

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA PROVISIÓN DE**

**ALCANCE DE ESTUDIOS ELÉCTRICOS**

**COCHABAMBA - BOLIVIA**

**TABLA DE CONTENIDO**

[1. ANTECEDENTES 3](#_Toc530116605)

[2. OBJETIVOS 3](#_Toc530116606)

[3. ALCANCE DEL SERVICIO 3](#_Toc530116607)

[4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO 5](#_Toc530116608)

[4.1 PROYECTO EN GENERAL, LÍNEA PADILLA – CAMIRI 115 kV 5](#_Toc530116609)

[5. NORMAS Y CONSIDERACIONES PARA LOS ESTUDIOS 7](#_Toc530116610)

[6. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS 8](#_Toc530116611)

[6.1 ESTUDIOS DE COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA 8](#_Toc530116612)

[6.2 ESTUDIOS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO 8](#_Toc530116613)

[6.3 ESTUDIOS DE NORMA OPERATIVA N° 30 8](#_Toc530116614)

[6.4 ESTUDIOS DE NORMA OPERATIVA N° 11 9](#_Toc530116615)

[7. INFORMACIÓN A ENTREGAR Y EJECUCIÓN DE ESTUDIOS 12](#_Toc530116616)

[7.1 INFORMACIÓN A ENTREGAR A LA EMPRESA CONSULTORA 13](#_Toc530116617)

[7.2 EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS 13](#_Toc530116618)

[8. PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES Y APROBACIÓN 14](#_Toc530116619)

[8.1 PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES 14](#_Toc530116620)

[8.2 APROBACIÓN DE LOS INFORMES 16](#_Toc530116621)

[9. EXPERIENCIA DE LA EMPRESA CONSULTORA 16](#_Toc530116622)

**ESTUDIOS ELÉCTRICOS PARA CUMPLIMIENTO**

**DE LAS NORMAS OPERATIVAS N° 30 Y N° 11**

# ANTECEDENTES

Con la finalidad de reforzar el sistema de CORPORACIÓN boliviano, se prevé en un futuro cercano, la construcción del Proyecto Interconexión de Camiri al SIN.

La elaboración de los estudios eléctricos de sistemas de potencia, requeridos para el dimensionamiento de los equipos; y, el diseño detallado para la construcción de las obras civiles y para el montaje electromecánico, de las siguientes subestaciones:

* Ampliación de Subestación Padilla 115 kV
* Subestación Monteagudo 115/24.9 kV
* Subestación Camiri 115 kV

El detalle del alcance del servicio de ingeniería para cada una de las subestaciones y de los estudios eléctricos, se describe más adelante.

# OBJETIVOS

Definición de los parámetros operativos necesarios requeridos para el funcionamiento de las instalaciones en 115 kV en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), tanto para estudios estáticos, dinámicos, de transitorios electromagnéticos y todos aquellos aspectos que contemplen en los estudios requeridos en este alcance.

Cumplir con los requisitos de la Norma operativa N° 30 del CNDC para instalaciones existentes.

Dar cumplimiento a las disposiciones técnicas descritas en la Norma operativa N° 11 para la puesta en servicio de las instalaciones del proyecto.

Proponer la implementación de las medidas correctivas necesarias, en caso de detectarse incumplimientos a los parámetros operativos descritos en la normativa boliviana.

Contar con el diseño final del proyecto, y contar con las características eléctricas básicas y las solicitaciones eléctricas para las subestaciones de Padilla, Monteagudo y Camiri.

# ALCANCE DEL SERVICIO

Los estudios que se describen en este documento tienen un carácter enunciativo, pero no limitativo, por lo que el Consultor debe desarrollar todos los estudios de Norma 30 y Norma 11 a satisfacción de ENDE CORPORACIÓN y del CNDC en todas etapas de ejecución del proyecto hasta la puesta en servicio de las instalaciones. El Anexo 3 contiene detalles complementarios relativos a los estudios que forman parte de este alcance.

El alcance de este servicio comprende dos etapas de estudio preoperativo y operativo. Los estudios de etapa preoperativa se denominan, en el marco de la reglamentación actual, estudios de Norma operativa N° 30. Cuyo objetivo es establecer los lineamientos técnicos para el diseño de nuevos proyectos de generación y transmisión que sean incorporados al Sistema Interconectado Nacional.

Los estudios de etapa operativa se denominan, en el marco de la reglamentación vigente, estudios de Norma operativa N° 11; cuyo objetivo es definir las condiciones que deben cumplir las empresas eléctricas y consumidores no regulados para que el Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) autorice la incorporación al Sistema Interconectado Nacional (SIN)y la operación comercial de nuevas instalaciones. Estas nuevas instalaciones no deben afectar negativamente la seguridad y confiabilidad del SIN.

El proponente adjudicado deberá realizar todos los estudios detallados a continuación:

Estudios de Norma 30.- Los estudios de esta primera etapa deben demostrar la compatibilidad del proyecto con los equipos e instalaciones existentes del SIN:

* Flujos de potencia, para el primer año de operación (bloques alto, medio y bajo de los periodos seco y lluvioso) y cuarto año de operación (bloque alto).
* Cálculo de cortocircuito, para el primer y cuarto año de operación de las instalaciones que comprenden el proyecto (bloque alto).
* Análisis de contingencias (N-1), para identificar si existen restricciones de transmisión en el área de influencia.
* Análisis de restitución (restauración) del sistema para verificar la compensación reactiva propuesta para las líneas, compatible con la Norma operativa N° 6 (Restitución del SIN).
* Determinación de las capacidades de transporte de las líneas de transmisión. El límite de transporte por capacidad térmica de la línea se determinará según la norma IEEE 738 bajo las hipótesis de cálculo acordadas con ENDE CORPORACIÓN. Límite de transporte por regulación de voltaje bajo condiciones de operación normal, con sobrecarga para operación por 15 min y con sobrecarga para operación por 30 min. Límite de transporte por estabilidad transitoria determinado para el tiempo muerto propuesto por el Consultor.
* Estudios de Estabilidad
* Estudios de Transitorios Electromagnéticos
* Estudio de Compensación de Potencia Reactiva
* Estudio de Tensión Transitoria de Restablecimiento

Estudios de Norma 11.- Los estudios de esta segunda etapa deben demostrar que la operación comercial de las instalaciones del proyecto no afectan de manera negativa la seguridad y confiabilidad del SIN: Los estudios que comprenden esta etapa son:

* Estudio de flujos de potencia.- Se determinará el estado de operación del SIN, a través del flujo de potencia en líneas y transformadores, regulación de voltaje, pérdidas de potencia activa, etc.
* Estudio de cortocircuitos.- Se determinará los niveles de cortocircuito en barras adyacentes y propias del proyecto, y contrastar con las capacidades de soportabilidad de equipos y corte de interruptores.
* Estudio de estabilidad transitoria y dinámica.- Se analizará la influencia de la estabilidad transitoria y dinámica de las instalaciones del proyecto y adyacentes bajo las hipótesis de falla descritas en el documento de Norma 11.
* Estudio de estabilidad oscilatoria.- Se analizará los casos más críticos con la incorporación de las instalaciones del proyecto.
* Estudio de estabilidad de tensión.- Se analizará la influencia de la estabilidad de tensión de la red del SIN, y se determinara las áreas deficitarias de potencia de reactivas y las medidas de solución de problemas.
* Estudio de estabilidad frecuencia.- Se analizará los casos donde sean necesarias y garanticen la operación segura de la red considerando la incorporación de las instalaciones del proyecto.
* Estudio de transitorios electromagnéticos.- Se verificará el aislamiento de las nuevas instalaciones, determinará las restricciones operativas e influencia sobre instalaciones existentes en el área de influencia de las nuevas instalaciones.

Estudio de coordinación de protecciones.- Determinar el despeje selectivo de las protecciones ante fallas en las nuevas instalaciones y verificar las coordinación elementos de protecciones de respaldo adyacentes.

# DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO

## PROYECTO EN GENERAL, LÍNEA PADILLA – CAMIRI 115 kV



### Ampliación Padilla 115 kV

La subestación Padilla existente 115 kV, se ampliará con las siguientes instalaciones nuevas:

* Una bahía de línea en 115 kV, en configuración barras principal y barra de transferencia.
* Un reactor trifásico de barras 115 kV, de 6 MVAR.
* Una bahía de reactor 115 kV, en barra principal de 115 kV.
* Una bahía de transferencia 115 kV.

### Subestación Monteagudo 115/24.9 kV

La nueva subestación Monteagudo 115/24.9 kV, tendrá las siguientes instalaciones:

* Dos bahías de línea en 115 kV, en configuración barras principal y barra de transferencia.
* Un transformador trifásico 115/24.9 kV, de 25 MVA.
* Una bahía de transformador 115 kV, en configuración barras principal y barra de transferencia.
* Un banco de capacitores de barra 115 kV, de 7.2 MVAR.
* Una bahía de capacitores 115 kV, en barras principal de 115 kV.
* Una bahía de transferencia 115 kV.

### Subestación Camiri 115 kV

La nueva subestación Camiri 115 kV, tendrá las siguientes instalaciones:

* Una bahía de línea en 115 kV, en configuración barras principal y barra de transferencia.
* Un banco de capacitores de barra 115 kV, de 7.2 MVAR.
* Una bahía de capacitores 115 kV, en barras principal de 115 kV.
* Una bahía de transferencia 115 kV.

# NORMAS Y CONSIDERACIONES PARA LOS ESTUDIOS

ENDE CORPORACIÓN suministrará todos los documentos aplicables en el cumplimiento de los estudios eléctricos, disponibles a la fecha de ejecución de los estudios:

* Norma operativa N° 30
* Norma operativa N° 11
* Norma operativa N° 6
* Norma operativa N° 17
* Norma operativa N° 8
* Condiciones Mínimas de Desempeño (CMD)

Para el estudio y los diseños, el consultor deberá considerar las mejores prácticas para el diseño de subestaciones en 115 kV según prácticas y normas internacionales. Estas serán acordadas con ENDE CORPORACIÓN al inicio de los estudios eléctricos.

# DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS

Todos los análisis eléctricos se realizarán empleando el programa Power Factory DIgSILENT (Digital Simulator and Electric NeTwork Calculation), a excepción de los estudios de transitorios electromagnéticos, los cuales deberán ser realizados con el software ATP-ATPDraw.

## ESTUDIOS DE COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA

* 1. Se debe definir la cantidad y la potencia de los reactores y capacitores a ser instalados.
  2. La ubicación óptima de los puntos de instalación considerando aspectos técnicos como también económicos,
  3. Ubicación, definir si los reactores serán instalados en la línea o en la barra, o una combinación de estos.

Para ello el consultor se basará en el marco regulatorio boliviano cuyo funcionamiento se describe por las Condiciones Mínimas de Desempeño (CMD). Las características técnicas y ubicación de los reactores y capacitores deberán permitir el transporte de la máxima potencia posible a través de las líneas de 115 kV.

## ESTUDIOS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Verificar y validar los niveles de aislamiento interno y externo de los equipos, reactores, capacitores y transformadores de las instalaciones en 115 kV para las subestaciones del proyecto.

Asimismo, se debe determinar las distancias eléctricas en aire de las subestaciones con la descripción de la metodología, datos e hipótesis necesarios.

## ESTUDIOS DE NORMA OPERATIVA N° 30

Con el fin de observar las tensiones en las barras, la cargabilidad en líneas y transformadores, la distribución de flujos de potencia a través de la red y las pérdidas de potencia en el sistema, se simulan flujos de carga bajo condiciones normales de operación para demanda máxima, media y mínima, y en de condiciones de contingencia en los periodo seco y lluvioso.

El Consultor debe efectuar los estudios para los primer y cuarto años de operación de las instalaciones y emitir el informe para aprobación por el CNDC. Las observaciones que surgieran del informe deben quedar resueltas a satisfacción de ENDE CORPORACIÓN y del CNDC.

* Flujos de potencia, para el primer año de operación (bloques alto, medio y bajo de los periodos seco y lluvioso) y cuarto año de operación (bloque alto).
* Cálculo de cortocircuito, para el primer y cuarto año de operación de las instalaciones que comprenden el proyecto (bloque alto).
* Análisis de contingencias (N-1), para identificar si existen restricciones de transmisión en el área de influencia.
* Análisis de restitución (restauración) del sistema para verificar la compensación reactiva propuesta para las líneas, compatible con la Norma operativa N° 6 (Restitución del SIN).
* Estudio de estabilidad transitoria y dinámica
* Estudio de transitorios electromagnéticos

Los estudios deberán realizarse para los escenarios requeridos por la Norma Operativa No 30 y por el CNDC.

## ESTUDIOS DE NORMA OPERATIVA N° 11

Se deben realizar todos los estudios necesarios para el cumplimiento de la norma operativa No 11 del CNDC.

Para el estudio de casos no descritos explícitamente en el presente alcance, se deberá acordar el alcance entre el consultor y ENDE CORPORACIÓN. En caso de no llegar a un acuerdo, se deberá realizar una consulta al CNDC para definir el alcance requerido, su respuesta deberá ser acatada por el consultor, ya que esta institución aprueba la puesta en servicio de las nuevas instalaciones en Bolivia.

A continuación se describen los estudios necesarios de manera enunciativa, pero no limitativa.

### Flujos de potencia

Los estudios de flujos de potencia deben ser elaborados para los dos primeros años de operación de las instalaciones para los periodos seco y lluvioso, en bloques de demanda máxima media y mínima.

Estos estudios deben permitir identificar los elementos con niveles de carga que superan su capacidad nominal, verificar la capacidad de regulación de voltaje en la red, determinar las pérdidas de potencia activa de la red. Evaluar la seguridad de la red a través del análisis de contingencias de los componentes del proyecto y de elementos dentro del área de influencia del proyecto, para identificar los componentes más críticos de la red, y las recomendaciones operativas necesarias para su solución.

### Cortocircuito

En estos estudios se definirán los niveles de cortocircuito para falla trifásica, bifásica, monofásica y bifásica a tierra, con evaluaciones determinadas por la norma IEC-60909 [2], según la cual los resultados obtenidos corresponderán a corrientes subtransitorias (o instantáneas) simétricas (sin componente de corriente continua CC) en Amperios rms. Los cálculos de cortocircuito se efectuarán bajo condiciones normales de operación, en demanda máxima y generación máxima en el área del proyecto.

Con las simulaciones de cortocircuito, se encontrará los esfuerzos más severos para la red y la soportabilidad requerida por el equipo de interrupción en cada una de las subestaciones del proyecto.

Para el cálculo de los niveles de cortocircuito se considerará que la tensión en el punto de falla, en el momento que ocurre ésta es de 1.10 p.u.; esta corriente sirve de base para determinar la capacidad de los equipos eléctricos.

### Estudios de estabilidad oscilatoria, de tensión y de frecuencia

Se deberá realizar el estudio de estabilidad oscilatoria de la red boliviana, considerando la puesta en servicio de las instalaciones del proyecto

Se deberá realizar el análisis de estabilidad de tensión y de frecuencia, analizando las condiciones operativas, eventos y todas las fallas necesarias, que permitan garantizar el adecuado desempeño dinámico de la red boliviana.

### Estudios de estabilidad transitoria

Los escenarios base a considerar para la realización de estos estudios, son los correspondientes al sistema en condiciones de red completa (N) estudiando detalladamente casos y situaciones operativas correspondientes a los 2 primeros años de ingreso de primera fase del proyecto al SIN . Asimismo, se cuantifica la respuesta dinámica del proyecto ante las contingencias de: barras, líneas, transformadores y generadores dentro del área de influencia del proyecto (elementos del proyecto, elementos adyacentes y otros que se vean afectados por la incorporación de las instalaciones del proyecto), para los casos y situaciones operativas requeridas por la Norma Operativa No 11 (máxima, media y mínima demanda, para primer y segundo año de operación de la fase 1 en periodos seco y lluvioso). Se deberá analizar las hipótesis de falla necesarias, que reflejen las caracterizas operativas de cada línea de transmisión (tipo de operación de los interruptores monopolar-tripolar, esquema de teleprotección, protección de distancia, operación en zona 2, reconexión monopolar, reconexión tripolar). Los casos a ser estudiados, deberán ser consensuados con ENDE CORPORACIÓN antes de la ejecución de los estudios.

En los estudios de estabilidad se analizarán variaciones del ángulo del rotor de los generadores (penduleo), de frecuencia, de potencia activa y reactiva en líneas y de tensión en barras para observar si ante las perturbaciones propuestas éstas se amortiguan y logran un nuevo estado estable o si por el contrario muestran oscilaciones no amortiguadas o crecientes que indican inestabilidad del sistema. También se evaluará el desempeño dinámico de la red considerando los esquemas de protección especiales (Interdisparos) actualmente implementados en la red boliviana. Los casos a ser estudiados, deberán ser consensuados con ENDE CORPORACIÓN antes de la ejecución de los estudios. En caso de detectar problemas en la red o un desempeño dinámico no aceptable, el consultor deberá proponer: ajuste de protecciones existentes o nuevas, adecuación de sistemas de control, modificaciones o implementación de nuevos esquemas de interdisparos, cambio o implementación de políticas de operación de la red, modificación o implementación del Esquema de Desconexión Automática de Carga (EDAC), modificación o implementación del Esquema de Desconexión Automática de Generación (EDAG), que permitan garantizar un adecuado desempeño dinámico de la red.

Para los casos con recierre tripolar lento o condiciones de restitución del sistema, se deberán proponer los ajustes para los relés para sincronismo, tales ajustes deben contemplar el ajuste para el ángulo, frecuencia y magnitud de voltaje.

Las simulaciones de estabilidad transitoria se efectuaran para el caso de cortocircuitos trifásicos y monofásicos a tierra en las barras y líneas pertenecientes al proyecto y en otras barras y líneas cercanos al área del mismo, tomando en cuenta adicionalmente las hipótesis de falla necesarias para garantizar el adecuado desempeño dinámico de la red.

En caso de generadores que no dispongan de modelo existentes para la simulación de estabilidad, el consultor propondrá modelos normalizados del IEEE y los ajustes para generadores que requieran de esta información, se deberá proveer modelos para: controles de frecuencia, lazo de control de temperatura, controles de tensión, PSS, Limitadores de sub y sobreexcitación (si se considera necesario).

### Estudios de transitorios electromagnéticos

Para realizar los estudios de transitorios electromagnéticos se efectúan simulaciones digitales con el programa ATP y su interfaz gráfica ATPDraw. Se realizaran las simulaciones de eventos y fenómenos transitorios en las instalaciones asociadas a los proyectos.

El consultor deberá realizar los estudios eléctricos que permitan garantizar el adecuado desempeño de las instalaciones. A manera descriptiva, pero no limitativa, se enuncian los estudios eléctricos a considerarse:

1. Energización de líneas más reactor (o reactores), de forma conjunta, con el objeto de definir las solicitaciones dieléctricas sobre el equipamiento, para asegurar el adecuado dimensionamiento de los equipos y que no se produzca un envejecimiento prematuro de los mismos. Se determinará la necesidad de implementar resistencias de pre-inserción y/o equipos de mando sincronizado. La selección del mecanismo de limitación de sobretensiones deberá ser justificada y respaldada por los estudios.
2. Determinación de sobretensiones (por energización, por falla, desenergización, rechazo de carga, otros, etc.). Es decir que los datos técnicos de equipos y máquinas que se describa en las planillas de datos de los equipos deben cubrir satisfactoriamente las solicitaciones para los distintos casos de sobretensión.
3. Determinación de las tensiones nominales de los descargadores, capacidad de absorción de energía en base a las solicitaciones térmicas y corriente nominal de descargada; para las diferentes condiciones de falla en líneas, autotransformadores, reactores y reactor de neutro según ubicación. En líneas se verificará para la condición más severa y por lo menos en la condición de falla interruptor.
4. Para los reactores de neutro, determinar los requerimientos aislamiento, corrientes nominales de corta duración, durante fallas monofásicas.
5. Análisis de resonancia, por discrepancia de polos de polo trabado y polo abierto. Se deberán realizar estudios con 1 y 2 fases abiertas, con el objeto de verificar las solicitaciones térmicas sobre los descargadores de fases y de neutro, por algunos segundos hasta que las protecciones den la orden de apertura definitiva. Estos estudios son necesarios para verificar el diseño de los reactores de neutro.
6. Análisis de resonancia armónica,
7. La energización de autotransformadores está prevista con equipo de mando sincronizado. Sin embargo, es importante determinar las corrientes de energización de transformadores en paralelo (sympathetic inrush), para el caso en que este indisponible el equipo de mando sincronizado.
8. Determinación de la TRV y definición el factor de primer polo que abre, en los interruptores de líneas, autotransformadores y reactores. La TRV en líneas se debe verificar en condiciones de falla kilométrica, falla en terminales y en oposición de fase. Los criterios de evaluación se aplicarán de acuerdo con la norma IEC 62271-100. La TRV en autotransformadores se verificará para la condición de falla limitada por transformador (Transformer Limited Fault).
9. Recierre monofásico y determinación de las corrientes de arco secundario en las líneas de 115 kV. Para demostrar una alta probabilidad de éxito del recierre monofásico. Debe recomendarse criterios a ser considerados para la evaluación. De forma alternativa se podrá utilizar los siguientes criterios:

* Último pico de la corriente de arco secundario: 40 A (pico)
* Primer pico de la tensión de restablecimiento: 80 kV
* Pendiente de la tensión de restablecimiento (RRRV): 8 kV/ms

Se debe emitir recomendaciones relativas a:

1. Aplicación y condiciones requeridas para la reconexión monopolar en líneas 115 kV.
2. Justificación para la maniobra del reactor (o reactores) o capacitores.

### Estudios de coordinación de protecciones

El estudio de coordinación de protecciones debe incluir todas las instalaciones en 115 kV de las subestaciones del proyecto y todas las instalaciones adyacentes que se vean afectadas por el ingreso del proyecto. Las instalaciones y protecciones a ser consideradas en el estudio de coordinación de protecciones, deberá ser consensuada con ENDE CORPORACIÓN antes del inicio de la ejecución de estos estudios.

# INFORMACIÓN A ENTREGAR Y EJECUCIÓN DE ESTUDIOS

## INFORMACIÓN A ENTREGAR A LA EMPRESA CONSULTORA

### Estudios de Norma 30

ENDE CORPORACIÓN entregará al consultor la siguiente información:

* La base de datos oficial del Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) en formato del software Power Factory de DIgSILENT para la realización de los estudios eléctricos del Sistema Interconectado Nacional con los parámetros eléctricos preliminares de equipos, autotransformadores y reactores de línea y de barra en 115 kV. El consultor deberá realizar las modificaciones y adecuaciones necesarias para incluir en la base de datos los elementos que componen las instalaciones del proyecto. La base de datos contendrá:
* Flujos de potencia optimizados para los escenarios de demanda en formato DIgSILENT,
* Datos de generadores, líneas, transformadores, etc., del SIN.

### Estudios de Norma 11

* La base de datos oficial del Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) en formato del software Power Factory de DIgSILENT para la realización de los estudios eléctricos del Sistema Interconectado Nacional de acuerdo a la última Programación de Mediano Plazo disponible.
* Para la ejecución de los estudios de Norma 11, el Consultor deberá realizar los estudios eléctricos con base en la información contenida en los protocolos de pruebas del fabricante de los equipos y máquinas eléctricas de potencia y datos medidos en campo.

## EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS

### Cumplimiento de Norma 30

El proponente adjudicado deberá presentar los estudios descritos a continuación:

* Se deberá realizar estudios para el cumplimiento de la norma 30 del proyecto “Interconexión de Camiri al SIN”, para el primer y cuarto año de operación (2019 y 2022).

Estos estudios deberán ser presentados en un plazo menor a 3 meses después de la adjudicación.

### Cumplimiento de Norma 11

El proponente adjudicado deberá presentar todos los estudios para el proyecto: “Interconexión de Camiri al SIN”. Estos estudios deben ser presentados por lo menos 2 meses antes de la puesta en servicio de las instalaciones del proyecto.

**Flujos de Carga, Análisis de Contingencias, Cortocircuitos**

Se debe presentar resultados para máxima, media y mínima demanda en periodos seco y lluvioso, para el primer y segundo año de operación (2020 y 2021)

**Coordinación de Protecciones**

Se debe presentar resultados para máxima y mínima demanda en periodos seco y lluvioso, para el primer año de operación

**Estabilidad Transitoria Y Dinámica**

Se debe presentar resultados para máxima, media y mínima demanda en periodos seco y lluvioso, para el primer y segundo año de operación (2020 y 2021)

Los estudios requeridos para este proceso de contratación deben ser realizados con el software Power Factory de DIgSILENT. La base de datos con todos los estudios de casos será entregado a ENDE CORPORACIÓN para que este, cuando lo requiera, pueda reproducir los resultados obtenidos, ampliar y/o modificar el estudio de acuerdo a sus necesidades.

**Estabilidad Oscilatoria, de Tensión y de Frecuencia**

Se deberá considerar los mismos escenarios que el estudio de Estabilidad Transitoria y Dinámica, pero se deberá analizar los casos identificados como críticos y necesarios para garantizar un adecuado desempeño dinámico de la red boliviana.

**Transitorios electromagnéticos**

Se debe presentar resultados para máxima demanda del segundo año de operación, mínima demanda del primer año de operación y para el escenario de máxima transferencia (años 2020 y 2021).

Así también como parte del alcance de los estudios, el Consultor deberá elaborar un manual de operación de las instalaciones del proyecto para operación en condiciones normales y condiciones de restitución (restablecimiento) del SIN después un colapso total o parcial del SIN.

# PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES Y APROBACIÓN

## PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES

El Consultor deberá enviar un informe preliminar del estudio para que ENDE CORPORACIÓN pueda hacer sus observaciones y/o sugerencias a las simulaciones realizadas. Posteriormente deberá presentar una versión modificada del informe preliminar con las aclaraciones y/o modificaciones antes solicitadas.

En la presentación de los informes se hace algunas recomendaciones que serán tomadas en cuenta:

* Se describirá las características técnicas del proyecto, que muestren un desempeño eléctrico adecuado conforme a lo requerido en las Normas Operativas del CNDC.
* Deberá contener todos los estudios de casos realizados, claramente clasificados, en formato PDF.
* El idioma que se utilizará para la presentación del informe final, será el español.
* Las consultas y aclaraciones por correo electrónico pueden ser en español o inglés.
* En caso de haber copias impresas, deberán ser documentos de primera calidad, encuadernados en carpetas separadas por cada estudio ejecutado, con gráficos y diagramas en colores.

El informe final deberá contener los siguientes archivos como respaldo:

* Textos en archivo Microsoft Word,
* Los cálculos de ajustes y otros en Microsoft Excel,
* Los cálculos, modelos, diagramas y otros procesos ejecutados con los software DIgSILENT (base de datos), ATP/ATPDraw deberán ser entregados en archivos de origen.

El informe final para los estudios de flujos de potencia y cortocircuitos, deberá incluir mínimamente los siguientes puntos:

* Describir los resultados de las simulaciones, conclusiones y recomendaciones.
* Sobre la base de los resultados se describirá los elementos que superen sus niveles de cargabilidad, las modificaciones que se deben introducir en la red para salvar los problemas, reemplazo de equipos de patio de subestaciones.
* Describir los mayores niveles de cortocircuitos en las diferentes instalaciones y aledañas recomendará el reemplazo de aquellos equipos que han superado su capacidad de soporte de cortocircuito y corte de los interruptores.

El informe final para los estudios de transitorios electromagnéticos, deberá incluir mínimamente los siguientes puntos:

* Describir los resultados de las simulaciones, conclusiones y recomendaciones.
* Sobre la base de los resultados se describirá los mayores niveles de sobretensión, las características básicas de los equipos para mitigar y/o eliminar las sobretensiones, características básicas de máquinas eléctricas.
* Describir las restricciones operativas tanto en condiciones operativas N-1, y de restitución compatible con el procedimiento actual.

El informe final para los estudios de estabilidad transitoria y dinámica, deberá incluir mínimamente los siguientes puntos:

* Describir los resultados de las simulaciones, conclusiones y recomendaciones.
* Sobre la base de los resultados se recomendara un esquema de apertura y reconexión para las líneas del proyecto y para las líneas adyacentes, indicando los tiempos óptimos de despeje de falla, recierre y apertura definitiva.
* Del análisis de los resultados obtenidos en los estudios de estabilidad transitoria, se propondrá una “Guía de Operación” de las líneas del proyecto y líneas adyacentes, compatible con los requerimientos operativos descritos en la normativa vigente.

El informe final para los estudios de protecciones, deberá incluir mínimamente los siguientes puntos:

* Método de abordaje del problema,
* Forma de validación del método,
* Resultados de la simulación para los tipos de falla analizados,
* Anexos con gráficos de coordinación de protecciones: R-X, tiempo-distancia y tiempo-corriente,
* Ajustes completos recomendados para cada relé,
* Memorias de cálculo,
* Conclusiones y recomendaciones.

## APROBACIÓN DE LOS INFORMES

La aprobación de los informes de los estudios está compuesto por dos etapas: 1) Aprobación por parte de ENDE CORPORACIÓN y 2) aprobación por parte del CNDC.

El Consultor presentará un informe preliminar para que ENDE CORPORACIÓN, sugiera modificaciones y/o realice las observaciones que correspondan. Posteriormente el Consultor enviará, previa aprobación de ENDE CORPORACIÓN, un informe final en formato digital.

ENDE CORPORACIÓN presentará los informes de los estudios eléctricos al CNDC, para obtener el permiso de conexión de las instalaciones del proyecto al SIN. El consultor atenderá y resolverá las observaciones del CNDC hasta lograr su conformidad plena. De acuerdo con el procedimiento de aprobación de los estudios eléctricos, dentro del marco regulatorio eléctrico vigente en Bolivia, el CNDC dispone de un periodo de tiempo de hasta 30 días para revisar los informes y emitir sus observaciones a los estudios, si corresponden.

# EXPERIENCIA DE LA EMPRESA CONSULTORA

ENDE CORPORACIÓN y sus filiales, en la ejecución de estudios eléctricos ha trabajado con empresas consultoras con experiencia regional y mundial. Las empresas elegibles para llevar a cabo estos estudios son: HMV ingenieros de Colombia, CESI de Italia, ABB de Brasil.

En caso de que el contratista proponga una empresa consultora diferente, este deberá poner en consideración de ENDE CORPORACIÓN a otras empresas, con la experiencia en la ejecución de estudios eléctricos similares a los requeridos para la puesta en servicio del presente proyecto. La experiencia de esta empresa deberá ser igual o superior a las que se indicaron anteriormente. ENDE CORPORACIÓN podrá aceptar o rechazar la empresa consultora propuesta.

Para la aceptación de otras empresas consultoras, estas deben contar con una experiencia mínima detallada a continuación:

* 1. Tener experiencia general en la ejecución de estudios eléctricos, mayor o igual a 10 años.
  2. Haber realizado por lo menos 3 estudios eléctricos para proyectos con un nivel de tensión igual o superior a 230 kV, en los últimos 10 años.

ANEXO 1 – DIAGRAMA UNIFILAR DEL SIN

