proyecto (a través de una interconexión hidráulica directa). Incluyendo: análisis de sedimentos, sólidos suspendidos, turbidez en el circuito hidráulico; calidad de agua; caudales aportantes de los tributarios entre el tramo comprendido entre la presa de la C.H. MSF y el nuevo punto de descarga previsto para el P.H. La Unión régimen regulado; entre otros aspectos relevantes.
- Caracterización del régimen hidrológico y condiciones ambientales del tramo comprendido entre la descarga actual de la C.H. MSF y el punto de descarga previsto para el P.H. La Unión, considerando la interconexión hidráulica, el régimen regulado existente, los aportes de tributarios intermedios y el caudal ecológico vigente como condición de referencia.
- Análisis ambiental de alternativas de la Fase 1: Reingeniería y Actualización. Incluyendo, entre otros: cuerpos hídricos intervenidos o próximos; volumen de excavaciones y material excedente, estimación de la cobertura vegetal afectada, entre otros aspectos relevantes.
- Mapas de restricciones ambientales y sociales. Incluyendo aspectos críticos identificados y receptores sensibles.
- Determinación preliminar de áreas de influencia y áreas sensibles.
- Evaluación de impactos socioambientales que incluye, entre otros aspectos Matriz de identificación y evaluación de aspectos, impactos ambientales y sociales identificados por alternativa.
- Riesgos ambientales y sociales relevantes.
- Matriz de identificación de brechas entre la legislación nacional y los requerimientos del Banco Mundial/IFC para que sea fácilmente identificable lo que corresponde a cada requerimiento.
- Plan de gestión social y comunicación del proyecto.
- Recomendaciones ambientales para la Fase 2: Diseños Definitivos.
- Ruta regulatoria, permisos y brechas identificadas.
- Anexo cartográfico ambiental.

Se deberá presentar una memoria técnica ambiental que incluya todos los aspectos de análisis, los criterios de decisión, resultados, recomendaciones y conclusiones.

Producto a entregar:

Estudios Ambientales

1.4.1.13 EQUIPAMIENTO

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*, en donde entre otros aspectos, en los diseños originales se determinó para el P.H. La Unión dos turbinas Francis de una potencia de 47,07 MW cada una y una potencia de grupo de 92,25 MW.

En coordinación con el capítulo *ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL PROYECTO DE GENERACIÓN*, se desarrollará lo siguiente para cada alternativa de generación:

En función de las cargas (bruta y neta) resultantes para cada alternativa de generación, se establecerán la necesidad de ajustes y modificaciones al diseño original del equipamiento principal (turbina, generador, transformador).

Con base a lo anterior el Contratista elaborará una memoria técnica que justifique la definición del equipamiento principal (turbina, generador, transformador) sus características, potencia nominal y efectiva, así como las especificaciones técnicas acorde a las nuevas condiciones carga por los rediseños del circuito hidráulico.

Con base a la definición del equipamiento principal, se determinarán los requisitos para el dimensionamiento de casa de máquinas y subestación incluyendo los requerimientos de espaciado mínimo para los sistemas auxiliares y otros asociados al equipamiento principal referido.

Respecto a la configuración de la subestación, acorde los requisitos de operación y mantenimiento, se establecerán los ajustes o modificaciones requeridas.

En el informe estará contenida la siguiente información:

- Memoria técnica con la descripción y justificación de ajustes y modificaciones consideradas para la definición de turbinas, generadores, transformadores.
- Descripción de las características técnicas y requerimientos del equipo principal de las alternativas analizadas.
- Criterios y requisitos para el dimensionamiento de casa de máquinas y subestación eléctrica.

Producto a entregar:

Informe de Equipamiento

1.4.1.14 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL PROYECTO DE GENERACIÓN.

a) Interconexión Hidráulica:

Se deberán plantear al menos tres alternativas de interconexión entre la central Minas San Francisco y el P.H. La Unión.

Se debe buscar utilizar el diseño originalmente establecido del PH La Unión para los demás componentes del circuito hidráulico, hasta donde las condiciones y requerimientos hidráulicos y constructivos lo permitan y con un enfoque de costo beneficio.

Se deberán considerar para cada alternativa de interconexión diferentes concepciones de esta, entre estas, una que considere un paso subfluvial, otra que considere la ubicación de un paso elevado aguas abajo de la descarga actual de Minas San Francisco, y, otra que proponga el contratista.

Cada alternativa de interconexión que se formule, debe ser producto de una optimización previa de distintas configuraciones para cada alternativa (paso subfluvial, ubicación de un paso elevado aguas abajo de la descarga actual de Minas San Francisco, otra propuesta por el contratista), considerando aspectos topográficos, geológicos, geotécnicos, hidráulicos, constructivos, menor pérdida de altura neta, entre otros que se determine relevantes.

Cada una de las alternativas de interconexión que se determine, deberá considerar todas las obras requeridas para el funcionamiento hidráulico y estructural de la interconexión, desde el túnel/descarga de la central Minas San Francisco hasta la conducción (túnel) del P.H. La Unión.

Los estudios de modelación hidráulica, se los realizara con base a los resultados del estudio hidrológico, considerando de manera de disponer de modelos representativos de crecidas del río asociadas a diferentes periodos de retorno, así como del régimen asociado a los periodos de desalojo de sedimentos de la C.H.

Minas San Francisco; de al menos del tramo entre (350 metros aguas arriba y 350 metros aguas debajo de cada alternativa de interconexión planteada)

Con base a los resultados del estudio de modelación hidráulica, se verificará si la ubicación de las obras de interconexión hidráulica y oras en las mediaciones de esta zona cumplen con requisitos de seguridad y funcionalidad asociados a niveles de crecidas para los períodos de retorno de este tipo de obras. Se verificará también dicha ubicación para las obras en un contexto de seguridad y funcionalidad en los períodos de desalojo de sedimentos de la C.H. Minas San Francisco.

Se debe realizar con base a y de manera coordinada con los análisis y resultados de los capítulos *GEOLOGÍA* y *GEOTECNIA*.

Por cada alternativa analizada, como mínimo se debe desarrollar:

- Memoria técnica del proceso de definición de cada configuración propuesta para cada alternativa.
- Memoria técnica del proceso de selección de configuración para cada una de las alternativas.
- Estudios de modelación hidráulica.
- Modelo geológico y modelo geotécnico
- Diseños de las obras requeridas para la interconexión hidráulica (tanques de carga, cámaras de interconexión, paso subfluvial, paso elevado, entre otras requeridas, según sea el caso), con su correspondiente memoria de cálculo hidráulico, estructural y geotécnico.
- Impacto en los demás componentes del circuito hidráulico original para cada alternativa, necesidad de ajustes, modificaciones y rediseños.

b) Análisis de Zona de Casa de Máquinas, Subestación y Descarga.

Se realizará un estudio de modelación hidráulica, de manera de disponer de modelos representativos de crecidas del río asociadas a diferentes periodos de retorno, de al menos del tramo entre 350 metros aguas arriba y 350 metros aguas debajo de la descarga del P.H. La Unión.

Con base a los resultados del estudio de modelación hidráulica, se verificará si la ubicación de obras como casa de máquinas, subestación, descarga y otras en las inmediaciones de esta zona cumplen con requisitos de seguridad y funcionalidad asociados a niveles de crecidas para los períodos de retorno de este tipo de obras, así como el funcionamiento adecuado del equipamiento a diferentes de la descarga asociados al régimen del río. Se verificará también dicha ubicación para las obras en un contexto de seguridad y funcionalidad en los períodos de desalojo de sedimentos de la C.H. Minas San Francisco.

De ser necesario, se definirá la nueva cota requerida para la descarga, y se realizarán los rediseños requeridos en casa de máquinas, descarga, tramo del circuito hidráulico previo a casa de máquinas que sea requeridos, subestación y otras obras asociadas.

Se debe buscar utilizar el diseño originalmente establecido del PH La Unión para los demás componentes del circuito hidráulico, casa de máquinas, subestación y descarga, hasta donde las condiciones y requerimientos hidráulicos y constructivos lo permitan y con un enfoque de costo beneficio.

Se debe realizar con base a y de manera coordinada con los análisis y resultados de los capítulos *GEOLOGÍA* y *GEOTECNIA*.

Como mínimo se debe desarrollar:

- Estudio de modelación hidráulica.
- Resultados de verificación de niveles asociados a crecidas en la seguridad y operación de las obras y equipamiento proyectado, necesidad de ajustes, reubicación.

- Resultados de verificación de niveles asociados a desalojos de sedimentos en la C.H. Minas San Francisco en la seguridad y operación de las obras y equipamiento proyectado, necesidad de ajustes, reubicación.
- Resultados de verificación de las condiciones geológicas y geotécnicas, necesidad de ajustes.
- Impacto en el tipo y ubicación de las obras de casa de máquinas, subestación y descarga; necesidad de ajustes, modificaciones y rediseños.
- En caso de requerir ajustes, modificaciones y rediseños, plantear una alternativa de configuración considerando las condiciones geológicas, geotécnicas, hidráulicas, topográficas entre otras que se determine relevantes.
- Diseños de las obras requeridas para casa de máquinas, subestación y descarga, de ser el caso, con su correspondiente memoria de cálculo hidráulico, estructural y geotécnico.
- Validación de los diseños de casa de máquinas, subestación y descarga, de usarse los diseños originales, con su correspondiente memoria en el ámbito hidráulico, estructural y geotécnico; o, realizar los ajustes, rediseños y diseños de determinarse necesarios en el proceso de validación.
- Impacto en los componentes del circuito hidráulico original, necesidad de ajustes, modificaciones y rediseños, de ser el caso.

c) Análisis e Integración de Ajustes, Diseños y Rediseños del Proyecto de Generación.

Con base a de las implicaciones de cada alternativa de interconexión y de ser el caso en la configuración de casa de máquinas, subestación y descarga, en el diseño de los demás componentes del circuito hidráulico, así como buscando maximizar el diseño originalmente establecido del P.H. La Unión, hasta donde las condiciones y requerimientos hidráulicos y constructivos lo permitan y con un enfoque de costo beneficio, se deberá:

Para cada alternativa del proyecto de generación se deberá realizar:

- Memoria técnica del proceso de definición de las obras (componente, tramo, etc.) que debe ser diseñado de las obras requeridas para la conexión hidráulica, entre la interconexión hidráulica y la conducción o tramo de conducción de los diseños originales, o el nuevo trazado de la conducción de ser el caso.
- Memoria técnica del proceso de definición de las obras (componente, tramo, etc.) que debe ser diseñado de las obras del circuito hidráulico (conducción, chimenea de equilibrio, tubería de presión, descarga) de los diseños originales; según corresponda.
- Memoria técnica del proceso de definición de la obra, componente o tramo que debe ser rediseñado de las obras requeridas para la conexión hidráulica, entre la descarga y la tubería de presión o tramo de tubería de presión de los diseños originales, o el nuevo trazado o concepción de la tubería de presión, de ser el caso.
- Realizar los estudios hidráulicos con flujo estacionario y no estacionario, para escenarios de operación de manera interconectada y aislada. Aquí se considerarán volúmenes de tanques de carga de interconexión, chimenea de equilibrio.
- Los estudios geológicos y geotécnicos realizados en los capítulos *GEOLOGÍA* y *GEOTECNIA*.
- Diseños de las obras (componente, tramo, etc.) que se ha determinado debe ser rediseñado, con su correspondiente memoria de cálculo hidráulico, estructural y geotécnico.
- Validación de los diseños de las obras (componente, tramo, etc.) a ser utilizados del diseño original, con su correspondiente memoria en el ámbito hidráulico, estructural y geotécnico, o, realizar los ajustes, rediseños y diseños de determinarse necesarios en el proceso de validación.

- Integración de los diseños (elaborados o validados) del circuito hidráulico: interconexión hidráulica; conducción, chimenea de equilibrio, tubería de presión, descarga y otras obras resultantes de los rediseños y validación de diseños.
- Análisis de aspectos constructivos de las obras de cada alternativa, tales como procedimientos constructivos, logística, equipos, tecnologías requeridas entre otros aspectos relevantes en el ámbito de la constructibilidad de las alternativas.
- Determinación de la carga bruta y neta resultante para cada alternativa, con la debida memoria de cálculo.
- Diseños de tubería de presión y distribuidor, acorde a lo desarrollado en el capítulo *EQUIPAMIENTO*, con su correspondiente memoria de cálculo estructural y mecánico.
- Diseños de las obras civiles de casa de máquinas, subestación, y descarga de ser el caso, acorde a lo desarrollado en el capítulo *EQUIPAMIENTO*, con su correspondiente memoria de cálculo hidráulico, estructural y geotécnico.
- Definición y diseño de obras de estabilización, protección y drenaje, con sus correspondientes memorias de memoria de cálculo hidráulico, estructural y geotécnico.
- Integración de los diseños de obras civiles del circuito hidráulico, casa de máquinas subestación, vías, obras de estabilización protección y drenaje; y otras obras resultantes de los rediseños y validación de diseños.
- Potencia alcanzable y generación de energía anual para cada alternativa, con la debida memoria de cálculo.
- Actualizar los estudios hidroenergéticos, complementarlos, ajustarlos e integrarlos en función de las alturas brutas y netas
- Especificaciones técnicas de los rubros principales.
- Planos.
- Costos
 - Cuantificación de cantidades de obra por rubros de obra civil y por frente de obra
 - Cuantificación de cantidades de componentes, equipo o sistema de equipamiento.
 - Costo obras civiles: se debe considerar los del proyecto de generación incluyendo los establecidos para vías permanentes y temporales, campamentos, escombreras y otras que correspondan).
 - Costo de Equipamiento (incluyendo la estimación de los costos requeridos para servicios auxiliares, supervisión y control, etc.)
 - Costo Total (incluyendo fiscalización, plan de manejo ambiental, terrenos, etc.)
 - Los costos determinados para cada alternativa deberán estar debidamente sustentados a partir de análisis de precios unitarios de los rubros principales de obra civil (entre estos: excavaciones, aceros, hormigones, tratamientos geotécnicos, entre otros que resulten representativos a ser determinados por CELEC EP) así como en costos de mercado para los del equipamiento principal.
- Plazos
- Evaluación financiera y económica (acorde capítulo *EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA*)

Se deberá presentar una memoria técnica que incluya todos los aspectos de análisis, los criterios de decisión y los resultados para cada alternativa, incluyendo costos de cada alternativa, menor pérdida de producción energética por cada alternativa, aspectos geológicos, geotécnicos, hidrológicos, hidráulicos, constructivos, así como criterios ambientales, etc.

Para la selección de la alternativa, se aplicarán metodologías como AHP u otra que se considere apta, considerando criterios de costos, producción de energía, entre otros que se determinen relevantes.

Producto a entregar:

Informe de Análisis de Alternativas y Selección del Proyecto de Generación

1.4.1.15 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL PROYECTO DE TRANSMISIÓN.

Se utilizará como insumo lo generado en *RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN*.

Para la línea de transmisión (230 KV) se definirán al menos 2 alternativas de ruta, considerando que la evacuación de energía se realizará desde la subestación del proyecto hacia la subestación Pasaje.

Los criterios a considerar para definir las alternativas serán:

- a. Cruce y afectación a infraestructura existente.
- b. Condiciones topográficas.
- c. Condiciones geológicas.
- d. Criterios ambientales y sociales.

El proceso técnico, al igual que el informe correspondiente incluirá un análisis detallado de las rutas de la línea de transmisión mediante sistemas de información geográfica considerando restricciones topográficas, geológicas, ambientales y sociales, optimización de trazados empleando la información recopilada en los respectivos recorridos de campo en sitios de interés que se hayan determinado en los análisis de gabinete, cálculo de pérdidas eléctricas por configuración, ubicación y número de torres. Se considerarán corredores preferenciales evitando ecosistemas sensibles y aprovechando si corresponde corredores de infraestructura existente, minimizando cruces con infraestructura de servicios públicos.

Todo lo anterior deberá ser evaluado y contrastado con los hallazgos de campo obtenidos en los recorridos de sitios de interés para cada alternativa.

Por cada alternativa analizada, como mínimo se debe desarrollar:

- Definición del corredor y trazado.
 - Memoria técnica de los criterios utilizados que justifiquen el trazado.
 - Trazado georreferenciado (shapefile o similar) sobre cartografía a escala mínima 1:5000.
 - Longitud total del trazado.
- Definición de parámetros eléctricos.
 - Selección preliminar del tipo y sección de conductor, con justificación en base a criterios de ampacidad, pérdidas técnicas y costos.
 - Estimación de las pérdidas técnicas de energía (kWh/año y porcentaje sobre la energía generada).
- Definición de ubicación y tipos de torre.
 - Memoria técnica de los criterios utilizados que justifiquen cada ubicación y tipo de torre seleccionada:
 - Selección del tipo de estructura según topografía, vano y condiciones de carga (cargas de viento, peso del conductor, etc.)
 - Determinación preliminar de los tipos de cimentación requeridos.

- Planta y perfil longitudinal del trazado con identificación de vanos, alturas de torre requeridas por tramo y puntos críticos.
- Identificación de puntos de inflexión y ángulos de deflexión del trazado.
- Dimensionamiento, cuantificación y definición de características de cimentaciones, estructuras y conductores con su correspondiente memoria de cálculo.
- Especificaciones técnicas referenciales.
- Costos
 - Excavaciones
 - Cimentaciones tipo
 - Torres (por tipo, incluye transporte y montaje).
 - Conductores y cable de guarda

Los costos se determinarán a partir de la utilización de bases de datos de componentes similares de otros proyectos, bases de datos de proyectos similares, u otras fuentes de información debidamente sustentadas, y deberán incluir los costos de transporte y montaje según corresponda, así como los costos correspondientes a adecuación de accesos, servidumbres.

Se incluirán otros que resulten representativos a ser determinados conjuntamente con CELEC EP.

- Cronogramas
- Planos

Como resultado el Contratista deberá presentar una memoria técnica que incluya todos los aspectos de análisis, los criterios de decisión (técnico, económico y ambiental) y los resultados para cada alternativa, recomendando la mejor alternativa con la debida justificación y sustento, que deberá ser para ser puesta a consideración de CELEC EP.

1.4.1.16 EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA.

Se realizará la evaluación financiera económica para:

- Cada alternativa de proyecto de generación
- Cada alternativa de proyecto de generación más la alternativa seleccionada del proyecto de transmisión.

Acorde a lo establecido en el numeral 408-08 Evaluación financiera y socioeconómica contribución a la meta del Plan Nacional de Desarrollo, de las Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado, se deberá considerar lo siguiente:

Se debe realizar la evaluación financiera y socioeconómica ex-ante, que se utilizará como un elemento esencial para tomar la decisión de seguir adelante con las siguientes etapas o de suspender el estudio o rechazar un proyecto individual, así como para establecer el orden de prelación cuando se dispone de una cartera o grupo de proyectos.

Se determinará la rentabilidad utilizando indicadores privados y sociales tales como el VAN o Valor Actual Neto; la TIR o Tasa Interna de Retorno; la razón Beneficio/Costo (B/C), el Período de Retorno de la Inversión.

La evaluación financiera ex-ante es parte de cada etapa del proyecto y constituye un elemento fundamental para tomar decisiones sobre la conveniencia de llevar a cabo un proyecto. Sobre la base del cálculo de costos y beneficios, tangibles o intangibles, más los criterios de evaluación de proyectos, la institución decidirá si le conviene invertir en el proyecto. La evaluación determinará la rentabilidad como si la institución fuese una empresa privada interesada en obtener los mayores beneficios con el menor costo posible.

La evaluación socioeconómica proporciona elementos para decidir si se invierte en determinado proyecto, pero su enfoque está dirigido a determinar los beneficios que genera para la sociedad. En este tipo de análisis interesa la contribución del proyecto a la economía o desarrollo del país, pues se trata de invertir en las opciones más rentables desde el punto de vista económico-social, que al mismo tiempo estén acordes con las políticas gubernamentales.

En esta evaluación socio-económica los beneficios se obtienen del aumento en el ingreso nacional provocado por el proyecto, mediante la cuantificación monetaria de la contratación de los bienes, obras o servicios y los costos que corresponden al ingreso sacrificado por ejecutar ese proyecto en lugar de otro; aunque se utilizan las mismas herramientas de cálculo que en la evaluación financiera como los indicadores, los costos y beneficios se calculan con precios sociales o "precios sombra", es decir, excluyendo las distorsiones que afectan los precios de mercado, tales como las cargas sociales, los impuestos y las tasas de interés de los créditos.

Los dos tipos de evaluación mencionados constituyen además un criterio para ordenar o establecer el grado de prioridad de los proyectos que conforman una cartera o grupo de proyectos, a la vez que ayudan a establecer con mayor exactitud el precio o la tarifa de los bienes o servicios que se producirán.

Producto a entregar:

Informe de Evaluación Financiera y Económica.

1.4.1.17 INFORME FINAL DE REINGENIERÍA Y ACTUALIZACIÓN.

El Contratista deberá elaborar el informe técnico-económico-ambiental que consolide todos los estudios realizados para el análisis de alternativas y selección del proyecto de generación, así como para el análisis de alternativas y selección del proyecto de transmisión.

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

Adicionalmente, el Contratista 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 capacite sobre el uso de los productos entregados. El alcance de esta transferencia de conocimiento será realizado en coordinación con la Administración del Contrato.

Con base a los indicadores resultantes de esta fase de reingeniería y actualización, CELEC EP dispondrá de los elementos de juicio necesarios para decidir continuar o no con la fase de diseños definitivos, siendo esta decisión exclusiva de CELEC EP.

Producto a entregar.

Informe final de Reingeniería y Actualización.

1.4.2. FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS.

1.4.2.1. CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.

Se densificará la red geodésica de ser necesario, previa autorización del Administrador de Contrato del área, secciones y rubro según corresponda.

a) Proyecto de generación.

En caso de que adicional a lo realizado para cada alternativa de generación en la Fase 1, sea necesario levantar una zona con topografía escala 1.1000, (LiDAR o estación total) y/o secciones batimétricas, se realizarán conforme a los requerimientos de diseño, previa autorización del Administrador de Contrato.

Se actualizará, ajustará y/o complementará el informe desarrollado en la Fase 1, integrando toda la información generada para la alternativa seleccionada de generación.

b) Proyecto de transmisión.

Para la alternativa seleccionada, en una franja de referencialmente 100 m en total, se hará un levantamiento escala 1: 1000 (LiDAR).

El área para ser levantada se definirá previa autorización del Administrador del Contrato.

El informe de cartografía y topografía deberá incluir:

- Cartografía base, temática y generada con la correspondiente estructura SIG.
- Levantamiento topográfico con sus respectivos planos.

c) Vías.

En caso de que adicional a lo realizado en la Fase 1, sea necesario levantar una zona con topografía escala 1.1000, se hará un levantamiento escala 1:1000 (LiDAR o estación total).

El área para ser levantada se definirá previa autorización del Administrador del Contrato.

El informe de cartografía y topografía deberá incluir:

- Cartografía base, temática y generada con la correspondiente estructura SIG.
- Levantamiento topográfico con sus respectivos planos.

d) Otra infraestructura.

De requerirse para determinada infraestructura levantar una zona con topografía escala 1.1000, se hará un levantamiento escala 1:1000 (LiDAR o estación total).

El área para ser levantada se definirá previa autorización del Administrador del Contrato.

El informe de cartografía y topografía deberá incluir:

- Cartografía base, temática y generada con la correspondiente estructura SIG.
- Levantamiento topográfico con sus respectivos planos.

e) Integración, validación y presentación de la información

Se integrará toda la información para generar un levantamiento integrado topográfico que incluyan zonas de reingeniería y diseño original, así como de batimetría y cartografía.

Se utilizarán herramientas de análisis de calidad de información geográfica y validación de consistencia geoespacial con la finalidad de generar productos integrados que cumplan con todos los estándares de calidad establecidos en las normativas aplicables vigentes. El análisis se centrará en la integración coherente de toda la información geoespacial generada mediante verificación de consistencia geodésica entre la Red Geodésica Local, cartografía base, y levantamientos topográficos, asegurando que toda la información mantenga referencia correcta al sistema oficial WGS84/SIRGAS-EC, conforme a la versión determinada por el IGM (Instituto Geográfico Militar), para su integración cartográfica en zona 17 Sur. Se ejecutará la validación de calidad de información geográfica según Normas ISO sobre información geográfica y el Manual de fundamentos de evaluación de la calidad de la 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 Contratista desarrollará la integración de productos cartográficos y topográficos en bases de datos geoespaciales estructurados que faciliten su utilización en estudios técnicos posteriores del proyecto.

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 Geodésica Local, 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 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 Geodésica Local, 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.

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 referencia la .gdb y los Map Packages (.mpkx) correspondientes a cada mapa temático o estudio de ser caso. Los archivos ráster, incluidos los generados y derivados de la modelación eólica, se entregarán georreferenciados y listos para su uso inmediato, los archivos fuente y proyectos completos de todos los programas utilizados en la modelación, serán entregados sin requerir ajustes adicionales, sin llaves, ni restricciones, los mapas finales se entregarán en formato .pdf y .png y se presentará un índice de la estructura SIG a entregar.

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.

Producto a entregar:***Informe de Cartografía y Topografía.*****1.4.2.2. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA**

Actualizar, ajustar y/o complementar el informe desarrollado en la Fase 1, en concordancia con el tipo y características de las obras resultantes de la alternativa seleccionada de generación.

Producto a entregar:***Informe de Hidrología.*****1.4.2.3. SEDIMENTOS**

Actualizar, ajustar y/o complementar el informe desarrollado en la Fase 1, en concordancia con el tipo y características de las obras resultantes de la alternativa seleccionada de generación y los requerimientos para la definición de características y especificaciones de los componentes hidromecánicos (cantidad y tipo de sedimento que pasa a través del circuito hidráulico).

Producto a entregar:***Informe de Sedimentos.*****1.4.2.4. GEOLOGÍA****1.4.2.4.1 Proyecto de Generación.**

Considerando el tipo y características de obras de la alternativa seleccionada del proyecto de generación en la Fase 1 y/o de los ajustes que se realicen en esta de diseños definitivos (sean estos motivados del ámbito hidráulico, estructural, geológico o geotécnico en esta fase de diseño definitivo), se realizarán actividades para complementar y afinar las condiciones y modelos geológicos en los sitios de implantación de las obras civiles tales como: sistema de interconexión, túnel de conducción, chimenea de equilibrio, tubería de presión/sistema de alta presión, casa de máquinas, descarga, obras de protección, estabilización y drenaje, entre otras.

Entre estas actividades se consideran complementación de la fotointerpretación -de ser requerida-, recorridos de campo detallados con especialistas en geología, y la ejecución de trabajos de campo y laboratorio.

El plan de trabajo de campo e investigaciones estará sustentado y motivado en un informe que considere: las condiciones geológicas de las zonas de implantación de las obras de la alternativa seleccionada del proyecto de generación; los requerimientos necesarios para el diseño de las obras; las condiciones que se pretenden ajustar o esclarecer; entre otros aspectos.

El plan de trabajo de campo e investigaciones incluirá ubicación, tipo de prueba, profundidad, dirección, temporalidad; plan mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Los trabajos de campo comunes con los del capítulo geotecnia deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

Con base a la información generada en la fase de diseño definitivo, se deberán actualizar y complementar los modelos geológicos por cada frente de obra.

Se integrarán las condiciones geológicas identificadas en los recorridos de campo, resultados de los trabajos de campo y laboratorio; estableciendo el modelo geológico por cada frente de obra.

Los informes incluirán anexos de planos, secciones geológicas, perfiles geoeléctricos, etc, así como todos sus archivos (pdf, word y excel) metadatos editables, (shp, dwg, .dxf, .tif) sin llaves, ni restricciones y en la escala solicitada.

Se actualizará, ajustará y/o complementará el informe desarrollado en la Fase 1, integrando toda la información generada para la alternativa seleccionada de generación.

1.4.2.4.2 Vías.

El área de estudio para vías permanentes incluirá además de la que abarque las potenciales zonas de implantación de la alternativa seleccionada para la vía, otras zonas que tengan influencia en la seguridad y funcionalidad de esta infraestructura siendo necesario su análisis y evaluación para el diseño de obras de estabilización, protección y drenaje necesarias.

Con base a información secundaria e histórica disponible, recorridos de campo detallados en las rutas seleccionadas y sitios de interés, resultados del análisis de los trabajos de campo y laboratorio, el Contratista deberá generar un levantamiento geológico a escala adecuada.

Respecto al plan de trabajo, acorde a las condiciones geológicas, condiciones que se pretenden esclarecer o precisar, se deberá considerar la ejecución en sitios estratégicos y representativos de trabajos de campo y laboratorio.

Se deberá elaborar un plan de trabajo de campo e investigaciones (que incluirá ubicación, tipo de prueba, profundidad, dirección, temporalidad), con base a lo referido en el párrafo anterior, el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Los trabajos de campo comunes con los del capítulo geotecnia deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

Como mínimo -sin perjuicio del plan de trabajo de campo e investigaciones a elaborar antes referido- se realizarán los siguientes:

- Sísmica de refracción
- Tomografía eléctrica
- Perforaciones a rotación con muestreo
- Ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta.
- Calicatas.

Si determinado trabajo de campo del listado mínimo anterior no es necesario su ejecución, será debidamente sustentado su no necesidad y autorizado por el Administrador de Contrato.

Los informes incluirán anexos de planos, secciones geológicas, perfiles geoelectrónicos, etc, así como todos sus archivos (pdf, word y excel) metadatos editables, (shp, dwg, .dxf, .tif) sin llaves, ni restricciones y en la escala solicitada.

El informe geológico al menos deberá contener:

- Modelo geológico
- Informe geomorfológico
- Informe geológico

1.4.2.4.3 Proyecto de Transmisión.

Con base a información secundaria e histórica disponible, recorridos de campo detallados en sitios de interés identificados, levantamiento LiDAR, resultados del análisis de los trabajos de campo y laboratorio, el Contratista deberá generar un levantamiento geológico a escala 1:5 000.

En este sentido, se elaborará un plan de trabajo de campo e investigaciones de laboratorio el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Respecto al plan de trabajo, se deberá considerar acorde a las condiciones geológicas y a los sitios de interés (las torres sometidas a mayores esfuerzos y/o torres tipo) se realizarán trabajos de sísmica de refracción, tomografía eléctrica, perforaciones a rotación con muestreo, ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta, calicatas y otros ensayos de laboratorio en sitios estratégicos.

Los informes incluirán anexos de planos, secciones geológicas, perfiles geoelectrónicos, etc, así como todos sus archivos (pdf, word y excel) metadatos editables, (shp, dwg, .dxf, .tif) sin llaves, ni restricciones y en la escala solicitada.

El informe geológico deberá incluir el respectivo informe geomorfológico.

El informe de geología deberá incluir:

- Informe geológico.
- Informe geomorfológico.

Se actualizará, ajustará y/o complementará el informe desarrollado en la Fase 1, integrando toda la información generada para la alternativa seleccionada de transmisión.

Producto a entregar:

Informe de Geología

1.4.2.5. GEOTECNIA

1.4.2.5.1 Proyecto de Generación.

Considerando el tipo y características de obras de la alternativa seleccionada del proyecto de generación en la Fase 1 y/o de los ajustes que se realicen en esta de diseños definitivos (sean estos motivados del ámbito hidráulico, estructural, geológico o geotécnico en esta fase de diseño definitivo), se realizarán actividades para complementar y afinar las condiciones y modelos geotécnicos en los sitios de implantación de las obras civiles tales como: sistema de interconexión, túnel de conducción, chimenea de equilibrio, tubería de presión/sistema de alta presión, casa de máquinas, descarga, obras de protección, estabilización y drenaje, entre otras.

Entre estas actividades se consideran recorridos de campo detallados con especialistas en geotecnia, y la ejecución de trabajos de campo y laboratorio.

El plan de trabajo de campo e investigaciones estará sustentado y motivado en un informe que considere: las condiciones geotécnicas de las zonas de implantación de las obras de la alternativa seleccionada del proyecto de generación; los requerimientos necesarios para el diseño de las obras; el tipo de obras; las condiciones que se pretenden ajustar o esclarecer; entre otros aspectos.

Con base a la información generada en la fase de diseño definitivo, se deberán actualizar y complementar los modelos geotécnicos por cada frente de obra.

Se entregará el informe geotécnico correspondiente, en el que se integran las condiciones geológicas, condiciones geotécnicas identificadas en los recorridos de campo, resultados de los trabajos de campo y laboratorio; estableciendo el modelo geotécnico por cada frente y tipo de obra.

Se establecerán las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio geotécnico, incluyendo planos de secciones geotécnicas relevantes por cada frente de obra.

Los informes incluirán anexos de planos, secciones geotécnicas, etc, así como todos sus archivos (pdf, word y excel) metadatos editables, (shp, dwg, .dxf, .tif) sin llaves, ni restricciones y en la escala solicitada.

Se realizará la identificación y evaluación de aspectos geotécnicos entre los que se considera estabilidad de laderas, estabilidad de excavaciones, filtraciones y escurrimientos, etc., tanto para excavaciones superficiales como subterráneas, para lo cual deberá establecer las correspondientes medidas y diseños requeridos para el funcionamiento seguro del frente de obra involucrado (a ser desarrollados en el capítulo **DISEÑOS**).

1.4.2.5.2 Vías.

El área de estudio para vías permanentes incluirá además de la que abarque las potenciales zonas de implantación de la alternativa seleccionada para la vía, otras zonas que tengan influencia en la seguridad y funcionalidad de esta infraestructura siendo necesario su análisis y evaluación para el diseño de obras de estabilización, protección y drenaje necesarias.

Con base a información secundaria e histórica disponible, análisis de las condiciones geológicas, recorridos de campo detallados en las rutas seleccionadas y sitios de interés, resultados del análisis de los trabajos de campo y laboratorio, el Contratista deberá generar un levantamiento geotécnico a escala adecuada.

Respecto al plan de trabajo, acorde a las condiciones geológicas y geotécnicas, condiciones que se pretenden esclarecer o precisar, se deberá considerar la ejecución en sitios estratégicos y representativos de trabajos de campo y laboratorio.

Se deberá elaborar un plan de trabajo de campo e investigaciones (que incluirá ubicación, tipo de prueba, profundidad, dirección, temporalidad), con base a lo referido en el párrafo anterior, el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Los trabajos de campo comunes con los del capítulo geología deben ser optimizados en ubicación, profundidad, etc.

Como mínimo -sin perjuicio del plan de trabajo de campo e investigaciones a elaborar antes referido- se realizarán, además de las pruebas de laboratorio que sean requeridas, los siguientes:

- Perforaciones a rotación con muestreo
- Ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta.
- Calicatas.

Si determinado trabajo de campo del listado mínimo anterior no es necesario su ejecución, será debidamente sustentado su no necesidad y autorizado por el Administrador de Contrato.

Los informes incluirán anexos de planos, secciones geotécnicas, etc, así como todos sus archivos (pdf, word y excel) metadatos editables, (shp, dwg, .dxf, .tif) sin llaves, ni restricciones y en la escala solicitada.

El informe geológico al menos deberá contener:

- Modelo geotécnico
- Informe geotécnico

1.4.2.5.3 Proyecto de Transmisión.

Con base a la información geológica desarrollada, recorridos de campo detallados en sitios de interés identificados, resultados del análisis de los trabajos de campo y laboratorio, el Contratista deberá generar un levantamiento geotécnico.

En este sentido, se elaborará un plan de trabajo de campo e investigaciones de laboratorio el mismo que previo a su ejecución deberá ser aprobado por CELEC EP. Respecto al plan de trabajo, se deberá considerar acorde a las condiciones geológicas, condiciones geotécnicas y tipo de torres; sitios representativos y estratégicos (zonas homogéneas, las torres sometidas a mayores esfuerzos y/o torres tipo) se realizarán trabajos de perforaciones a rotación con muestreo, ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta, calicatas y otros ensayos de laboratorio.

Los informes incluirán anexos de planos, secciones geotécnicas, etc, así como todos sus archivos (pdf, word y excel) metadatos editables, (shp, dwg, .dxf, .tif) sin llaves, ni restricciones y en la escala solicitada.

El informe de geotecnia deberá incluir:

- Modelos geotécnicos.
- Informe geotécnico.

Producto a entregar:

Informe de Geotecnia

1.4.2.6. ESTUDIOS DE PELIGROSIDAD SÍSMICA

Actualizar, ajustar y/o complementar el informe desarrollado en la Fase 1, en concordancia con el tipo y características de las obras resultantes de la alternativa seleccionada de generación y la de transmisión.

Producto a entregar:**Informe de Estudios de Peligrosidad Sísmica****1.4.2.7. BANCOS DE MATERIALES**

Actualizar, ajustar y/o complementar el informe desarrollado en la Fase 1, en concordancia con el tipo y características de las obras resultantes de la alternativa seleccionada de generación y la de transmisión.

Producto a entregar:**Informe de Bancos de Materiales****1.4.2.8. VÍAS**

Actualizar, ajustar y/o complementar el informe desarrollado en la Fase 1, en concordancia con el tipo y características de las obras resultantes de la alternativa seleccionada de generación.

Vías permanentes:

Se realizará el diseño definitivo de las vías de acceso necesarias para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, considerando la normativa aplicable.

Realizar el diseño definitivo de las variantes requeridas para los tramos de vías existentes que, de ser el caso, sean afectadas por la implantación de la alternativa seleccionada.

El trazado de las rutas deberá ajustarse de modo de causar el menor impacto socio ambiental posible. Las vías deberán constituir parte armónica de un conjunto formado por una red, cuya finalidad es intercomunicar los sitios de obra, con la red vial principal, procurando conseguir el menor volumen de movimiento de tierras. En el diseño de la vía se observará lo dispuesto en el Manual de Diseño Geométrico de carreteras MTOP, y las que apliquen, según corresponda.

El sistema de drenaje de las vías se diseñará a través de la identificación de las áreas de drenaje, determinación de caudales, agua superficial, para ejecutar el diseño de alcantarillas, cunetas, descargas y todas las demás obras que sean requeridas para un sistema de drenaje adecuado.

Los diseños de vías y diseño de sistema de drenaje deberán considerar criterios y condiciones de geología y geotecnia en la zona de implantación, y realizarse acorde a la normativa aplicable.

Las vías o tramos de vías cuyo diseño haya sido validado en la Fase 1, serán validados en lo que corresponde a un diseño definitivo y de determinarse aspectos que deban ser ajustados, complementados, elaborados o rediseñados, se los realizarán considerando los aspectos señalados a continuación.

Los estudios y diseños de las vías permanentes incluirán, al menos, los siguientes aspectos:

- Diseño geométrico.
- Criterios geológicos.
- Diseños geotécnicos (mesa, cortes, rellenos, estabilización de taludes)
- Diseños estructurales, hidráulicos.
- Diseño de obras de drenaje (alcantarillas, cunetas, descargas y todas las demás obras que sean requeridas).
- Diseño de obras de protección (muros, etc.)
- Diseño de señalización, e iluminación según corresponda.
- Diseño de capa de rodadura. (en correspondencia con su uso y características de la infraestructura a la que permite el acceso)
- Diseño de puentes (en caso de requerirse), incluyendo los diseños estructurales, geotécnicos, hidráulicos, capa de rodadura, etc., para la construcción de estos.
- Costos y Presupuestos
- Cronograma de Obra
- Memorias Técnicas y Criterios de Diseño.

- Especificaciones Técnicas
- Planos Definitivos.

En lo que corresponde a las vías de acceso temporales, se ajustará y complementará el diseño de las vías para la alternativa seleccionada del proyecto de generación, bancos de material y escombreras, considerando criterios topográficos y geológicos, fundamentalmente con fines de cuantificar costos.

Producto a entregar:

Informe de Vías

1.4.2.9. ESCOMBRERAS

Revisar, actualizar y/o complementar, en concordancia con las conclusiones y recomendaciones establecidas en los estudios de escombreras realizados en la Fase 1, enfocándose en los requerimientos y condiciones de la alternativa seleccionada.

Se deberá analizar y profundizar en los diseños de escombreras, considerando al menos, los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de criterios ambientales para diseño de escombreras,
- Capacidad portante del suelo,
- Volumen de almacenamiento potencial,
- Recomendaciones para colocación de los materiales,
- Análisis de estabilidad,
- Drenaje y obras asociadas,
- Diseño de vías de acceso (en correspondencia con su uso y características).
- Criterios de diseño
- Diseños geotécnico, estructural, hidráulico y otros que correspondan, incluyendo memorias técnicas.
- Diseño del cierre de la escombrera considerando componente ambiental.
- Costos, cronograma de obra, memorias técnicas, especificaciones técnicas, planos.

Producto a Entregar

Informe de Escombreras

1.4.2.10. CAMPAMENTO PERMANENTE.

Con base al análisis de necesidades específicas y sitio seleccionado para el campamento en la Fase 1 Reingeniería y Actualización, se desarrollarán los diseños definitivos de las obras del campamento permanente para el personal a cargo de la operación y mantenimiento de la central La Unión.

Los estudios para el campamento permanente contemplan a nivel de diseños definitivos:

- Diseño Sistema de Agua Potable.
- Diseño de Sistemas de Aguas Residuales y Aguas Lluvias.
- Diseño de Sistemas de Residuos Sólidos y Líquidos.
- Diseño de Vías Interiores y Puentes (de ser el caso).
- Diseño de Vías de Acceso
- Diseños Eléctricos, Electrónicos, Telecomunicaciones.
- Estudios y Diseño de Campamentos (arquitectónico, geológico, geotécnico, estructural, hidrosanitario, eléctrico, electrónico, telecomunicaciones, paisajismo, contraincendios, ambiental, circuito cerrado de televisión, aire acondicionado, etc.)
- Costos y Presupuestos
- Cronograma de Obra
- Memorias Técnicas y Criterios de Diseño.
- Especificaciones Técnicas
- Planos Definitivos.

Se deberá considerar los resultados de los estudios de geología y geotecnia acorde los recorridos de campo, trabajos de campo y laboratorio que se planifiquen.

Se deberá considerar la normativa aplicable para este tipo de infraestructuras.

Producto a entregar:

Informe de Campamento Permanente

1.4.2.11. ESTUDIOS AMBIENTALES Y GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL.

Para los Estudios Ambientales y Gestión Socioambiental se deberá tomar en consideración la existencia de los siguientes componentes que conforman el Proyecto Hidroeléctrico La Unión (P.H. La Unión):

- Componente de generación.

Se entenderá que dicha denominación comprende de manera integral las obras principales y asociadas requeridas para el aprovechamiento del recurso hídrico y la generación de energía hidroeléctrica. Este componente incluye, entre otras, las obras de interconexión hidráulica, túnel de conducción, tubería de presión, casa de máquinas, descarga y obras asociadas, subestación, plataformas, vías de acceso, campamento, obras de protección, estabilización y drenaje, bancos de materiales, escombreras, así como las demás obras, instalaciones auxiliares y facilidades necesarias para la construcción, operación, mantenimiento y cierre del sistema de generación; y se tramitarán de manera conjunta dentro de una sola autorización administrativa ambiental, correspondiente a la primera autorización administrativa ambiental.

- Componente de transmisión.

Este componente corresponde a la línea de evacuación de energía desde la subestación del proyecto hacia la Subestación Pasaje, se tramitará como un componente independiente (segunda autorización administrativa ambiental).

Con base a lo desarrollado en los Estudios Ambientales en la Fase 1: Reingeniería y Actualización, se desarrollará lo siguiente:

Para la alternativa seleccionada se deberá complementar los aspectos que correspondan de los Estudios Ambientales de la Fase 1: Reingeniería y Actualización.

Las disposiciones aquí contenidas serán aplicables a ambos componentes (generación y transmisión), salvo en aquellos casos en que, por su naturaleza, alcance, metodología, trámite o requerimientos específicos, sea necesario distinguirlos expresamente.

Para la ejecución de los presentes estudios, se deberá estar acreditado ante la Autoridad Ambiental Competente como Empresa Contratista Tipo I de Alto Impacto.

Durante la fase de elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental del P.H. La Unión, el Contratista deberá planificar y ejecutar el proceso de aprobación de dichos estudios considerando la independencia administrativa, técnica y ambiental de los componentes de generación y transmisión, de conformidad con la normativa ambiental vigente.

El estudio de los dos componentes antes referidos iniciará con la categorización, obtención del certificado de intersección, viabilidad ambiental (en caso de aplicar), inventario forestal (en caso de aplicar), y la obtención de documentos habilitantes para la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), y Proceso de Participación Ciudadana de los componentes antes referidos.

Los insumos generados en el componente técnico de la Fase 1 y Fase 2 de la presente consultoría (cartografía, topografía y batimetría; geología; geotecnia; sismología; hidrología; sedimentos; etc.), deberán ser utilizados según los requerimientos y complementados acordes a las necesidades del presente capítulo. Los trabajos de campo y laboratorio especificados en el Anexo 1: Tabla de cantidades de campo y laboratorio, que adicional a los realizados para otros capítulos de esta Consultoría sean requeridos para el estudio ambiental, serán previamente autorizados por CELEC EP.

Posteriormente se continuará con la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) y el Informe de sistematización del proceso de participación ciudadana, para finalmente concluir 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 con objeto de que CELEC EP pueda obtener las licencias ambientales correspondientes.

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;
- Se deberá considerar las implicaciones y efectos de la operación hidráulica de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco (C.H. MSF), tales como caudales por vertederos, caudales retenidos en el embalse, caudales por desagües de fondo, caudales de generación, etc. y calidad de agua asociada; implicaciones y efectos de sedimentos y sólidos suspendidos, turbidez en el circuito hidráulico por la operación en la C.H. MSF. Esta descripción deberá ser clara, ordenada y suficiente para caracterizar sus componentes, fases y acciones, y servirá como base para identificar los elementos ambientales relevantes en los diferentes capítulos del EsIA;
- Se deberá considerar las implicaciones y efectos de los desalojos de sedimentos de C.H. MSF. Esta descripción deberá ser clara, ordenada y suficiente para caracterizar sus componentes, fases y acciones, y servirá como base para identificar los elementos ambientales relevantes en los diferentes capítulos del EsIA;
- Análisis de alternativas del proyecto (Fase 1: Reingeniería y Actualización);
- Análisis régimen regulado, caudales de operación individual y conjunta entre ambos aprovechamientos hidroeléctricos, aportes de tributarios intermedios y caudal ecológico vigente como condición de referencia;
- Demanda de recursos naturales por parte del proyecto;
- Diagnóstico ambiental de línea base, que incluya el detalle de los componentes físicos, bióticos y los análisis socioeconómicos y culturales;
- Inventario forestal (si aplica);
- 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 deberá incorporar las observaciones técnicas y económicamente viables derivadas del proceso de participación ciudadana, dejando constancia de ello en el estudio (incluido PMA) y en el Informe de sistematización correspondiente.

a. Elaboración de línea base ambiental integral.

El Contratista desarrollará una línea base ambiental y social del área del componente de generación, así como del componente de transmisión, aplicando metodologías estandarizadas y en cumplimiento con la normativa ambiental ecuatoriana y los Estándares de Desempeño del Banco Mundial/IFC. Esta línea base servirá como insumo técnico para la tramitación de dos autorizaciones administrativas ambientales independientes.

La línea base caracterizará las condiciones ambientales actuales del área geográfica del proyecto, considerando los ecosistemas presentes conforme a los pisos geográficos correspondientes. Para ello, se analizarán criterios ecológicos, cobertura vegetal, tipos de vegetación, estado de conservación, conectividad ecológica, hábitats terrestres y acuáticos, así como inventarios de flora, vegetación y comunidades bióticas, obtenidos mediante levantamientos de campo, análisis de imágenes satelitales, cartografía temática y modelos digitales del terreno.

En el componente hídrico, se deberá integrar los estudios técnicos del régimen hidrológico actual del sistema fluvial, incorporando los caudales regulados por el C.H. MSF en operación, los aportes de los tributarios relevantes y las condiciones hidrológicas existentes, incluyendo los cambios en los regímenes hidráulicos por el funcionamiento del P.H. La Unión (funcionamiento individual de la C.H. MSF o conjunto) Esta caracterización servirá como insumo para la evaluación de impactos acumulativos y el análisis del comportamiento ambiental del sistema hidroeléctrico integrado, entre ellos el sedimentológico.

La caracterización de ecosistemas acuáticos deberá enfocarse en el sistema fluvial intervenido por el proyecto, incluyendo el cauce principal, tributarios relevantes, tramos aguas arriba y aguas abajo de las obras proyectadas, tramos de cambio de los regímenes hídricos, puntos de captación, conducción, interconexión y restitución. Se incluirán, según corresponda, comunidades bentónicas, ictiofauna, perifiton, vegetación ribereña y vegetación acuática. Las comunidades planctónicas, fitoplancton y zooplancton se evaluarán únicamente cuando existan ambientes lénticos, zonas de remanso, cuerpos de agua de baja velocidad o influencia directa del embalse existente sobre el área de estudio. Del mismo modo se incluirá

entre otros grupos faunísticos como la herpetofauna, debido a su ecología bimodal (acuático-terrestre), lo que la convierte en un bioindicador clave ante las alteraciones hidrológicas y de hábitat del proyecto. 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.

El estudio incluirá un diagnóstico faunístico con énfasis en avifauna y mamíferos arborícolas, por tratarse de grupos sensibles a infraestructuras eléctricas de transmisión, fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad. Se priorizará la identificación de especies planeadoras, migratorias, rapaces, especies de gran envergadura y especies con riesgo de colisión o afectación por apertura de servidumbres. Para ello, se podrán utilizar técnicas de monitoreo reconocidas, tales como conteos desde puntos fijos, transectos, cámaras trampa, registradores acústicos y monitoreos, según corresponda.

Los componentes físico-ambientales comprenderán, entre otros, clima, geología, geomorfología, suelos, hidrología superficial y subterránea (cuando aplique), sedimentos, calidad del agua, calidad del aire (especial énfasis en la etapa de construcción), emisiones y ruido ambiente, condiciones geotécnicas, conectividad y fragmentación de bosques, así como la identificación de riesgos naturales, incluyendo deslizamientos, erosión, crecidas y otros procesos relevantes para las obras de interconexión hidráulica, conducción, túneles, chimenea de equilibrio, tubería de presión, casa de máquinas, descarga, vías de acceso, escombreras, subestación, línea de transmisión, franja de servidumbre y otras facilidades.

El componente socioeconómico evaluará el uso actual del territorio, tenencia de tierras, servidumbres, accesos, actividades productivas, usos actuales del recurso hídrico, dinámica social, percepción comunitaria, estructura económica local y expectativas frente al desarrollo del proyecto. Asimismo, deberá identificar posibles relaciones de dependencia de la población con el régimen actual o futuro de caudales, así como eventuales restricciones de uso derivadas de la implantación de obras permanentes, temporales de los componentes de generación y transmisión.

Los resultados constituirán la línea base ambiental y social de referencia para la evaluación y modelación de impactos, modelos climáticos, caudal ecológico vigente, el análisis de impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos, la evaluación de escenarios de operación integrada entre el P.H. La Unión y el C.H. MSF, y la formulación de los Planes de Manejo Ambiental correspondientes a las dos autorizaciones administrativas ambientales independientes.

b. Identificación y valoración de impactos ambientales y sociales

El Contratista desarrollará una identificación y evaluación integral de los impactos ambientales y sociales derivados de los dos componentes, considerando las fases de construcción, operación, mantenimiento y cierre los componentes (generación hidroeléctrica y línea de transmisión). También se deberá analizar entre otros, los efectos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos identificados que podrían generarse por la construcción y operación del P.H. La Unión y su futura interconexión con el C.H. MSF en operación. El análisis deberá considerar la modificación del régimen de caudales, dinámica de sedimentos, el caudal ecológico vigente, la calidad del agua, la conectividad acuática, los ecosistemas terrestres y acuáticos, los tributarios relevantes, los usos existentes del recurso hídrico y los escenarios de operación normal, mantenimiento y operación integrada entre ambos aprovechamientos hidroeléctricos.

El análisis se realizará mediante herramientas reconocidas como el método de Leopold modificado, matrices de importancia relativa, análisis multicriterio y análisis de sensibilidad, permitiendo asignar niveles de significancia y determinar los impactos que requieran medidas específicas de prevención, mitigación, compensación, entre otras.

La valoración clasificará los impactos en función de criterios como magnitud, extensión, duración, reversibilidad, probabilidad y sinergia, entre otros, priorizando aquellos con mayor relevancia ambiental o social. Se incluirá el análisis de impactos acumulativos y sinérgicos identificados, particularmente en relación con la existencia de otras infraestructuras eléctricas incluida C.H. MSF en operación y con las presiones ambientales propias del ecosistema.

En el componente físico se evaluarán, entre otros, la modificación y fragmentación del paisaje en ecosistemas de bosques, la generación de polvo, vibraciones y emisiones durante la obra, el incremento temporal y operativo de los niveles de ruido, la afectación a suelos frágiles por movimientos y compactación, así como alteraciones al drenaje y riesgos de erosión en laderas, entre otros. En el componente biótico se analizará, los impactos la herpetofauna, en los ecosistemas acuáticos como comunidades bentónicas, ictiofauna, perifiton, planctónicas, fitoplancton y zooplancton, según corresponda, el riesgo de colisión de aves, el impacto en mamíferos arborícolas, conectividad ecológica y disponibilidad de hábitat, además de la posible fragmentación y pérdida de vegetación arbustiva y boscosa, entre otros. Para ruido y radiaciones

no ionizantes se realizarán modelaciones operativas aplicables a la infraestructura eléctrica, subestaciones y línea de evacuación de energía, con el fin de determinar niveles esperados en receptores sensibles, distancias de seguridad y cumplimiento de la normativa nacional o estándares internacionales de referencia.

El análisis social incorporará aspectos como la aceptación comunitaria del proyecto, la modificación de la percepción paisajística, posibles cambios en actividades económicas tradicionales como agricultura (entre ellas sector bananero), ganadería o turismo comunitario, los beneficios derivados de la generación de empleo y oportunidades locales durante las fases del proyecto y los riesgos laborales asociados al trabajo en condiciones topográficas complejas y bajo condiciones climáticas variables o extremas, entre otros.

El resultado será una matriz estructurada que determinará la significancia de cada impacto, los receptores afectados y la fase del proyecto en que se presentan, constituyéndose en insumos claves para el diseño de los Planes de Manejo Ambiental.

c. Evaluación de impactos ambientales específicos.

El Contratista desarrollará una evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales y sociales asociados a la implementación del P.H. La Unión, considerando su futura interconexión hidráulica y operativa con el C.H. MSF, así como las obras asociadas necesarias para su funcionamiento, incluyendo la línea de transmisión. La evaluación deberá considerar el comportamiento ecológico del área de influencia, sus condiciones de fragilidad ambiental, la dinámica hidrológica y sedimentológica del sistema fluvial, la operación regulada del C.H. MSF, los aportes de tributarios de aguas, las áreas de implantación de obras principales y asociadas, cambios en el régimen hídrico y sedimentos por la operación de P.H. La Unión y de los escenarios de operación integrada del sistema hidroeléctrico.

La evaluación deberá aplicar metodologías reconocidas para proyectos hidroeléctricos y sistemas de infraestructura asociados, considerando como referencias técnicas las Normas de Desempeño de IFC, las Guías EHS del Grupo Banco Mundial, la Nota de Buena Práctica de IFC para proyectos hidroeléctricos, el Manual de Buenas Prácticas sobre Caudales Ambientales para Hidroeléctricas IFC/Banco Mundial y el Marco Ambiental y Social del Banco Mundial, en particular el ESS4 sobre salud y seguridad comunitaria, en lo que resulte aplicable a la naturaleza, escala, riesgos e interconexión hidráulica del proyecto.”

Se incorporará un análisis ambiental del régimen hidrológico y de sedimentos con base en los resultados del estudio hidrológico y sedimentológico del P.H. La Unión y la información relevante de C.H. MSF, sólidos suspendidos, y calidad de agua. Este análisis evaluará la condición actual y futura del tramo comprendido entre la descarga actual de la central existente y el nuevo punto de descarga, considerando la operación actual y la operación interconectada conjunta, el régimen regulado por el embalse, los aportes de tributarios y los eventos operativos relevantes.

El análisis deberá evaluar los impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos derivados de la construcción y operación del P.H. La Unión y de su interacción con el C.H. MSF. Se deberán considerar, como mínimo, los efectos combinados sobre el régimen de caudales, caudal ecológico vigente, calidad del agua, disponibilidad hídrica, fragmentación de hábitats acuáticos y terrestres, conectividad ecológica, sedimentación, dinámica morfológica del río, flujo de nutrientes, biodiversidad acuática, vegetación ribereña, cobertura boscosa, usos del recurso hídrico, actividades económicas locales, seguridad de comunidades aguas abajo, servidumbres, accesos, paisaje e infraestructura de evacuación de energía.

La evaluación hídrica y ecológica deberá incorporar escenarios de operación normal, operación simultánea de ambas centrales, época seca, época lluviosa, mantenimiento, parada de unidades, contingencias operativas, bloqueo o restricción de la interconexión hidráulica y eventos extremos. Estos escenarios deberán ser modelados con base en series históricas de caudales y, cuando corresponda, proyecciones climáticas, a fin de evaluar la variación del régimen hidrológico, la capacidad de mantener el caudal ecológico vigente, la disponibilidad hídrica para generación, la seguridad operativa del sistema y la posible afectación a ecosistemas acuáticos y usuarios aguas abajo.

Para la evaluación de ecosistemas acuáticos se deberán emplear indicadores de integridad ecológica y bioindicación, tales como índices de macroinvertebrados acuáticos, índices de integridad biótica de peces (IBI) u otros equivalentes, riqueza y composición de ictiofauna, cobertura y estado del bosque ribereño, conectividad longitudinal y lateral del río, calidad del hábitat acuático, estado de tributarios relevantes y presencia de especies sensibles, endémicas, migratorias o de interés para conservación.

En los componentes edáfico, geomorfológico e hídrico se evaluará el riesgo de erosión, deslizamientos, sedimentación, alteración de drenajes naturales, escorrentías locales, afectación de microcuencas, ojos de agua, acuíferos someros de aplicar y conectividad hidrológica. Este análisis deberá considerar las obras de interconexión, túneles, portales, chimenea de equilibrio, tubería de presión, casa de máquinas, descarga,

vías de acceso, plataformas, campamentos, escombreras, bancos de materiales, obras de protección, estabilización, drenaje, subestación, accesos operativos y demás infraestructura asociada.

La evaluación de biodiversidad terrestre deberá considerar los efectos de la apertura de áreas de obra, vías, servidumbres, franjas de seguridad y demás infraestructura lineal sobre la cobertura vegetal, la fragmentación de hábitats, la conectividad ecológica y las especies sensibles. El diagnóstico faunístico deberá priorizar comunidades bentónicas, ictiofauna, perifiton, planctónicas, fitoplancton y zooplancton, según corresponda. Del mismo modo se incluirá entre otros grupos faunísticos como la herpetofauna, avifauna, mamíferos arborícolas y otros grupos indicadores, incluyendo especies de gran envergadura, rapaces, especies migratorias, especies planeadoras y especies con sensibilidad a pérdida de hábitat, colisión, desplazamiento o afectación por apertura de corredores. Para ello, se podrán utilizar metodologías de campo como puntos de conteo, transectos, cámaras trampa, registradores acústicos y monitoreos, según corresponda.

El análisis paisajístico incluirá, cuando corresponda, estudios de cuencas visuales, fotomontajes y simulaciones tridimensionales para establecer la exposición visual de las obras principales y asociadas, incluyendo interconexión, casa de máquinas, accesos, escombreras, subestaciones, infraestructura de evacuación de energía y demás facilidades del proyecto, considerando la sensibilidad escénica del entorno y la percepción desde comunidades, caminos, miradores naturales y áreas de uso social.

d. Evaluación de riesgos técnicos, sociales y climáticos.

El Contratista realizará una evaluación integral de riesgos asociados al desarrollo y operación del P.H. La Unión, considerando las condiciones ambientales y socio-territoriales, incluyendo los escenarios de operación conjunta con C.H. MSF, operaciones de mantenimiento y contingencias operativas de C.H. MSF.

En el componente climático se analizarán los posibles efectos del cambio climático sobre los componentes ambientales, hidrológicos y sociales en las áreas de influencia del proyecto, y la futura interconexión hidráulica y operativa entre centrales, así como incluyendo la evaluación de caudales medios, máximos, y mínimos, sequías, afectación de a la disponibilidad hídrica, así como variaciones en los ciclos de precipitación, humedad y períodos prolongados de sequía y eventos extremos. Estos factores serán modelados para identificar vulnerabilidades, escenarios críticos que permitan adoptar medidas de gestión frente al cambio climático.

En el ámbito social se analizarán riesgos vinculados con el uso del territorio, la percepción comunitaria y la sostenibilidad social del proyecto. Se considerarán eventuales tensiones derivadas de la modificación del paisaje, el uso de espacios de agricultura y pastoreo y los valores culturales asociados al territorio. Asimismo, se evaluarán riesgos laborales derivados de la ejecución de trabajos de alto riesgo y en condiciones de limitada iluminación, oxigenación, ejecución de trabajos subterráneos, pendientes pronunciadas y topografía compleja, propios de la naturaleza del proyecto y de área de implantación.

Toda la evaluación será sistematizada mediante una matriz de riesgos que clasificará cada amenaza en función de su probabilidad de ocurrencia, severidad de consecuencias, capacidad de respuesta y medidas de adaptación, mitigación o reforzamiento necesarias para asegurar la resiliencia ambiental y social.

e. Desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Contratista desarrollará los Planes de Manejo Ambiental integral de los componentes de generación y componente de transmisión, en estricta concordancia con la normativa ambiental ecuatoriana vigente, los Estándares de Desempeño del IFC y demás buenas prácticas internacionales aplicables.

El PMA se estructurará a partir de los impactos identificados en la evaluación ambiental y social, e incluirá tanto los planes expresamente requeridos en la normativa vigente, las salvaguardas ambientales y sociales del Banco Mundial, como aquellos adicionales que resulten necesarios para garantizar el cumplimiento ambiental y social del proyecto.

El PMA incorporará programas y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración para reducir la magnitud y extensión de los efectos ambientales durante la construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto. Se definirá un Plan de Monitoreo Ambiental permanente, orientado a vigilar las variables críticas identificadas y asegurar el cumplimiento de los límites y condiciones establecidos por la autoridad ambiental.

El manejo de suelos y cobertura vegetal incluirá acciones específicas para prevenir y controlar procesos de erosión, estabilizar áreas intervenidas y ejecutar la restauración de ecosistemas, especialmente en sectores donde se retire vegetación nativa, en caso de aplicar. Asimismo, se desarrollará un Plan de Restauración Ecológica que garantice la recuperación progresiva de hábitats afectados por las obras.

Se deberá incluir lineamientos para prevenir y reducir impactos sobre ecosistemas acuáticos, avifauna y mamíferos arborícolas, otros grupos faunísticos afectados, especialmente por fragmentación, pérdida de hábitat, cambios en la calidad de agua, colisión, electrocución, entre otros. Para ello, se deberán identificar especies sensibles, incluida la fauna acuática, tramos críticos y áreas de mayor riesgo, y evaluar la pertinencia de incorporar mecanismos entre ellos, dispositivos salvapájaros, señalización de líneas o desviadores de vuelo, aislamiento de elementos energizados, diseño seguro de estructuras, u otros mecanismos equivalentes, según aplique, siempre que sean técnicamente justificados y no afecten la integridad de los ecosistemas.

Se deberá diferenciar un plan enfocado a la gestión de salud y seguridad ocupacional, conforme a la normativa y los Estándares de Desempeño del Banco Mundial/IFC.

En caso de aplicar, se deberá elaborar un plan de reasentamiento involuntario (PRI), de acuerdo al IFC PS5.

El PMA establecerá indicadores de desempeño, medios de verificación, metas verificables, costos asociados (justificados con proformas), responsables de ejecución, entre otros, mecanismos de auditoría interna y externa, y cronogramas detallados para cada programa de manejo, asegurando su implementación, trazabilidad y efectividad en el tiempo. Se incluirá una matriz resumen al final, donde se detalle las medidas, actividades, frecuencia, responsable y medio de verificación de estas.

f. Proceso de participación ciudadana

El Contratista desarrollará el proceso de participación ciudadana y licenciamiento ambiental de cada componente (generación y transmisión) en cumplimiento con la normativa ecuatoriana vigente, garantizando un proceso transparente, inclusivo y técnicamente sustentado. Este proceso deberá considerar que el desarrollo del proyecto requiere dos autorizaciones administrativas ambientales independientes para cada componente antes referido. Cada una de estas autorizaciones deberá cumplir su propio procedimiento formal, entregables y sustentación técnica.

El proceso de participación ciudadana incluirá actividades como talleres informativos, jornadas de socialización comunitaria, entrevistas con actores clave y mecanismos formales para la recepción de observaciones, dudas, sugerencias y preocupaciones de las comunidades involucradas. El Contratista será responsable de registrar todas las intervenciones ciudadanas y desarrollar respuestas técnicas documentadas que reflejen la trazabilidad del proceso y la atención a cada aporte recibido. Se asegurarán mecanismos participativos accesibles y culturalmente adecuados, considerando la diversidad social y territorial del área de influencia.

En paralelo, el Contratista liderará el proceso de elaboración y presentación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), la atención de observaciones del ente regulador, la preparación de sustentaciones técnicas, y el seguimiento hasta la obtención del pronunciamiento ambiental favorable (que incluye pronunciamiento favorable del EsIA y del proceso de participación ciudadana en el sistema SUIA). Esto comprende también el cumplimiento de requisitos como avisos públicos, certificaciones administrativas, actas de participación y demás instrumentos legalmente obligatorios para el trámite.

Finalmente, se implementarán mecanismos de control de calidad documental y técnico que aseguren el pleno cumplimiento de las exigencias regulatorias, minimicen riesgos legales o administrativos y faciliten una aprobación oportuna de EsIA y del proceso de participación ciudadana requeridos para la ejecución del P.H. La Unión.

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

El producto de esta etapa deberá como mínimo incluir por cada componente de generación y transmisión:

- Análisis de línea base ambiental.
- Evaluación de impactos ambientales.
- Plan de Manejo Ambiental (PMA).
- Anexo Cartográfico.

1.4.2.12. EQUIPAMIENTO

Considerando el equipamiento principal (turbina, generador, transformador) definido en la Fase 1 para la alternativa seleccionada de generación, y en concordancia y coordinación con el desarrollo y resultados de los diseños definitivos de las obras civiles, se ajustarán, complementarán, precisarán y desarrollarán los diseños definitivos de este equipamiento.

Considerando las características del equipamiento principal antes referido, se revisará los demás componentes, equipamiento o sistemas anexos considerados en los diseños originales, y se determinará la necesidad de ajustes, modificaciones, complementaciones, inclusiones y rediseños requeridos, y se desarrollarán los correspondientes diseños definitivos acorde lo señalado en este numeral.

Los componentes, equipamiento o sistemas anexos de los diseños originales que se consideren adecuados, serán validados en lo correspondiente a su concepción y diseños, incluyendo memorias técnicas en el ámbito hidromecánico, electromecánico, eléctrico, mecánico, supervisión, control y comunicaciones, etc., en el contexto de su concepción, integración y operación de manera individual, combinada y conjunta según corresponda. Para la correspondiente validación se deberá además considerar el cumplimiento de lo señalado en este capítulo.

Respecto al equipamiento principal, secundario, sistemas y demás componentes, se debe considerar -sin perjuicio de los estudios y diseños a desarrollar de manera de disponer de la documentación técnica que permita la licitación de este equipamiento acorde los requisitos del proyecto para una operación segura y confiable- desarrollar la validación (con su respectiva memoria) o desarrollo de los diseños, según sea el caso.

Respecto al diseño del equipamiento hidromecánico (por ejemplo, en la selección de la velocidad de rotación en turbinas), se deberá tomar en cuenta la cantidad y tipo de sedimento (caracterizado en el capítulo *SEDIMENTOS*) que ingresará al circuito hidráulico del P.H. la Unión (de las aguas turbinadas de la C.H. Minas San Francisco), se deberá considerar la cantidad y tipo de sedimento (caracterizado en el capítulo *SEDIMENTOS*).

Turbina:

Condiciones hidráulicas y de operación:

Salto neto nominal (m) y rango (mínimo, máximo); caudal nominal (m^3/s) y caudales límite (mínimo técnico, máximo); potencia nominal y sobrecarga admisible; velocidad de giro nominal (rpm) y velocidad de embalamiento (máxima transitoria); nivel de succión: coeficiente de cavitación σ y cota de instalación; contenido de sólidos, temperatura, pH.

Diseño hidráulico del rodete y distribuidor:

Geometría del rodete: diámetro exterior, número de álabes, perfil hidráulico (curvas de altura-potencia-rendimiento); distribuidor: número de álabes directrices, ángulo de apertura mínimo/máximo, sistema de accionamiento (servomotores); tubos de aspiración: tipo (codo recto o cónico), geometría, dimensiones; curvas de colina: rendimiento en función de caudal y salto (puntos de operación esperados).

Diseño mecánico y estructural:

Eje de turbina: material, diámetros, análisis de fatiga torsional (incluyendo acoplamiento con generador); sellos del eje: tipo, sistema de agua de sellado; cojinetes (rodamientos): tipo (guía, axial combinado), lubricación (aceite forzado o anillos), cargas radiales y axiales; carcasa espiral: material, espesores, presión de diseño, prueba hidrostática; tapa de turbina: rigidez, soporte para distribuidor y servomotores; sistema de cierre: según tipo de turbina, salto, caudal, y requerimientos de seguridad y mantenimiento (aguas arriba y aguas abajo).

Sistema de regulación y control:

Gobernador: tipo, tiempo de respuesta, regulación isócrona y de caída; servomotores: fuerza requerida, carrera, presión de aceite, velocidad de actuación; grupo de aceite a presión: volumen del depósito, bombas, acumuladores, filtros; señales de control: entrada de velocidad, potencia, nivel de agua, posición del distribuidor; protecciones: sobre velocidad, baja presión de aceite, vibraciones, temperatura de cojinetes.

Instrumentación y protecciones locales:

Sensores: presión en entrada y salida, caudal (si aplica), vibraciones (acelerómetros), desplazamiento del eje, temperatura de cojinetes y aceite; transmisores de nivel: en carcasa espiral y tubo de aspiración; medidor de cavitación o detección por ruido; panel de control local y comunicación con SCADA.

Interfaz con obra civil y generador:

Cimentación: planos de pernos de anclaje, cargas estáticas y dinámicas, frecuencias naturales; acoplamiento con generador: tipo de brida, diámetro, tornillos, tolerancia de alineación axial/radial; conexiones de tuberías: diámetros, bridas, materiales para agua de refrigeración, drenaje, sellos; espacio para mantenimiento: accesos, grúa puente, herramientas especiales.

Requisitos de fabricación, ensayos y calidad:

Materiales: para rodete, fundición o soldadura para carcasa espiral; plan de calidad: puntos de inspección (FAT: prueba hidrostática, medición de formas, equilibrado dinámico del rodete); pruebas de modelo hidráulico: curvas de rendimiento, cavitación, esfuerzos; pruebas en sitio (SAT): vaciado, llenado, arranque en vacío, carga, medición de rendimiento real, vibraciones.

Otra documentación técnica:

Memoria de diseño hidráulico y mecánico con cálculos justificativos (cavitación, transitorios, esfuerzos, fatiga, frecuencia natural, dimensiones, pesos; planos generales: vista en planta, elevaciones, secciones del conjunto (rodete, distribuidor, carcasa espiral, eje); planos: álabes directrices, rodete, sellos, cojinetes; hojas de datos: gobernador, grupo de aceite, sensores, válvulas; plan de montaje: procedimientos de izaje, alineación con el generador, torque de pernos, ajuste de holguras y puesta en marcha (arranque, parada, sincronización); garantías y condiciones operativas: curvas de eficiencia garantizadas, límites de vibración, ruido y temperatura, vida útil estimada y responsabilidades por defectos; lista de repuestos recomendados (5 años de operación).

Generador:**Parámetros eléctricos y condiciones de operación:**

Potencia aparente (MVA) y factor de potencia, tensión nominal en bornes (kV) y conexión, frecuencia (Hz) y número de polos, velocidad de giro nominal y de embalamiento, rango de operación en diagrama P-Q, sobrecarga temporal, y corriente de campo en vacío y plena carga.

Velocidad y acoplamiento: Velocidad sincrónica (rpm) acorde con la turbina seleccionada, número de polos, y tipo de acoplamiento.

Diseño electromagnético y térmico:

Curva de capacidad completa (límites térmicos y eléctricos de estator y rotor, excitación, factor de potencia y sobrevelocidad); esquema de devanados: tipo de ranura (abierta/semiabierta), paso, conexión, número de espiras; sistema de aislamiento; sistema de refrigeración: caudales, temperatura máxima, pérdidas; pérdidas totales y rendimiento mínimo garantizado según normas aplicables.

Diseño mecánico y estructural:

Eje: material, diámetros, análisis de fatiga torsional (incluyendo acoplamiento con turbina); cojinetes: tipo (guía superior, inferior, combinado), sistema de lubricación forzada (aceite), cargas axiales y radiales, enfriamiento; rotor de polos salientes: chapas magnéticas, devanados de campo, jaula amortiguadora, equilibrado dinámico; carcasa y soportes: rigidez, frecuencias naturales, vibraciones (acorde a norma); sistema de frenado y de levante: capacidad, presión de aire, actuación; redundancia si fuera el caso, enclavamientos, requisitos de maniobra, sistemas de regulación), entre otros.

Sistema de excitación:

Rectificador estático (tiristores/IGBT) o excitatriz brushless; regulador automático de tensión (AVR) respuesta dinámica y limitadores.

Instrumentación, protecciones y control:

Sensores: RTD en estator, cojinetes, aire; acelerómetros; sondas de espacio de aire; tacómetro; protecciones internas: protección diferencial, pérdida de excitación, sobre corriente, potencia inversa, rotor a tierra; interfaz con gobernador de turbina: señales de velocidad, potencia, tensión; protocolos aplicables de comunicación: protocolo aplicable, Modbus TCP, o similar para SCADA.

Interfaz con turbina y obra civil:

Acoplamiento: tipo, diámetro, tornillos, tolerancias de alineación; cimentación: planos de pernos de anclaje, cargas estáticas y dinámicas; conexiones eléctricas: caja de bornes, barras, ductos, espacio para transformadores de corriente/tensión; puesta a tierra.

Requisitos de fabricación, ensayos y calidad:

Materiales: chapas magnéticas (pérdidas garantizadas), cobre, acero de rotor, soldaduras; plan de calidad (ITP): puntos de inspección (FAT y SAT); pruebas FAT: resistencia de aislamiento, factor de potencia dieléctrico, sobretensión, cortocircuito, calentamiento, equilibrado; pruebas en sitio (SAT): vacío, sincronización, elevación térmica, respuesta del AVR, carga.

Otra documentación técnica:

Memoria descriptiva con cálculos justificativos (pérdidas, esfuerzos, vibraciones); dimensiones, pesos; planos (vistas, secciones, detalles de interfaces); hojas de datos de excitación, AVR, sensores, cojinetes; plan de montaje: plan de montaje: procedimientos de izaje, alineación con la turbina, conexión eléctrico y pruebas de puesta en marcha; garantías y condiciones operativas: (rendimiento, vibración, ruido), vida útil estimada y responsabilidades por defectos; lista de repuestos recomendados (5 años de operación).

Transformador:

Datos eléctricos de diseño:

Potencia nominal (MVA); tensión nominal en lado de baja tensión (BT): igual a la tensión de bornes del generador; tensión nominal en lado de alta tensión (AT): según nivel de interconexión; frecuencia; grupo de conexión; regulación de tensión: rango de taps, ubicación del cambiador de tomas (en lado AT o BT); tipo de cambiador de tomas**: bajo carga (OLTC) o sin tensión (DETC).

Especificaciones de aislamiento y ensayos:

Niveles de aislamiento; sistema de aislamiento: papel-aceite, clase térmica; pruebas FAT obligatorias: rutina - resistencia óhmica, relación de transformación, pérdidas en vacío y carga, tensión inducida, tensión aplicada - Tipo: impulso atmosférico, onda de maniobra, descargas parciales - especiales: medición de impedancia de secuencia cero, cortocircuito dinámico, nivel de ruido (ISO).

Diseño mecánico y térmico:

Refrigeración: tipo según carga y ambiente; pérdidas garantizadas: pérdidas en vacío (hierro) y en carga (cobre), según norma; temperaturas máximas: límites para el aceite (top oil) y devanados (hot spot); tanque y conservador: material, tratamiento contra corrosión, sistema de respiración (desecador de sílice).

Protecciones y accesorios:

Protecciones internas: relé Buchholz, termómetro de imagen térmica, indicador de nivel de aceite, válvula de sobrepresión, detectores de gas; transformadores de corriente y tensión para medición/protección: especificados dentro del tanque o externos (bushing CT); sistema de puesta a tierra: resistencia o bobina de neutro si es requerido en lado AT; termómetros y sensores: RTD en devanados y aceite, con comunicación a SCADA.

Interfaces con obra civil y generador:

Conexión al generador: barras o cables blindados desde la caja de bornes del generador hasta los bornes BT del transformador (longitud, tipo de aislamiento); cimentación: planos de anclaje, cargas estáticas (peso) y dinámicas (cortocircuito), espacio para mantenimiento; distancia libre a otros equipos: para seguridad eléctrica y térmica; conexiones AT: a línea o subestación (aisladores pasatapas, jaulas de presión).

Requisitos de fabricación y calidad:

Materiales: núcleo de acero silicoso de grano orientado (pérdidas garantizadas), cobre electrolítico para devanados, aceite mineral o éster natural (si hay restricciones ambientales); plan de calidad: puntos de inspección intermedios (pruebas en fábrica, documentación de materiales); ensayo FAT

Otra documentación técnica:

Memoria descriptiva con cálculos de pérdidas, elevación térmica, impedancia, esfuerzos electromecánicos; planos generales: vistas frontal, lateral, planta, detalles de bornes, cambiador de tomas, tanque; hojas de datos técnicas completas; plan de montaje: procedimientos de izaje, conexionado (alta y baja tensión), puesta a tierra, llenado de aceite y pruebas de campo; garantías y condiciones operativas: (pérdidas, ruido, vida útil) y responsabilidades por defectos; lista de repuestos recomendados (5 años de operación).

Puente grúa:

Capacidad de carga y dimensiones principales:

Capacidad nominal (toneladas); altura de elevación (carrera vertical): desde el nivel inferior (foso de turbina) hasta la cota de montaje o mantenimiento; luz de puente (vano): distancia entre rieles de la viga principal, determinada por el ancho de la sala de máquinas; recorrido longitudinal (carril): largo de la sala de máquinas, con espacio para maniobras; velocidades: elevación (m/min), translación del carro (m/min) y translación del puente (m/min).

Clase de servicio y condiciones de operación:

Clase de grúa; ciclo de trabajo esperado: número de maniobras por hora/día, factor de carga; factor de seguridad para cable, gancho y mecanismos; condiciones ambientales: temperatura, humedad, posible presencia de polvo o humedad (afecta motores y pintura).

Mecanismos y componentes críticos:

Mecanismo de elevación: tipo de cable (galvanizado, no rotatorio), diámetro y número de cables - tambor: diámetro, número de ranuras, sistema de amarre; dispositivo de seguridad: freno electromagnético en el motor, freno mecánico de seguridad, final de carrera por límite de altura superior e inferior; carro transversal: motor de desplazamiento, guías, ruedas, freno; puente (viga principal): diseño de viga cajón o celosía, material (acero estructural); rieles y sistema de rodadura: perfil de riel, ruedas de acero forjado, tolerancias de alineación.

Sistema de control y seguridad:

Puesto de mando: cabina colgante o control remoto (radiofrecuencia) con parada de emergencia; variadores de frecuencia (opcional); protecciones: sobrecarga (limitador de carga), finales de carrera (elevación, translación); interruptor de holgura de cable (si hay cable roto); indicador de carga; sistema de anclaje sísmico (de requerirse según estudios de peligro sísmico) y frenos antideslizamiento.

Interfaces con obra civil y equipos:

Planos de anclajes: detalles de la viga de rodadura (carril), pernos de fijación, vigas de soporte en columnas; cargas en la estructura: carga vertical máxima por rueda, cargas horizontales (aceleración/frenado), viento

(si exterior); espacio libre inferior (altura): para maniobrar sobre el generador y la turbina, incluyendo herramientas de montaje; acceso a mantenimiento*: pasarelas, plataformas de inspección, escaleras integradas.

Requisitos de fabricación y calidad:

Normas aplicables; certificación: Certificado de conformidad, informe de ensayos de materiales; prueba de carga estática y dinámica; pintura: según ambiente (corrosión C3-C5), espesor, color; plan de calidad (ITP): puntos de inspección de soldaduras, motores, frenos, cables.

Otra documentación técnica:

Memoria de cálculo: capacidades, tensiones en viga, fatiga, flecha admisible; planos generales: vista frontal, lateral, en planta; detalles de gancho, carro, viga, rieles, anclajes; especificaciones de componentes: motor (marca, potencia), variador, frenos, cables, polipasto; lista de repuestos recomendados (5 años de operación).

Sistema de control, SCADA y comunicaciones:

Dado que la ingeniería original de los diseños correspondientes a los sistemas de supervisión, control, protección y otros relacionados del P.H. La Unión data del año 2011, se considera pertinente realizar la actualización de los diseños y estudios antes mencionados, debido a la posible obsolescencia funcional, falta de soporte técnico y el incremento del riesgo operacional de adoptar aquellos diseños.

La vigencia tecnológica constituye un factor determinante respecto a la confiabilidad, disponibilidad y seguridad del proyecto, y, por tanto, es imprescindible revisar, analizar e incorporar de ser el caso, actualizaciones a la ingeniería de los sistemas antes mencionados.

Se deberá considerar la actualización, ajuste o desarrollo de los estudios para los siguientes sistemas, como mínimo:

- Sistema de supervisión y control (SCADA), para las unidades de generación y subestación.
- Infraestructura de comunicaciones (redes de campo, enlace SCADA – campo, telecomunicaciones).
- Ciberseguridad.
- Sistemas de protecciones eléctricas (turbinas/generadores, transformadores, línea de transmisión equipos de patio de subestación y cuarto de control).
- Sistemas de medición (incluyendo medición comercial), instrumentación y metrología.
- Sistemas de control de turbinas/generadores (reguladores de velocidad y tensión).
- Sistemas de monitoreo en línea.

La actualización de los sistemas especificados permitirá establecer las condiciones mínimas de confiabilidad, seguridad y mantenibilidad que debe presentar la infraestructura de comunicaciones, control y protecciones de una central como la correspondiente al P.H. La Unión.

Sistema de Control de Unidades (DCS/PLC):

Actualizar las especificaciones técnicas asociadas a los sistemas de control distribuido con redundancia, incluyendo:

- Protocolos estándar: IEC 61850, MODBUS, DNP3.
- Aspectos de ciberseguridad conforme a norma local e internacional vigente.
- Integración con el sistema SCADA de la central.

Sistema SCADA y Supervisión:

Definir los requerimientos y especificaciones técnicas del sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA), considerando:

- Redundancia de servidores y comunicaciones.
- Interfaz HMI moderna.
- Protocolos de comunicación exigidos por el operador de red.
- Capacidades de teleoperación.

- Ciberseguridad conforme a norma local e internacional vigente.

Sistema de Protecciones Integrado:

Definir la arquitectura del sistema de protecciones integrado de la central, incluyendo la coordinación entre protecciones de unidad, transformador, subestación y línea de evacuación.

Sistema de Comunicaciones:

Definir la infraestructura de comunicaciones de la central, incluyendo fibra óptica, protocolos de telecontrol, interfaces con el centro de despacho del operador de red y sistemas de seguridad perimetral de redes.

Sistema de Monitoreo y Vigilancia:

Definir el sistema de monitoreo de condición de equipos (vibración, temperatura, descargas parciales u otros) y el sistema de vigilancia física de la central (CCTV, control de accesos).

Sistemas de casa de máquinas:

Se realizará el estudio y diseño del siguiente equipamiento de casa de máquinas, definiendo sus características e implantación:

- Sistemas de drenaje;
- Sistema de ventilación y aire acondicionado;
- Sistema de agua potable;
- Sistema de aire comprimido;
- Sistema oleohidráulico o nitrógeno de regulación y control;
- Sistema contra incendio (la concepción de este sistema será previamente coordinada con CELEC EP).
- Sistema generador de emergencia.

Otras consideraciones:

Se definirán las características eléctricas, mecánicas, sistemas de control y comunicaciones, sistema de protecciones, sistema de medición comercial y su implantación, así como la disposición de equipos auxiliares y tableros de control, protección y operación.

Los diseños definitivos y características de las turbinas, generadores y transformadores deberán considerar las características del Sistema Nacional Interconectado S.N.I.

Se deberán definir el tipo y características de todos los sistemas auxiliares requeridos para la operación segura y confiable de la central.

Los diseños deberán incluir el equipamiento requerido para la operación y mantenimiento del sistema de interconexión hidráulica, túnel de conducción, estructura para manejo de transitorios/chimenea de equilibrio, sistema de alta presión/tubería de presión, casa de máquinas, descarga, subestación u otras requeridas para el adecuado funcionamiento de éstas.

En los diseños deberán considerarse la debida integración entre la obra civil y equipamiento, tomando en cuenta las posibles interferencias (obstáculos, espaciamiento inadecuado, etc.) por el procedimiento de montaje, así como evitar que las labores de mantenimiento se vean afectadas por interferencias con infraestructura civil y equipamiento.

Los diseños definitivos se desarrollarán acorde los requerimientos de redundancias para las diferentes estructuras y equipamiento del proyecto. Los criterios de redundancia requeridos serán previamente coordinados con CELEC EP.

Respecto al sistema de agua de enfriamiento y servicios se deberá definir las características requeridas del sistema de agua de enfriamiento y servicios para cojinetes, generadores y otros componentes, según la potencia instalada y configuración de unidades. Se deberá incluir en el análisis el sistema de agua de enfriamiento y agua de sellos a partir de requerimientos de seguridad y confiabilidad. Conforme a lo anterior se deberá definir y diseñar las características requeridas del sistema de tratamiento de agua para refrigeración y servicios.

El sistema de agua de enfriamiento y agua de sellos deberá considerar el cumplimiento de los límites de concentración de sedimentos, dureza, etc., pudiendo emplearse una fuente de agua externa a la del circuito hidráulico de la central, de ser necesario, el cual deberá ser diseñado.

Además del listado de repuestos establecido para turbina, generador, transformador y puente grúa, se elaborará con el debido sustento el listado básico de repuestos para el resto de equipamiento electromecánico, hidromecánico, eléctrico, mecánico, supervisión y control, sistemas auxiliares, etc.; requerido para 5 años de operación.

Definición de un listado de máquinas y herramientas, instrumentos y equipos de prueba para la operación y mantenimiento.

Deberá analizarse la necesidad de equipamiento y realizarse los diseños definitivos requeridos, de ser el caso, para:

- Independizar hidráulicamente los túneles de alta y baja presión (para vaciado de túnel por efectos de mantenimiento).
- Válvulas para vaciado de tubería de presión.
- Compuertas requeridas para actividades de mantenimiento y operación.
- Respecto de las válvulas, deberá analizarse la conveniencia del empleo del sistema de accionamiento tipo simple o doble.

La filosofía de diseño y los equipos seleccionados deberán también corresponder a los requisitos establecidos por las regulaciones y normativas de Entidades correspondientes, tales como CENACE, CELEC EP TRANSELÉCTRIC, etc., vigentes a la fecha de ejecución del contrato.

Especificaciones técnicas:

Se actualizarán, ajustarán, complementarán o elaborarán según corresponda, las especificaciones técnicas para todo el equipamiento, sistemas y componentes que se definan en este capítulo; se detallarán los criterios de diseño, materiales a utilizarse en la fabricación, normas a aplicar, procedimientos de montaje, condiciones de operación, equipos, herramientas y servicios requeridos.

Se establecerá en las especificaciones técnicas con el detalle suficiente lo que corresponde al equipamiento, así como los requerimientos de la obra civil acorde a las necesidades del equipamiento hidromecánico, electromecánico y otros.

El informe de equipamiento deberá incluir.

- Informe de Equipamiento Hidromecánico.
- Informe de Equipamiento Electromecánico.
- Informe de Equipamiento Mecánico.
- Informe de Equipamiento Eléctricos
- Informe de sistema de control (SCADA), sistema de protecciones, comunicaciones, monitoreo y vigilancia.

Producto a entregar:

Informe de Equipamiento

1.4.2.13. DISEÑOS

a) Proyecto de Generación

Los diseños definitivos deberán cumplir los más altos requisitos, normas, estándares y códigos aceptados internacionalmente, aplicables a este tipo de proyectos. Sin el perjuicio de otras, se considerarán al menos, las siguientes:

- United States Bureau of Reclamation (USBR)
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE)
- American Society of Civil Engineers (ASCE)
- International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering (ISRM)

- American National Standards Institute (ANSI)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- The World Association for Waterborne Transport Infrastructure (PIANC)
- American Concrete Institute (ACI)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- National Electric Manufacturers Association (NEMA)
- American Welding Society (AWS)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- International Organization for Standardization (ISO)
- Underwriters Laboratories (UL)
- American Institute of Steel Construction (AISC)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- Otra Normativa Internacional aplicable.
- Normativa nacional aplicable

Los diseños definitivos de las obras y en general, todos los trabajos que requiere el estudio de un proyecto hidroeléctrico a nivel de diseño definitivo, se deberán ejecutar de manera oportuna, planeada, sistemática y documentada por medio de personal calificado y con herramientas de trabajo validadas, con base en buenas prácticas de ingeniería y gerencia de proyectos reconocidas y aceptadas, deberá realizarse de conformidad con el estado del arte, y de acuerdo con normas internacionales de ingeniería, que garanticen la normal, segura y confiable operación del proyecto durante su vida útil.

Se desarrollará el Diseño Definitivo del P. H. La Unión, a partir de la alternativa seleccionada en la Fase 1, en base a los modelos geológicos y modelos geotécnicos complementados y actualizados.

Se ejecutarán los estudios y diseños definitivos optimizando todos y cada uno de los componentes del proyecto, con los mejores criterios, su debida justificación y de acuerdo con el estado del arte.

Los diseños de las obras incluirán los diseños definitivos (hidráulico, estructural, geotécnico, entre otros), así como del equipamiento (hidromecánico, electromecánico, sistema de control, entre otros); estos abarcarán obras de desvío (de ser requeridas), sistema de interconexión entre la Central Minas San Francisco y el aprovechamiento La Unión, túnel de conducción, estructura para manejo de transitorios, sistema de alta presión, casa de máquinas, descarga, subestación, obras de protección, estabilización y drenaje asociadas, edificaciones asociadas (para seguridad, servicios administrativos, etc.) u otras requeridas para el adecuado funcionamiento de éstas; así mismo incluirán vías de acceso definitivas, escombreras, campamento permanente de operación y mantenimiento.

Las dimensiones de las obras deberán establecerse utilizando los procedimientos más actualizados, normas que correspondan y buenas prácticas reconocidas en lo referente a la concepción de los elementos y los materiales con los que se vaya a construir. Se justificará plenamente los tipos y estructuras que se vayan a proponer para cada unidad del sistema, así como el tipo de equipo hidromecánico, electromecánico y otros requeridos.

Deberá considerarse la siguiente secuencia para los diseños: criterio de diseño, memoria de cálculo, planos, debidamente sustentados y justificados.

Los informes técnicos de los diferentes componentes del estudio contendrán los criterios de diseño (hipótesis, normas, fórmulas, recomendaciones de buenas prácticas, parámetros, etc.), memorias de cálculo (formulación, cálculos efectuados, indicación del software utilizado, etc.), planos (planos y mapas) necesarios para permitir una fácil revisión de ingeniería.

Se establecerán las características, valores y criterios de diseño que deberán emplearse para el diseño de detalle, fabricación, suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos y sistemas, y construcción del Proyecto.

En el caso de equipamiento los informes contendrán esquemas de disposición, esquemas de funcionamiento, diagramas de flujo de control, optimizaciones consideradas, etc.; características nominales e interrelaciones entre los sistemas eléctricos, mecánicos, electromecánicos, hidromecánicos, de sistemas de control, estructurales y datos de desempeño típicos de fabricantes, así como el sustento documental que proporcionen los diferentes fabricantes en correspondencia con los equipos incluidos en el diseño.

Se estudiará las etapas de manejo del río durante la construcción, forma y tiempo para el desvío del río, según corresponda, así como la fecha más conveniente para hacer el cierre.

Realizar los análisis para los fenómenos locales de distribución del flujo del caudal turbinado del P.H. La Unión y de la central Minas San Francisco (cuando la central La Unión no esté operando), de ser el caso, en la incorporación del flujo turbinado hacia el río; elaborando los diseños definitivos de la infraestructura que sea requerida en función de lo analizado.

Se dimensionarán las obras tomando en cuenta el funcionamiento de los diferentes elementos constitutivos en condiciones que determinen los estados de combinación de carga más desfavorables para el funcionamiento de las mismas acorde a la normativa aplicable a cada tipo de infraestructura integrando, entre otros, los diseños hidráulicos, estructurales, geotécnicos, equipamiento hidromecánico, equipamiento electromecánico, entre otros, con base a criterios de aceptación y métodos de análisis vigentes y actualizados en la normativa antes referida.

Si en esta etapa de diseños definitivo se detecte o determine la necesidad de ajustar, complementar y/o rediseñar componentes, equipamiento y obras que hayan sido validados de los diseños originales en la Fase 1 Reingeniería y Actualización; se desarrollarán los diseños definitivos de componentes, equipamiento y obras que correspondan en el ámbito hidráulico, geotécnico, estructural, sistema de auscultación, arquitectónico, hidrosanitario, y otros que correspondan; acorde lo señalado en este numeral.

Los ajustes y modificaciones que se deriven de los análisis y resultados del componente hidrológico, geológico, geotécnico, hidráulico, estructural, equipamiento y sus respectivos diseños, deberán ser adecuadamente integradas con los demás componentes o frentes que correspondan, y desarrollar los diseños en consecuencia.

Para los frentes de obra: sistema de interconexión hidráulica; túnel de conducción; estructura para manejo de transitorios; sistema de alta presión; casa de máquinas; descarga; obras de protección, estabilización y drenaje, subestación; equipamiento; deberán desarrollarse, como mínimo, lo siguiente:

○ Normas:

Se establecerán las normas y criterios de diseño que serán adoptados por cada componente de la alternativa seleccionada con su correspondiente memoria técnica, en los ámbitos:

- Hidráulico
- Geotécnico
- Estructural
- Mecánico
- Eléctrico
- Electromecánico
- Hidromecánico
- Sistema de control (SCADA), sistema de protecciones, comunicaciones, monitoreo y vigilancia.
- Sistema de auscultación

○ Diseños:

Se desarrollarán los diseños por cada componente de la alternativa seleccionada con su correspondiente memoria técnica, en los ámbitos:

- Diseño Hidráulico
- Diseño Geotécnico
- Diseño Estructural
- Diseño Electromecánico
- Diseño Hidromecánico
- Diseño Eléctrico
- Diseño Mecánico
- Diseño de sistema de control (SCADA), sistema de protecciones, comunicaciones, monitoreo y vigilancia.
- Diseño de sistema de auscultación

Para los diseños geotécnicos se considerará, entre otros aspectos, lo siguiente:

- Se profundizarán y sustentarán los análisis en excavaciones superficiales referente a aspectos tales como estabilidad de excavaciones, filtraciones y escurrimientos superficiales.
- Se profundizarán y sustentarán los análisis en excavaciones subterráneas referente a aspectos tales como estabilidad de excavaciones, filtraciones y escurrimientos, comportamiento esperado del macizo rocoso en función de la geometría de la excavación.
- Diseño definitivo de los tratamientos geotécnicos para obras superficiales (tipo, especificaciones, cantidades, etc.)
- Diseño definitivo de los tratamientos geotécnicos para obras subterráneas (tipo, especificaciones, cantidades, etc.)

Para los diseños hidráulicos se considerará, entre otros aspectos, lo siguiente:

- El diseño definitivo hidráulico, con los debidos sustentos técnicos y científicos, comprende entre otras la localización, geometría, cotas, dimensiones, perfiles hidráulicos, distancias de surgencia, transiciones; así como para la determinación de las pérdidas de energía, transitorios, entre otros; en las obras hidráulicas que forman parte de la alternativa seleccionada, capacidad, funcionamiento y operación bajo diferentes condiciones de caudal, incluyendo caudales máximos y mínimos de operación (interacción con la operación Central Minas San Francisco, operación de mecanismo de control bajo diferentes escenarios, etc.).
- Realizar la modelación numérica, simulación numérica, según corresponda, acorde al tipo de obra y su funcionamiento previsto en condiciones normales y extraordinarias, flujo permanente y no permanente de manera sustentada y justificada en buenas prácticas y el estado del arte (Computational Fluid Dynamics (CFD), etc.)

Para los diseños estructurales se considerará, entre otros aspectos, lo siguiente:

- Realizar la modelación matemática, simulación numérica, según corresponda, acorde al tipo de obra y su funcionamiento previsto en condiciones normales y extraordinarias, de manera sustentada y justificada en buenas prácticas y el estado del arte (Elementos finitos, etc.)
- Realizar los diseños en concordancia con los resultados de los estudios y diseños geotécnicos y sísmológicos.
- Se realizarán los estudios y diseños definitivos que permitan disponer de manera detallada del dimensionamiento de cada uno de los elementos estructurales de las obras del proyecto, incluyendo el detalle y ubicación del acero de refuerzo, detalle y ubicación del acero estructural, características del hormigón y de sus etapas de colocación.
- El dimensionamiento y diseño estructural de las diversas estructuras de la casa de máquinas y subestación (elementos principales, como cimentación, muros, losas, etc.) se definirá con base a la selección de los equipos, de manera que se garanticen los espacios necesarios para montaje, operación y mantenimiento de los equipos y sus accesorios, considerando lo requerido para los procedimientos de mantenimiento. Deberán cumplirse criterios de seguridad industrial para la operación y mantenimiento.

En lo que corresponde a equipamiento se considerará lo desarrollado en *EQUIPAMIENTO*.

Se realizarán los diseños hidráulicos, estructurales y mecánicos de la tubería de presión y blindaje

Se realizarán los diseños hidráulicos, estructurales y mecánicos del distribuidor, definiendo tipo de acero, espesores y geometría; entre otros aspectos que correspondan.

Para el caso de la casa de máquinas y otras edificaciones, que correspondan, se deberá realizar, además de lo antes referido, los diseños definitivos: arquitectónicos, hidrosanitarios, de ventilación, de aire acondicionado, de protección contra incendios, de circuito cerrado de televisión, etc. Así mismo, considerando el entorno de la zona de implantación de la casa de máquinas, se deberá considerar los límites de ruido permisible de acuerdo con los estudios ambientales y generar las soluciones y diseños de manera de no exceder tales límites.

Los diseños definitivos de las vías de acceso permanentes deberán desarrollarse acorde a lo indicado en el capítulo *VÍAS*.

Para el diseño de escombreras, deberán desarrollarse acorde al capítulo *ESCOMBRERAS*.

Los diseños definitivos del campamento de operación y mantenimiento deberán desarrollarse acorde lo indicado en el capítulo *CAMPAMENTO PERMANENTE*.

Se analizarán y profundizarán en los procedimientos constructivos logística, equipos, tecnologías requeridas de las obras de la alternativa seleccionada, su impacto en costos y plazos, ajustándolos de ser el caso.

a) Proyecto de Transmisión

Una justificada la alternativa óptima de línea de transmisión, el Contratista realizará el diseño definitivo de la Línea de Transmisión que incluirá como mínimo lo siguiente:

- Normas y criterios de diseño.

Para la línea de transmisión (cimentaciones, torres, conductores y otros) se establecerán las normas y criterios de diseño que serán adoptados por cada componente de la alternativa seleccionada con su correspondiente memoria técnica, en los ámbitos:

- Eléctrico
 - Mecánico
 - Estructural
 - Geotécnico
 - Otros que correspondan de ser el caso
- Diseño.

Para la línea de transmisión, por cada componente de la alternativa seleccionada se elaborarán los diseños, en los ámbitos:

- Eléctrico
- Mecánico
- Estructural
- Geotécnico
- Otros que correspondan de ser el caso

En función del tipo de torre y a las condiciones geológicas, geotécnicas, sismológicas desarrollados en los capítulos correspondientes, se realizará el diseño de las cimentaciones requeridas.

Considerando aspectos técnicos y de confiabilidad del sistema se deberá definir si la configuración de la línea de evacuación de energía hasta la subestación Pasaje es de simple o doble circuito. Los parámetros correspondientes a la confiabilidad del sistema serán coordinados con CELEC EP.

Los diseños deberán incluir estudios de cortocircuito, estabilidad transitoria y coordinación de protecciones.

Se deberá optimizar el trazado contemplando distancias mínimas a viviendas, restricciones de servidumbre y restricciones de zonas urbanas consolidadas, entre otras de ser el caso. Se propenderá a aprovechar vías de acceso proyectadas y límites prediales para minimizar afectación de propietarios.

La memoria de diseño deberá incluir como mínimo: coordinación de aislamiento, apantallamiento, selección de conductor y cables de guarda con criterios de carácter eléctrico y mecánico, campos electromagnéticos, radio interferencia, ruido audible, pérdidas (corona, joule), límite térmico, cálculo de los árboles de carga y tipos de estructuras.

Se ejecutará los cálculos eléctricos de capacidad de transporte, pérdidas, y regulación de voltaje, estudios de flujos de carga y estabilidad transitoria, así como el diseño de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas. Para el diseño de la puesta a tierra se deberá considerar los resultados de la medición de resistividad del terreno, cuyos puntos de ensayo serán estratégicamente distribuidos en el trazado de la línea, en sitios definidos conjuntamente con CELEC EP.

Se definirán los criterios de diseño eléctrico (caída de tensión máxima admisible, regulación de tensión, factor de potencia, pérdidas técnicas) y los criterios de diseño mecánico (hipótesis de carga, factores de seguridad y condiciones climáticas de diseño).

El Contratista deberá analizar la necesidad de incorporar balizas según requerimientos las entidades relacionadas con aviación civil y militar.

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.

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 ser incluidas en el capítulo especificaciones técnicas se deberá considerar desarrollo de, como mínimo lo siguiente:

- Conductores: tipo, sección transversal, ampacidad, tensión de rotura y coeficiente de dilatación térmica, considerando el comportamiento del conductor bajo cargas de viento características del emplazamiento.
- Estructuras de soporte: tipo, altura, vano máximo y de regulación, cargas mecánicas de diseño, tratamiento anticorrosivo y sistema de puesta a tierra.
- Aisladores: tipo (vidrio, porcelana o polimérico), nivel de aislamiento, distancia de fuga mínima adecuada al nivel de contaminación del sitio, y resistencia mecánica.
- Herrajes y accesorios de línea: grapas de suspensión y de anclaje, amortiguadores de vibración, separadores, conectores y empalmes, especificados en cuanto a material, carga de rotura y compatibilidad con el conductor seleccionado.
- Sistemas de protección contra rayos: cable de guarda y, de ser aplicable, sistema de protección tipo OPGW (cable de guarda con fibra óptica integrada) para comunicaciones de la central.

Producto a entregar:

Informe de Diseños.

1.4.2.14. SISTEMA DE AUSCULTACIÓN

Un Sistema de Auscultación en obras de infraestructura permite conocer el comportamiento e interacción de estas en relación con su zona de emplazamiento, desde la etapa de construcción, lo que ayuda a verificar criterios de diseño; y durante la vida útil, detectar oportunamente cualquier anomalía que se presente.

Este conocimiento sirve para evaluar las condiciones de seguridad de las estructuras, durante las etapas de construcción y operación, bajo la previsión de condiciones normales o extraordinarias tales como sismos, crecidas u otros.

Se realizará el diseño del sistema de auscultación en función de los parámetros a medir, su valor esperado acorde a las características, condiciones de implantación y condiciones de diseño de las obras a ser construidas; definiendo el tipo, especificaciones técnicas (de instalación, proceso de medición, proceso de datos, entre otros), número, ubicación del equipamiento, sistemas de transmisión asociados, acorde al tipo y requerimientos de monitoreo de cada estructura en función con las características topográficas, geológicas, geotécnicas, hidrológicas y sismotectónicas del sitio, entre otras.

El sistema de auscultación adicionalmente incluirá planos, croquis y diagramas correspondientes, así como frecuencias de medición, incluirá las características del software para adquisición, sistema de transmisión, base de datos, interpretación de datos, etc. con base en los diseños de las obras.

En el diseño de sistema de auscultación deberá considerar las redundancias requeridas en función de la criticidad, necesarias para verificación de datos e información, confiabilidad, etc., para las diferentes estructuras y equipamiento del proyecto.

Los criterios de redundancia requeridos para la concepción del sistema de auscultación serán previamente coordinados con CELEC EP.

El diseño de los sistemas de auscultación se desarrollará para el sistema de interconexión hidráulica, túneles, sistema de alta presión, casa de máquinas, equipamientos, descarga, taludes, y en lo que sea requerido.

El sistema de auscultación deberá cumplir con parámetros internacionales de confiabilidad para centrales hidroeléctricas.

Se desarrollará un manual de monitoreo en el que se incluya, entre otros aspectos requeridos, el sistema de auscultación, procedimientos, recopilación de información y datos, parámetros de evaluación, umbrales, tolerancias, valores límite, procedimientos para interpretación, etc., todo esto por tipo de estructura y equipamiento).

Se desarrollarán las especificaciones técnicas y los costos asociados al sistema de auscultación, a ser incorporados debidamente en los capítulos especificaciones técnicas y costos.

El informe deberá contener:

Informe del Sistema de Auscultación
Manual de monitoreo

Producto a entregar:

Informe de Sistema de Auscultación

1.4.2.15. COSTOS

Sobre la base de los diseños definitivos del proyecto, considerando todas las especificaciones técnicas generales y particulares, se preparará un Presupuesto de obra, que considerará, como mínimo, lo siguiente:

Memoria de cálculo de las cantidades de obra para cada rubro o actividad de trabajo.

Acorde a lo establecido en el numeral 408-12 Presupuesto de la Obra de las Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado, se deberá considerar lo siguiente:

Se elaborará por unidad de obra o rubro de trabajo, es decir, para cada una de las partes que componen el proceso de construcción, bajo la siguiente estructura: cada precio unitario se subdividirá en costos directos, costos indirectos, utilidad e imprevistos. Los costos mencionados se desglosarán en sus componentes, se indicarán los porcentajes de la utilidad y de los imprevistos considerados con respecto al monto total del presupuesto de la obra.

El presupuesto detallado de la obra es un cálculo de su costo, a partir de los componentes del precio de cada uno de los rubros o de las unidades de obra que conforman el proceso de construcción.

Respecto de la provisión de equipos y repuestos, cuya incidencia sea mayor, se deberán incluir las referencias de mercado y/o cotizaciones que permitan determinar la razonabilidad de los precios incluidos y la conveniencia para la entidad.

Asimismo, cuando se contemple rubros por hora hombre se deberá justificar de manera detallada la cantidad de horas establecidas incluyendo de igual forma las referencias de mercado de la respectiva industria, a fin de determinar la razonabilidad del precio por hora definido y la conveniencia para la entidad.

El precio de cada unidad de obra está compuesto por:

Costos directos.- Son los gastos efectuados exclusivamente para realizar esa unidad de obra y que se los puede imputar a un rubro determinado y sólo existen si la unidad de obra se ejecuta, estos son: materiales, mano de obra y maquinaria.

Costos indirectos.- Son los gastos generales en que incurre el contratista, tanto en sus oficinas como en el sitio de la obra, no atribuibles a una tarea en particular, pero necesarios para efectuar los trabajos en general, por su naturaleza no se los puede imputar directamente a un rubro determinado y deben

prorratearse. Dentro de éstos se tiene: salarios y prestaciones legales del personal directivo, técnico y administrativo de la empresa, depreciación, mantenimiento, alquileres y seguros de edificios, bodegas, predios, etc.; alquiler u operación y depreciación de vehículos o equipos de apoyo, de laboratorio, de topografía, de oficina, gastos de oficina, garantías y financiamiento; trabajos previos y auxiliares como la construcción y mantenimiento de caminos de acceso, instalación y desmantelamiento de equipos y limpieza final de la obra.

Para calcular estos costos, debe suponer la organización que una empresa constructora requerirá para llevar a cabo la obra adecuadamente y sobre la base en esa condición, determinar los posibles costos indirectos asociados.

Utilidad.- Es la ganancia o lucro que percibe el contratista por la ejecución de una obra. Para efectos del cálculo del presupuesto, debe determinarse un porcentaje real, como es, el promedio de los porcentajes de la utilidad que aplican los contratistas en la actividad de la construcción.

Imprevistos.- Es un monto que el contratista considera para cubrir cualquier error en la estimación del presupuesto o cualquier eventualidad que recaiga bajo su responsabilidad y pueda afectar al proceso constructivo, tales como atrasos en el suministro de materiales, mano de obra y equipos, accidentes, extravíos y robos, escasez de materiales, mano de obra o equipos.

El presupuesto de obra permite conocer la cantidad y características de los materiales, mano de obra, maquinaria y herramientas por utilizar, así como su precio de mercado, de manera que, en forma bastante aproximada, se pueden prever los fondos necesarios para llevar a cabo la obra.

Si a la fecha de suscripción del contrato de consultoría para la ejecución de estos estudios, se haya actualizado la referida norma, deberá considerarse lo establecido en la misma.

El informe de Presupuesto de Obra deberá contemplar, al menos, lo siguiente:

- Memoria de cálculo y justificativos de los costos indirectos del proyecto.
- Memoria y justificativos de la Fórmulas Polinómica de Reajuste de Precios Proyectadas para el proyecto.
- Acorde a la norma 408-11 Condiciones Generales y Especificaciones Técnicas de las Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado, para cada rubro de la tabla de cantidades y precios debe haber una correspondencia única e inequívoca con cada especificación técnica particular.
- Acorde a la norma 408-10 Planos Constructivos de las Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado, deberá cumplirse lo siguiente:

“Como anexo a los planos constructivos constará la memoria de cálculo de cantidades de obra establecida para cada rubro o actividad de trabajo, con el nombre y la firma de los responsables de la consultora y fecha de elaboración. Estos datos serán los que posteriormente constarán en la tabla de cantidades y precios que permitirá establecer el presupuesto referencial de la obra.”
- Los precios unitarios deberán ser desarrollados conforme los requerimientos que permitan la realización del estudio de desagregación tecnológica acorde a los lineamientos y directrices emitidos por el SERCOP al respecto.
- No se aceptarán rubros globales

Se cuantificará con el grado de precisión de cada caso, los volúmenes o cantidades de obra en las unidades correspondientes en concordancia con lo expresado en las especificaciones técnicas. En el presupuesto deberá constar el precio unitario de cada rubro, previamente obtenido del respectivo análisis de precios unitarios, y el valor total del rubro considerado.

Lo anteriormente indicado deberá ser desarrollado para todos los frentes de obra de la alternativa seleccionada, considerando además escombreras, campamento permanente, vías permanentes, interconexión eléctrica y toda aquella actividad que permita poner en operación la central La Unión.

Los equipos hidromecánicos, electromecánicos, mecánicos, eléctricos, sistemas de supervisión y control, etc., serán valorados con costos de mercado internacional actualizados, incluyendo los costos de desaduanización, aranceles, transporte, seguros, montajes, pruebas y otros costos asociados.

Los presupuestos se presentarán en dólares de los Estados Unidos de Norte América, de acuerdo con la procedencia de los equipos, materiales y mano de obra.

En la elaboración del presupuesto se considerarán los costos ambientales, costos de seguridad industrial y salud ocupacional.

Para efectos de estimación del presupuesto del proyecto integral deberá sustentarse y estimarse los costos para: Fiscalización, Supervisión, Plan de Desarrollo y Manejo Territorial, Plan de Manejo Ambiental, otros que correspondan.

Para efectos de la evaluación económica – financiera, adicionalmente se entregará el análisis de los costos de operación y mantenimiento de la central (preventivos, correctivos, mayores), incluyendo los gastos de repuestos, consumibles y reposición de equipo, así como de mantenimiento de equipamiento y de obras civiles.

El informe, como mínimo, contendrá la siguiente información:

- a) Presupuesto de Construcción de obras civiles y equipamiento, presentando:
 - Presupuesto de proyecto de generación
 - Presupuesto de proyecto de transmisión
 - Presupuesto total
 - Presupuesto general por rubros, organizado en etapas, unidades constructivas, frentes de obra u organización escogida.
 - Detalle y sustento del cálculo del costo indirecto.
 - Análisis de Precios Unitarios de los rubros que aplican la modalidad de precios unitarios conforme los modelos requeridos.
 - Análisis de Costos Unitarios de los rubros de equipamiento que aplican la modalidad de costo fijo (equipamiento).
 - Se entregará el listado de materiales, equipos y mano de obra; cantidades de consumo y precios.
- b) Fórmula Polinómica de Reajuste de Precios Proyectada (referencial) para el proyecto, con la identificación de la cuadrilla tipo y los anexos de cálculo y metodología que se utilizaron para su determinación, de conformidad con la normativa aplicable.
- c) Memoria de cálculo de las cantidades de obra para cada rubro o actividad de trabajo.

Producto a entregar:

Informe de Presupuesto de Obra

1.4.2.16. CRONOGRAMAS

Sobre la base de los diseños definitivos del proyecto, considerando todas las especificaciones técnicas generales y particulares, se preparará un cronograma de obra, que considerará, como mínimo, lo siguiente:

Acorde a lo establecido en el numeral 408-13 Programación de la Obra y Plazo de Ejecución, de las Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado, se deberá considerar lo siguiente:

Se preparará un programa del avance físico de la obra, desglosándola en las actividades por realizar e indicando su respectiva duración y requerimiento de insumos: materiales, mano de obra, herramientas, maquinaria y equipos. Para ello tomará en cuenta las características ambientales, climáticas y geográficas de la zona donde va a realizarse.

Para definir el plazo de ejecución se empleará un método de programación por redes de actividades, que señale la ruta crítica y sirva como base para elaborar un diagrama de barras y diagrama de Gantt, en el cual se indique la duración, los tiempos tempranos y tardíos (de inicio y término) y las holguras de cada actividad.

El programa de avance físico elaborado constituye una guía para programar el abastecimiento oportuno y suficiente de los materiales, mano de obra, maquinaria y equipos por utilizar, además de proporcionar el plazo de construcción; esta información resultará útil para verificar la propiedad del presupuesto elaborado, así como para prever los fondos necesarios para la ejecución de la obra.

El método de programación por emplear en esta tarea será cualquier sistema de redes: CPM, PERT, diagrama de bloques, que ponga en relieve las actividades críticas. Además, con base en la red establecida, se elaborará el diagrama de barras correspondiente, diagrama de Gantt, indicando para cada actividad, su duración, los tiempos tempranos y tardíos de inicio y término, las holguras y el requerimiento de insumos: materiales, mano de obra, maquinaria y equipos.

En concordancia con el programa de ejecución de las obras, se presentará el calendario de inversiones del proyecto en entre otros deberá cumplir con los requerimientos para la obtención del organismo encargado del trámite de título habilitante para la ejecución de proyectos hidroeléctricos.

Programación del proyecto: El programa maestro de ejecución de las obras se presentará en diagramas de red (PERT-GANT-CPM) y contemplará fundamentalmente lo siguiente:

- Inicio del concurso y contratación;
- Construcción y equipamiento:
 - Obras civiles (interconexión, túnel de conducción, sistema de alta presión, casa de máquinas, descarga, etc.);
 - Suministro, montaje y pruebas de equipos hidromecánicos, electromecánicos, etc.;
- Puesta en servicio, recepción provisional y recepción definitiva.

Se plantearán los planes y programas constructivos de las obras a ejecutarse, especificando tanto los frentes de trabajo como la coordinación entre las etapas constructivas, en referencia con los cronogramas parciales por frente de trabajo propuesto y con el cronograma general de ejecución de obra.

Se desarrollará como mínimo lo siguiente:

- o El diagrama GANT-PERT del proyecto
- o El diagrama CPM con la ruta crítica identificada, y con el cálculo de holguras totales de cada entidad.
- o El cronograma valorado del proyecto, considerando tanto el presupuesto del proyecto como el reajuste de precios referencial.
- o Cronogramas de uso de recursos.

Producto a entregar:

Informe de Cronograma de Obra

1.4.2.17. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Sobre la base de los diseños definitivos del proyecto, se elaborarán las especificaciones técnicas generales y particulares que considerarán, como mínimo, lo siguiente:

En el documento de Especificaciones Técnicas se definirán las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras del proyecto; elaboración de estudios; provisión, fabricación, pruebas de equipos.

Acorde a lo establecido en el numeral 408-11 Condiciones Generales y Especificaciones Técnicas, de las Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado, se deberá considerar lo siguiente:

En las condiciones generales se definirán conceptos, se fijarán atribuciones y procedimientos para la administración o fiscalización del contrato y se delimitarán responsabilidades. En las especificaciones técnicas se tratarán todos los aspectos técnicos de la obra.

La elaboración de las condiciones generales y especificaciones técnicas es básica para ejecutar un proyecto, tal como fue concebido en calidad, costo y plazo. Estos documentos constituyen la base para que la administración y el contratista definan el método de trabajo para cumplir con las condiciones estipuladas.

Las especificaciones han de ser claras, completas e inequívocas, lo cual significa que no deben presentar ambigüedades, ni contradicciones entre las mismas, que propicien diferentes interpretaciones de una misma disposición, ni indicaciones parciales sobre determinado tópico, así como tampoco errores, ya que estos factores complicarán el desarrollo del proceso de ejecución generalmente aumentando plazo y costo.

Las especificaciones serán inequívocas, es decir, que no den margen a equivocaciones, para lo cual las prestaciones deben ser descritas con amplitud, en forma precisa e inconfundible, para presentar, si el caso lo amerita, diagramas y muestras que ilustren en la mejor forma las características de la prestación.

A cada rubro del trabajo le corresponderá una especificación técnica general o particular.

Cada especificación debe contar, con al menos, las siguientes secciones:

- Descripción del rubro anotando sus características relevantes.
- Los materiales necesarios para la ejecución de la prestación (podrán mencionarse las cantidades aproximadas, así como los requisitos mínimos de calidad que deben cumplir).
- El equipo mínimo para su ejecución, con sus características.
- Los procedimientos de trabajo, es decir, la forma de elaboración y su secuencia.
- Los ensayos de laboratorio a realizarse y las tolerancias que se aceptarán, dentro de márgenes fijos o aproximados, al tener en cuenta las necesidades de servicio.
- La forma de pago.

Para adquisición de equipos, se elaborarán especificaciones basadas en rendimientos y no tanto en características descriptivas, adicionalmente, serán lo más generales, es decir, definir valores mínimos, rangos o márgenes dentro de los cuales se aceptarán las ofertas. Es normativo excluir las características propias de determinados fabricantes, señalando las tolerancias que se admitirán. Deberán considerarse aspectos tales como el suministro de piezas de repuesto, etc.

Las condiciones generales, enmarcados en la ley, reglamento y normativa aplicable, incluirán aspectos de la obra como su descripción; los procedimientos administrativos por utilizar, tales como las acciones aplicables por incumplimiento, daños y perjuicios o demora; la formulación, presentación y tramitación de planillas, los plazos para su aprobación y las retenciones, el pago de los reajustes de precios, la responsabilidad por la obtención de los permisos o licencias para efectuar el trabajo, las garantías, las modificaciones del programa de trabajo, de los planos, de la cantidad de obra; los trabajos extraordinarios; la recepción de obras y las liquidaciones; los derechos y obligaciones de las partes, los informes sobre la obra, las prórrogas de plazo y cualquier tipo de instrucción sobre aspectos no técnicos de la obra, que faciliten la administración contractual.

Para cada rubro de la tabla de cantidades y precios debe haber una correspondencia única e inequívoca con cada especificación técnica particular.

Las especificaciones técnicas deberán cumplir los más altos requisitos, normas, estándares y códigos aceptados internacionalmente, aplicables al diseño y construcción de este tipo de proyectos. Sin el perjuicio de otras, se considerarán al menos, las siguientes:

- United States Bureau of Reclamation (USBR)
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE)
- American Society of Civil Engineers (ASCE)
- International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering (ISRM)
- American National Standards Institute (ANSI)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- The World Association for Waterborne Transport Infrastructure (PIANC)
- American Concrete Institute (ACI)

- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- National Electric Manufacturers Association (NEMA)
- American Welding Society (AWS)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- International Organization for Standardization (ISO)
- Underwriters Laboratories (UL)
- American Institute of Steel Construction (AISC)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- Otra Normativa Internacional aplicable.
- Normativa nacional aplicable

El informe estará organizado en:

Especificaciones Técnicas Generales
Especificaciones Técnicas Particulares

Producto a entregar:

Especificaciones Técnicas

1.4.2.18. PLANOS

Sobre la base de los diseños definitivos del proyecto, considerando todas las especificaciones técnicas generales y particulares, se prepararán los planos constructivos, que considerarán, como mínimo, lo siguiente:

Acorde a lo establecido en el numeral 408-10 Planos Constructivos, de las Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado, se deberá considerar lo siguiente:

Los planos de construcción deben contener la información gráfica y escrita necesaria para la correcta ejecución de la obra. Los planos se elaborarán de conformidad con las disposiciones reglamentarias y normativas vigentes de acuerdo al tipo de obra por ejecutar.

Para evitar problemas técnicos o económicos en la construcción de la obra, los planos constructivos deberán tener toda la información necesaria para poder llevarla a cabo. Los planos constituyen la base para planificar la construcción de la obra y para determinar su costo, por lo tanto no podrán existir descripciones insuficientes o confusas, que provoquen problemas técnicos y económicos, como atrasos en la ejecución de la obra; incorporación de elementos no contemplados que encarecen el proyecto; demolición de partes de la obra a causa de detalles poco precisos, etc.

El grado de detalle de los planos debe permitir, sin lugar a dudas, identificar las características físicas de los elementos por construir, las propiedades mecánicas de los materiales considerados, así como los parámetros utilizados en el diseño.

Como anexo a los planos constructivos constará la memoria de cálculo de cantidades de obra establecida para cada rubro o actividad de trabajo, con el nombre y la firma de los responsables de la consultora y fecha de elaboración. Estos datos serán los que posteriormente constarán en la tabla de cantidades y precios que permitirá establecer el presupuesto referencial de la obra.

El número de planos y los detalles expresados en cada uno de ellos dependerá de cada clase de proyecto, pero siempre serán los suficientes para llevar a cabo lo proyectado sin dificultades.

Los planos deberán estar debidamente ordenados y organizados por disciplina y frentes de obra del proyecto.

Los planos deberán elaborarse, estructurarse y organizarse de manera de cumplir los estándares exigidos y requeridos en la metodología BIM aplicable bajo la norma ISO 19650 vigente a la fecha de firma del contrato o la equivalente norma ISO que corresponda.

Producto a entregar

Planos

1.4.2.19. ESTUDIOS DE DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA

Se realizarán los estudios de desagregación tecnológica necesarios y previos a la contratación de obras, según los requerimientos de la normativa vigente del SERCOP o entidad que corresponda.

Producto a entregar:

Informe de Estudio de Desagregación Tecnológica

1.4.2.20. ANALISIS MONTECARLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA (COSTO Y CRONOGRAMA)

Generación de un modelo de riesgo cuantitativo que analice el cronograma y presupuesto del proyecto y que permita medir la probabilidad de cumplimiento con respecto a los objetivos de plazo y presupuesto planeados. Así mismo determinar los factores de riesgo más importantes y la contingencia requerida a distintos niveles de confianza para la generación de una línea base de programación y control.

El análisis cuantitativo permitirá numéricamente medir el efecto de los riesgos e incertidumbres identificadas en los objetivos generales del proyecto para así definir las respuestas necesarias y desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Se considerarán los siguientes pasos para analizar los riesgos numéricamente:

- Desarrollar un modelo de riesgo.
- Identificar la incertidumbre de las variables del modelo, especificar los valores posibles mediante distribuciones e identificar los resultados inciertos que se van a analizar.
- Analizar el modelo mediante una simulación para ver el rango y las probabilidades de cada resultado posible.

Para este estudio se considerará, entre otros aspectos, lo siguiente:

- Auditoría del modelo de programación y de presupuesto. Los modelos determinísticos son evaluados en términos de su estructura y la interrelación de sus variables de ingreso para que sean aptos para simulación. Específicamente, el cronograma del proyecto requiere que todas las tareas programadas estén ligadas de acuerdo con sus relaciones de precedencia y que se remuevan restricciones que no permitan que duraciones muestradas se propaguen en el modelo de calendarización. El modelo de costos requiere que sus componentes de precios unitarios y cantidades estén ligados para que el costo total pueda ser simulado.
- Taller(es) de introducción al análisis de riesgo en proyectos con los expertos de cada especialidad. En este taller se presentan los conceptos principales sobre el análisis de riesgo cuantitativo en proyectos utilizando simulación Monte Carlo; se abordan los distintos componentes que permiten la creación de un modelo cuantitativo: incertidumbres, eventos de riesgos, modelos de frecuencia e impacto, correlaciones, etc.
- Taller(es) de identificación de riesgos, el cual es de suma importancia para el desarrollo de este estudio. En este taller multidisciplinario los distintos especialistas presentan ante todo el equipo los aspectos relevantes sobre los lineamientos de diseño que generaron el programa de ejecución del proyecto y el estimado de costos. Este taller permitirá detectar interrelaciones entre los modelos generados por las distintas especialidades.
- En estos talleres se documentará las incertidumbres y eventos de riesgo a ser modelados y que generarían posibles desviaciones de la línea base. Inicialmente, se documentarán estos componentes de manera cualitativa; en sesiones posteriores se trabaja directamente con los especialistas en los modelos de costos y cronograma para primero determinar rangos de variación y definir probabilidades de ocurrencia, impactos y tareas o componentes de costo a ser afectados por el modelo.

- En estos talleres de riesgo participará obligatoriamente el personal técnico mínimo, así como los demás especialistas parte del equipo consultor de manera que se cubran, al menos, las siguientes especialidades:
 - Geología
 - Geotecnia
 - Hidrología
 - Sedimentos
 - Diseño Hidráulico
 - Diseño Estructural
 - Diseño Geotécnico
 - Equipamiento Hidromecánico
 - Equipamiento Electromecánico
 - Ambiental
 - Presupuesto de obra.
 - Cronograma de obra.
- Análisis Cuantitativo de Riesgos: Asignación de distribuciones de probabilidad (rangos de variación) para modelar factores de riesgo, incertidumbres en rendimientos, materiales, costos, duraciones, etc., en el modelo de programación y de costos.
- Se definirán las distribuciones de probabilidad más adecuadas y así modelar variables como: duración, rendimiento, cantidades de obra, costos, etc. Con la información de componentes más críticos, se generan además matrices de correlación entre las variables que requieran de dependencia estadística para que se generen escenarios con muestras ajustado a la realidad.
- Los modelos deben incluir las distribuciones de probabilidad apropiadas para cada riesgo y una matriz de correlación validada. También se debe incluir curvas de densidad, tablas de percentiles (P5, P25, P50, P75, P95), mapas de calor de correlación de riesgos, gráficos de dispersión y análisis de sensibilidad mediante técnicas como análisis tornado o descomposición de varianza.

Desarrollo del modelo de simulación Monte Carlo

El desarrollo del modelo de simulación Monte Carlo deberá ser realizado por personal con experiencia debidamente comprobada en este ámbito, cuya participación a fin de garantizar la calidad de la concepción y desarrollo de este modelo, será autorizada por CELEC EP.

Durante el desarrollo del taller de levantamiento de riesgos con los expertos de las distintas especialidades se identificarán las principales fuentes de riesgo que impacten en actividades críticas asociadas tanto al presupuesto y/o cronograma.

Se desarrollarán los modelos de cronograma y de presupuesto.

Resultados

- Análisis de riesgos del cronograma: el principal objetivo es determinar la duración del proyecto considerando los riesgos e incertidumbres a los que está sujeta su ejecución.
- Análisis de riesgos del presupuesto: el modelo de presupuestos asigna rangos de variación a las cantidades y precios unitarios de los rubros sujetos a variación. El objetivo principal es determinar el rango de variación que se tendría en los costos directos para así determinar la contingencia requerida a distintos niveles de confianza.

Recomendaciones y conclusiones

- Se establecerán las recomendaciones y conclusiones derivadas de los modelos antes realizados.

Producto a entregar:

Informe de análisis Montecarlo de la alternativa seleccionada (costo y cronograma)

1.4.2.21. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

Análisis determinístico.

Sobre la base de los diseños y costos del proyecto, considerando todas las especificaciones técnicas, se realizará la evaluación económica y financiera, que considerarán, como mínimo, lo siguiente:

Se determinará la rentabilidad utilizando indicadores privados y sociales tales como el VAN o Valor Actual Neto; la TIR o Tasa Interna de Retorno; la razón Beneficio/Costo (B/C), el Período de Retorno de la Inversión.

La evaluación financiera ex-ante es parte de cada etapa del proyecto y constituye un elemento fundamental para tomar decisiones sobre la conveniencia de llevar a cabo un proyecto. Sobre la base del cálculo de costos y beneficios, tangibles o intangibles, más los criterios de evaluación de proyectos, la institución decidirá si le conviene invertir en el proyecto. La evaluación determinará la rentabilidad como si la institución fuese una empresa privada interesada en obtener los mayores beneficios con el menor costo posible.

La evaluación socioeconómica proporciona elementos para decidir si se invierte en determinado proyecto, pero su enfoque está dirigido a determinar los beneficios que genera para la sociedad. En este tipo de análisis interesa la contribución del proyecto a la economía o desarrollo del país, pues se trata de invertir en las opciones más rentables desde el punto de vista económico-social, que al mismo tiempo estén acordes con las políticas gubernamentales.

En esta evaluación socio-económica los beneficios se obtienen del aumento en el ingreso nacional provocado por el proyecto, mediante la cuantificación monetaria de la contratación de los bienes, obras o servicios y los costos que corresponden al ingreso sacrificado por ejecutar ese proyecto en lugar de otro; aunque se utilizan las mismas herramientas de cálculo que en la evaluación financiera como los indicadores, los costos y beneficios se calculan con precios sociales o "precios sombra", es decir, excluyendo las distorsiones que afectan los precios de mercado, tales como las cargas sociales, los impuestos y las tasas de interés de los créditos.

Se realizará un análisis de sensibilidad considerando:

- Variación del precio de la energía.
- Variación del presupuesto total del proyecto.
- Variación del plazo de construcción.
- Variación de la energía generada.
- Variación de la tasa de interés.
- Variación de periodo de gracia.
- Variación de plazo de préstamo.

Se generará informes de evaluación económica, financiera y de sensibilidad.

Análisis estocástico.

El desarrollo del análisis financiero estocástico deberá ser realizado por personal con experiencia debidamente comprobada en este ámbito, cuya participación a fin de garantizar la calidad de la concepción y desarrollo de este modelo, será autorizada por CELEC EP.

Se deberá generar un modelo de riesgo cuantitativo para la evaluación financiera – económica del proyecto que analice al menos los siguientes indicadores del proyecto: VAN (Valor Actual Neto); TIR (Tasa Interna de Retorno); la razón Beneficio/Costo (B/C) y ROI (Período de Retorno de la Inversión), WACC (Costo capital promedio ponderado) y que permita determinar una distribución de sus posibles valores.

El análisis cuantitativo permitirá numéricamente medir el efecto de los riesgos e incertidumbres identificadas en los indicadores financieros y económicos del proyecto para así definir las respuestas necesarias y desarrollar acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Se considerarán los siguientes pasos para analizar los riesgos numéricamente:

- Desarrollar un modelo de riesgo.
- Identificar la incertidumbre de las variables del modelo, especificar los valores posibles mediante distribuciones e identificar los resultados inciertos que se van a analizar.
- Analizar el modelo mediante una simulación para ver el rango y las probabilidades de cada resultado posible.

Respecto al costo y plazo, se utilizarán los análisis y resultados elaborados en la sección ANALISIS MONTECARLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA (COSTO Y CRONOGRAMA)

Para este estudio se considerará, entre otros aspectos, lo siguiente:

- Taller(es) de introducción al análisis de riesgo en proyectos con los expertos de cada especialidad. En este taller se presentan los conceptos principales sobre el análisis de riesgo cuantitativo en proyectos utilizando simulación Monte Carlo; se abordan los distintos componentes que permiten la creación de un modelo cuantitativo: incertidumbres, eventos de riesgos, modelos de frecuencia e impacto, correlaciones, etc.
- Taller(es) de identificación de riesgos el cual es de suma importancia para el desarrollo de este estudio. En este taller multidisciplinario los distintos especialistas presentan ante todo el equipo los aspectos relevantes sobre los lineamientos utilizados para evaluar el componente financiero y económico del proyecto. Este taller permitirá detectar interrelaciones entre los modelos generados por las distintas especialidades.
- En estos talleres se documentará las incertidumbres y eventos de riesgo a ser modelados y que generarían posibles desviaciones de la línea base. Inicialmente, se documentarán estos componentes de manera cualitativa; en sesiones posteriores se trabajará directamente con los especialistas en los modelos de evaluación financiera y económica para primero determinar rangos de variación y definir probabilidades de ocurrencia e impactos.
- En estos talleres de riesgo participará obligatoriamente el siguiente personal técnico del equipo consultor:
 - Director del Proyecto.
 - Especialista en Centrales Hidroeléctricas
 - Especialista en Evaluación Económica – Financiera.
- Análisis cuantitativo de riesgos: Asignación de distribuciones de probabilidad (rangos de variación) para modelar factores de riesgo e incertidumbres en la energía anual producida (incluyendo el análisis de las variables que incidan sobre la producción de energía), precio de venta de energía, tasas de interés, periodo de gracia, plazo de préstamo, costos de operación y mantenimiento, aspectos fiscales y tributarios, costos por gestión social y ambiental, entre otras que se determinen relevantes. Respecto al costo y plazo del proyecto se utilizarán los análisis y resultados obtenidos en ANALISIS MONTECARLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA (COSTO Y CRONOGRAMA)

Se debe incluir las distribuciones de probabilidad apropiadas para cada riesgo y una matriz de correlación validada. También se debe incluir los indicadores financieros incluyendo curvas de densidad, tablas de percentiles (P5, P25, P50, P75, P95), mapas de calor de correlación de riesgos, gráficos de dispersión y análisis de sensibilidad mediante técnicas como análisis tornado o descomposición de varianza. Para los riesgos relevantes identificados, se presentará estrategias de mitigación.

Desarrollo del modelo de simulación Monte Carlo

Durante el desarrollo del taller de levantamiento de riesgos con los expertos de las distintas especialidades se identificarán las principales fuentes de riesgo que impacten en actividades críticas asociadas a la rentabilidad con enfoque financiero y económico.

Se desarrollarán los modelos de evaluación financiera y de evaluación económica respectivamente.

Con el fin de socializar los modelos de evaluación financiera y evaluación económica se efectuarán talleres de participación, en los que el Contratista presentará a la Contratante y partes interesadas los resultados obtenidos, las metodologías implementadas y las herramientas computacionales empleadas.

Como parte de la evaluación financiera y económica se deberá realizar el correspondiente análisis de sensibilidad en el que se deberá considerar:

- Variación del precio de la energía.
- Variación del presupuesto total del proyecto.
- Variación del plazo de construcción.
- Variación de la energía generada.
- Variación de la tasa de interés.
- Variación de periodo de gracia.
- Variación de plazo de préstamo.

Resultados

Como resultado, el Contratista deberá entregar un informe de evaluación financiera estocástico y un informe de evaluación económica estocástico, en donde respectivamente se incluya:

- Análisis de riesgos financieros: el principal objetivo es determinar la variabilidad de los indicadores financieros del proyecto considerando los riesgos e incertidumbres de las variables asociadas.
- Análisis de riesgos económicos: el principal objetivo es determinar la variabilidad de los indicadores económicos del proyecto considerando los riesgos e incertidumbres de las variables asociadas.

Recomendaciones y conclusiones

- Se establecerán las recomendaciones y conclusiones derivadas de los modelos antes realizados.

Se generará informes de evaluación económica, financiera y de sensibilidad con enfoque estocástico.

Producto a entregar:

Informe de evaluación económica y financiera.

1.4.2.22. OTROS ESTUDIOS

LEVANTAMIENTO DE TERRENOS.

El Contratista a través de recopilación de información que esté disponible respecto a los predios donde se implantarán las obras e infraestructura y sus colindantes directos, disponible entre otras en CELEC, GAD's, los cuales serán utilizados para identificación de derechos de vías, servidumbres, determinación de posibles montos de adquisición de terrenos para la etapa constructiva.

Se deberá definir una franja de seguridad (buffer) alrededor de la infraestructura del proyecto cuyo ancho debe ser técnicamente justificado por el Contratista. En este sentido, el Contratista deberá considerar:

- Terrenos afectados y colindantes directos con la infraestructura del proyecto (interconexión hidráulica, chimenea de equilibrio, casa de máquinas, subestación, ventanas de acceso, vías de acceso, línea de transmisión, entre otros), diferenciando entre expropiación y servidumbre.
- Elaboración o actualización de planos que muestren el trazado de la infraestructura del proyecto en relación con los límites prediales, señalando documentadamente de los que no hubo información.
- Cuantificación de áreas afectadas de cada 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.

Como resultado de esta actividad, el Contratista 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, adicionalmente en formato .dwg,
- Informe detallado: documento que presente los hallazgos críticos y las recomendaciones para la gestión de predios afectados.
- Fichas 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.

1.4.2.23. INFORME FINAL DE DISEÑOS DEFINITIVOS.

El Contratista 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 presente los resultados a la entidad contratante y actores clave, en la que 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.

Producto a entregar:

Informe Final de Diseños Definitivos

1.5 INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD.

La información que dispone la entidad en este caso CELEC EP:

- Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del P.H. La Unión realizados por la Asociación AGA ASTEC – GEODATA, 2012.
- Información generada por la Fiscalización de la Construcción del P.H. Minas San Francisco que tenga relación con el P.H. La Unión (obras de interconexión, por ejemplo).
- Información generada por el Board de Expertos para la Construcción del P.H. Minas San Francisco que tenga relación con el P.H. La Unión (obras de interconexión, por ejemplo).
- Régimen de operación de la central Minas San Francisco.

Esta información será puesta a disposición del Contratista como insumo base. No obstante, esto no exime al Contratista de la responsabilidad de recabar, validar y complementar información relevante para el desarrollo del proyecto, incluyendo datos técnicos, territoriales, ambientales, sociales y regulatorios que puedan encontrarse en otras instituciones públicas, privadas, académicas, incluyendo información de fuentes abiertas y de pago.

1.6 PRODUCTOS O SERVICIOS ESPERADOS.

A continuación, se detallan los productos esperados para cada fase de la Consultoría.

1.6.1. Fase 1.

El Contratista deberá entregar los productos, 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 de la Contratista es entregar los archivos fuente sin restricciones de los archivos generados en software específicos para las diferentes disciplinas 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.

Los entregables de la Fase 1 son los siguientes:

- Recopilación y análisis de la información
- Cartografía, topografía y batimetría
- Climatología e hidrología
- Sedimentos
- Geología
- Geotecnia
- Estudio de peligrosidad sísmica
- Bancos y fuentes de materiales
- Vías
- Escombreras
- Campamento permanente
- Estudios ambientales
- Equipamiento
- Análisis de alternativas y selección del proyecto de generación
- Análisis de alternativas y selección del proyecto de transmisión
- Evaluación financiera y económica
- Informe final de reingeniería y actualización

1.6.2. Fase 2.

El Contratista deberá entregar los productos, 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 de la Contratista es entregar los archivos fuente sin restricciones de los archivos generados en software específicos para las diferentes disciplinas 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.

Los entregables de la Fase 2 son los siguientes:

- Cartografía, topografía y batimetría
- Climatología e hidrología
- Sedimentos
- Geología
- Geotecnia
- Estudios de peligrosidad sísmica
- Bancos de materiales
- Vías
- Escombreras
- Campamento permanente
- Estudios ambientales y gestión socioambiental
- Equipamiento
- Diseños
- Sistema de auscultación
- Costos
- Cronogramas
- Especificaciones técnicas
- Planos

- Estudios de desagregación tecnológica
- Análisis Montecarlo de la alternativa seleccionada (costo y cronograma)
- Evaluación económica y financiera
- Otros estudios
- Informe final de diseños definitivos

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

Plazo de Ejecución	450	Días calendario
1) La ejecución del Contrato inicia en:	A partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del Administrador del Contrato respecto de la disponibilidad del anticipo en la cuenta bancaria proporcionada 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 180 días calendario; adicional a ello los oferentes se comprometen en mantener vigente su oferta hasta la suscripción del Contrato.

1.7.1. DETALLE DE PLAZOS PARCIALES

Tabla 1 Tabla de eventos de servicio

	N° Evento de Servicio ES	Documento Técnico	Plazo de entrega (A partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del Administrador del Contrato respecto de la disponibilidad del anticipo en la cuenta bancaria proporcionada por el contratista)
	ES1_RA	Recopilación y análisis de la información	30
	ES2_RA	Cartografía, topografía y batimetría	60
	ES3_RA	Climatología e hidrología	60
	ES4_RA	Sedimentos	60
	ES5_RA	Geología	120
	ES6_RA	Geotecnia	120
	ES7_RA	Estudio de peligrosidad sísmica	60
	ES8_RA	Bancos y fuentes de materiales	90

Fase 1 Reingeniería y Actualización	ES9_RA	Vías	180
	ES10_RA	Escombreras	180
	ES11_RA	Campamento permanente	90
	ES12_RA	Estudios ambientales	180
	ES13_RA	Equipamiento	180
	ES14_RA	Análisis de alternativas y selección del proyecto de generación	210
	ES15_RA	Análisis de alternativas y selección del proyecto de transmisión	210
	ES16_RA	Evaluación financiera y económica	210
	ES17_RA	Informe final de reingeniería y actualización	240
Fase 2 Diseño Definitivo	ES1_DD	Cartografía, topografía y batimetría	270
	ES2_DD	Climatología e hidrología	270
	ES3_DD	Sedimentos	270
	ES4_DD	Geología	330
	ES5_DD	Geotecnia	330
	ES6_DD	Estudios de peligrosidad sísmica	300
	ES7_DD	Bancos de materiales	360
	ES8_DD	Vías	360
	ES9_DD	Escombreras	360
	ES10_DD	Campamento permanente	300
	ES11_DD	Estudios ambientales y gestión socioambiental	390
	ES12_DD	Equipamiento	360
	ES13_DD	Diseños	390
	ES14_DD	Sistema de auscultación	450
	ES15_DD	Costos	390

	ES16_DD	Cronogramas	390
	ES17_DD	Especificaciones técnicas	390
	ES18_DD	Planos	390
	ES19_DD	Estudios de desagregación tecnológica	390
	ES20_DD	Análisis Montecarlo de la alternativa seleccionada (costo y cronograma)	420
	ES21_DD	Evaluación económica y financiera	420
	ES22_DD	Otros estudios	390
	ES23_DD	Informe final de diseños definitivos	450
Fase 3 EIA aprobado	ES_AM		Ver nota 3

Nota:

1) Se precisa el hecho de que CELEC EP haya aprobado parcial o totalmente una planilla no libera al Contratista de su obligación de atender y solventar, de ser el caso, una o unas 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 servicio no libera al Contratista de su obligación de atender y solventar, de ser el caso, una o unas observaciones posteriores de CELEC EP sobre el evento de servicio que corresponda y otros Eventos de Servicio relacionados.

3) Es obligación del Contratista entregar la constancia de ingreso del trámite administrativo ante la autoridad ambiental competente previo a la suscripción del Acta de entrega- recepción parcial de la Fase 2. 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 Contratista en los plazos establecidos por la autoridad ambiental y no serán considerados para el cómputo del plazo contractual, siendo el pronunciamiento favorable del EIA por parte de la autoridad ambiental competente (incluye pronunciamiento de participación ciudadana y gestión social) un requisito para la Suscripción del Acta de Entrega Recepción Única.

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

5) En caso de una entrega parcial o incompleta de un Evento de Servicio en los plazos previstos, se aplicará las multas que correspondan.

El plazo total para la ejecución de la presente Consultoría es de cuatrocientos cincuenta (450) días calendario contados a partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del Administrador del Contrato respecto de la disponibilidad del anticipo en la cuenta bancaria proporcionada por el contratista, desglosado de la siguiente manera:

FASE 1: REINGENIERÍA Y ACTUALIZACIÓN.

DOSCIENTOS CUARENTA (240) días calendario contados a partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del Administrador del Contrato respecto de la disponibilidad del anticipo en la cuenta bancaria proporcionada por el Contratista.

De la fase 1 se suscribirá el acta de entrega recepción parcial.

FASE 2: DISEÑOS DEFINITIVOS.

CUATROCIENTOS CINCUENTA (450) días calendario contados a partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del Administrador del Contrato respecto de la disponibilidad del anticipo en la cuenta bancaria proporcionada por el Contratista.

De la fase 2 se suscribirá el acta de entrega recepción parcial.

Respecto al Acta de Entrega Recepción Única, ésta se formalizará una vez se hayan suscrito las Actas de Entrega Recepción Parcial correspondiente a la fase 1 y fase 2, así como la recepción del Pronunciamiento favorable del EIA por parte de la autoridad ambiental competente (incluye pronunciamiento de participación ciudadana y gestión social) a entera satisfacción de CELEC EP - Unidad de Negocio CELEC SUR, en los términos del artículo 366 del Reglamento General a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

1.8. FORMA Y CONDICIONES DE PAGO

La forma y condiciones de pago se detallan a continuación:

Anticipo	30% del monto total del Contrato
Forma de pago	<p>Anticipo. - El treinta (30%) del valor total del Contrato será entregado en calidad de anticipo, previa la entrega de la garantía por 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 Contratista 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 Contratista, en forma previa a la suscripción del Contrato, presentará, un certificado de la institución bancaria en la que tiene a su disposición, una cuenta en la cual serán depositados los valores correspondientes al anticipo.</p> <p>El anticipo que CELEC EP entregue al Contratista para la ejecución del Contrato, no puede ser destinado a fines ajenos a esta contratación, para lo cual, el Contratista, autoriza se levante el sigilo bancario sobre la cuenta bancaria en la que se deposite dicho anticipo.</p> <p>Pago. -</p> <p>El pago del 100% del valor del Contrato se cancelará de la siguiente manera:</p> <p>Pagos en correspondencia con la entrega de los Eventos de Servicio ES1_RA al ES16_RA y ES1_DD al ES22_DD.</p> <p>El pago es por cada uno de los grupos que contemplan los Eventos de Servicio (ES) antes referidos conforme lo detallado en la Tabla 1 del numeral 1.7.1 del presente documento. No se aceptarán entregas parciales e incompletas.</p> <p>Los pagos de cada uno de los grupos se los llevará a cabo con la correspondiente aprobación de la Administración del Contrato, previo la presentación del informe del Administrador del Contrato y la factura correspondiente.</p>

	<p>Pago del ES_AM:</p> <p>El pago procederá, una vez que se disponga, el pronunciamiento favorable del EIA por parte de la autoridad ambiental competente (incluye pronunciamiento de participación ciudadana y gestión social), el respectivo informe del Administrador del Contrato y la factura correspondiente.</p> <p>Pago por Costos Unitarios</p> <p>El Contratista presentará en los primeros cinco días laborables de cada mes, siempre que corresponda, la planilla de los conceptos que se reconocen como costos unitarios, de aquellos servicios que, constando en la tabla Anexo 1: Tabla de Cantidades de Investigación de Campo y Ensayos de laboratorio, hayan sido efectivamente realizados a la fecha de planillaje, junto con los soportes que justifiquen las cantidades realizadas.</p> <p>Los pagos se ejecutarán con la aprobación de la Administración del Contrato, previo la presentación del informe del Administrador del Contrato y la factura correspondiente.</p> <p>Para cada uno de los pagos se los ejecutará descontando el valor amortizado del anticipo, contra entrega total de los servicios objeto del Contrato, una vez que ya no existan observaciones, previa conformidad y aprobación del Administrador del Contrato de los informes o productos. Los Eventos de Servicio (ES) deben ser entregados en los plazos establecidos en el punto 1.7.1 de este documento.</p> <p>El valor del anticipo se amortizará de manera proporcional.</p>
<p>Condiciones de pago</p>	<p>Pagos en correspondencia con la entrega de los Eventos de Servicio ES1_RA al ES16_RA y ES1_DD al ES22_DD:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprobación mediante informe debidamente suscrito por el Administrador de Contrato de los Eventos de Servicio a entera satisfacción de CELEC EP. ➤ El Administrador del Contrato emitirá su primer informe de revisión y las observaciones que fueran necesarias en un término máximo de 10 días de la entrega de los ES. ➤ El Contratista tendrá un plazo máximo de 10 días, para corregir las observaciones emitidas por parte del Administrador, en su primer informe de revisión. ➤ De ser el caso, para los subsecuentes informes de revisión, el Administrador de Contrato tendrá un término máximo de 10 días. ➤ El Administrador de Contrato emitirá su informe de aprobación de los ES, una vez corregidas las observaciones realizadas por el Contratista. ➤ El pago de cada Grupo de Pago procederá únicamente cuando todos los Eventos de Servicio que conforman a dicho grupo, estén aprobados por el Administrador del Contrato. <p>Para el pago la documentación habilitante corresponde a los Eventos de Servicio aprobados por la Administración del Contrato, el informe de Administrador de Contrato y la factura correspondiente.</p>

	<p>Pago del Evento de Servicio ES17_RA y la solicitud de recepción por parte del Contratista; y Pago del Evento de Servicio ES23_DD y la solicitud de recepción por parte del Contratista:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprobación mediante informe debidamente suscrito por el Administrador de Contrato del Evento de Servicio y la procedencia del Acta de Entrega – Recepción correspondiente a entera satisfacción de CELEC EP. ➤ El Administrador del Contrato emitirá su primer informe de revisión y las observaciones que fueran necesarias en un término máximo de 30 días de la entrega del Evento de Servicio. ➤ El Contratista tendrá un término máximo de 15 días, para corregir las observaciones emitidas por parte del Administrador, en su primer informe de revisión. ➤ De ser el caso, para los subsecuentes informes de revisión, el Administrador de Contrato tendrá un término máximo de 15 días. ➤ El Administrador de Contrato emitirá su informe de aprobación de los Eventos de Servicio, una vez corregidas las observaciones realizadas por el Contratista. <p>Pagos por Costos Unitarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprobación mediante informe debidamente suscrito por el Administrador de Contrato de las planillas de Costos Unitarios a entera satisfacción de CELEC EP. ➤ El Administrador del Contrato emitirá su primer informe de revisión y las observaciones que fueran necesarias en un término máximo de 10 días de la entrega la planilla de Costos Unitarios. ➤ El Contratista tendrá un plazo máximo de 10 días, para corregir las observaciones emitidas por parte del Administrador. ➤ De ser el caso, para los subsecuentes informes de revisión, el Administrador de Contrato tendrá un término máximo de 10 días. ➤ El Administrador de Contrato emitirá su informe de aprobación de la planilla correspondiente, una vez corregidas las observaciones realizadas por el Contratista. <p>Para el pago la documentación habilitante corresponde a las planillas de Costos Unitarios aprobadas por la Administración del Contrato, el informe de Administrador de Contrato y la factura correspondiente.</p> <p>Nota: para los pagos de cada grupo de pago (asociados a los Eventos de Servicio) y las planillas de costos unitarios se amortizará el valor correspondiente al anticipo.</p>
<p>Condiciones adicionales al precio de la oferta</p>	<p>El precio de la oferta deberá cubrir todas las actividades y costos necesarios para que el Contratista 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			
"ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE REINGENIERÍA, ACTUALIZACIÓN Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO LA UNIÓN"			
CPC DE LA CONTRATACIÓN:		833430114 – ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA OBRAS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	
ITEM	DESCRIPCIÓN DE CADA ITEM QUE CONTEMPLA LA CONTRATACIÓN	CANT.	UNIDAD DE MEDIDA
1	SUR ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE REINGENIERÍA, ACTUALIZACIÓN Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO LA UNIÓN	1	Unidad

3. LOCALIDAD DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN

Provincia: El Oro

Cantón: Pasaje

Dirección: Comunidades Uzhcurrumi, Casacay

A fines del proceso de contratación, considerar:

Provincia: Azuay

Cantón: Cuenca

Dirección: Oficinas CELEC SUR. Panamericana Norte km 7 1/2

4. PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO CLAVE

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

FUNCIÓN	NIVEL DE ESTUDIO	TITULACIÓN ACADÉMICA
Director de Proyecto	Tercer nivel con título	Ingeniería Civil
Especialista en Geología	Tercer nivel con título	Ingeniero Geólogo o Ingeniero civil con maestría/especialidad en geología o ciencias de la tierra.
Especialista en Geotecnia	Tercer nivel con título	- Ingeniería: Civil o Geotecnia - Geología con maestría en Geotecnia

Especialista en Hidrología	Tercer nivel con título	Ingeniería: Civil o Hidrología
Especialista en Sedimentos	Tercer nivel con título	Ingeniería Civil
Especialista en Diseño Geotécnico	Tercer nivel con título	- Ingeniería: Civil o Geotecnia
Especialista en Diseño Estructural	Tercer nivel con título	Ingeniería: Civil
Especialista en Diseño Hidráulico	Tercer nivel con título	Ingeniería Civil
Especialista Mecánico	Tercer nivel con título	Ingeniero Mecánico
Especialista en Equipamiento Hidromecánico	Tercer nivel con título	Ingeniero Mecánico
Especialista en Equipamiento Electromecánico	Tercer nivel con título	Ingeniería: Eléctrica o Electromecánica
Especialista Eléctrico	Tercer nivel con título	Ingeniería Eléctrica
Especialista en Sistemas de Supervisión y Control	Tercer nivel con título	Ingeniería: Electrónica o Eléctrica
Especialista Ambiental	Tercer nivel con título	Ingeniería: Ambiental
Especialista en Diseño Vial	Tercer nivel con título	Ingeniería: Civil
Especialista en Evaluación Económica - Financiera	Tercer nivel con título	Economista, Ingeniería: Financiera o Comercial o Económica o Civil o Eléctrica o Mecánica

Dentro del personal técnico se contempla la participación de profesionales extranjeros, siempre y cuando cumplan con los requisitos de formación académica solicitados en los Términos de Referencia y con la presentación de la documentación que avale lo indicado. La formación académica del personal técnico extranjero será avalada con la presentación de la copia de los títulos profesionales expedidos en el país extranjero. Para la firma del Contrato se deberá presentar la documentación con la debida apostilla. En caso de títulos extranjeros se considerará los títulos de otros países equivalentes a los solicitados.

La experiencia asociada a cada personal técnico principal es la siguiente:

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN DE EXPERIENCIA REQUERIDA	NUMERO DE PROYECTOS
Director de Proyecto	El Director deberá demostrar experiencia en la ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos igual o superior a 90 MW en los que haya participado en calidad de Director o Gerente del Proyecto y/o Jefe de Estudios.	Mínimo 2
Especialista en Geología	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal Geólogo de Obras subterráneas que incluyan Túneles hidráulicos de al menos 5km.	Mínimo 2
Especialista en Geotecnia	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal Geotécnico de Obras en proyectos hidroeléctricos con potencia igual o superior a 60 MW.	Mínimo 2

Especialista Hidrología	en	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos de infraestructura, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Hidrología de proyectos para caudales de diseño de al menos 50m ³ /seg.	Mínimo 2
Especialista Sedimentos	en	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos de infraestructura, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Sedimentos de proyectos para caudales de diseño de al menos 50m ³ /seg.	Mínimo 2
Especialista Diseño Geotécnico	en	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en el Diseño Geotécnico de Obras Subterráneas que incluyan Túneles hidráulicos de al menos 5km.	Mínimo 2
Especialista Diseño Estructural	en	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos, los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Diseño Estructural de obras hidráulicas para caudales de diseño de al menos 50m ³ /seg.	Mínimo 2
Especialista Diseño Hidráulico	en	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Diseño Hidráulico de proyectos que incluyan circuitos hidráulicos que contemplen conducciones a presión y estructuras para transitorios, para caudales de diseño de al menos 50m ³ /seg.	Mínimo 2
Especialista Mecánico		El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos igual o superior a 60 MW, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Ingeniería Mecánica de proyectos que contengan tubería de presión para manejo de caudales de al menos 50m ³ /seg.	Mínimo 2
Especialista Equipamiento Hidromecánico	en	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Equipamiento hidromecánico de proyectos con potencias de al menos 60MW.	Mínimo 2
Especialista Equipamiento Electromecánico	en	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos, en los que haya participado en calidad de técnico o experto principal en Equipamiento electromecánico de proyectos con potencias de al menos 60MW.	Mínimo 2

Especialista Eléctrico	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Subestaciones y Líneas de Transmisión, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Ingeniería Eléctrica de proyectos que incluyan subestaciones de al menos 138kV.	Mínimo 2
Especialista en Sistemas de Supervisión y Control	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos Hidroeléctricos, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Sistemas de Supervisión y Control de proyectos con potencia igual o superior a 60 MW.	Mínimo 2
Especialista Ambiental	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de Estudios de Impacto Ambiental Definitivos para Proyectos Hidroeléctricos, en los que haya participado en calidad de jefe de proyecto o su equivalente, en proyectos con potencia igual o superior a 60 MW.	Mínimo 1
Especialista en Diseño Vial	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos de infraestructura, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Diseños de Vías de al menos 20 km.	Mínimo 1
Especialista en Evaluación Económica Financiera	El especialista deberá demostrar experiencia en ejecución de estudios de Factibilidad y/o Diseños Definitivos de Proyectos de infraestructura, en los que haya participado en calidad de técnico principal o experto principal en Evaluación Económica - Financiera de proyectos cuyo costo determinado en los estudios sea de al menos USD 100'000,000 (cien millones de dólares)	Mínimo 1

5. ANEXOS

Nro.	DESCRIPCIÓN DEL ARCHIVO / ANEXO
1	TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO
2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS P.H. LA UNIÓN