

La Paz, 24 de julio de 2009

**TRÁMITE:** Aprobación de la Norma Operativa N° 31, propuesta por el Comité Nacional de Despacho de Carga.

**SÍNTESIS RESOLUTIVA:** Se aprueba la Norma Operativa N° 31, referida al "Procedimiento para Medir y Determinar la Potencia Efectiva de las Centrales de Generación Hidroeléctrica, Consumos Propios y Pérdidas", propuesta por el Comité Nacional de Despacho de Carga.

**VISTOS:**

La Resolución 253/2009-1, de 5 de mayo de 2009, emitida por el Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC), remitida mediante nota CNDC-0787-09, de 8 de mayo de 2009 y el Informe de la Dirección del Mercado Eléctrico Mayorista AE-DMY N° 017/2009, de 23 de julio de 2009, y todo lo demás que ver convino,

**CONSIDERANDO: (Base Legal)**

Que el Artículo 18 de la Ley N° 1604, de 21 de diciembre de 1994, de Electricidad, crea el Comité Nacional de Despacho de Carga, como responsable de la coordinación de la Generación, Transmisión y Despacho de Carga a costo mínimo en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Que el Reglamento de Operación del Mercado Eléctrico (ROME), aprobado mediante Decreto Supremo N° 26093, de 2 de marzo de 2001, establece como función del CNDC, elaborar Normas Operativas, obligatorias para los Agentes del Mercado, que determinen los procedimientos y las metodologías para operar el Mercado y administrar las transacciones del Mercado.

Que de acuerdo al Artículo 4 del ROME, modificado mediante Decreto Supremo N° 29549, de 8 de mayo de 2008, elaborado el proyecto de Norma Operativa, el CNDC debe remitir el proyecto a la Superintendencia de Electricidad, para su aprobación, previo análisis, facultando al Organismo Regulador incorporar modificaciones al proyecto remitido por el CNDC.

Que mediante Decreto Supremo N° 29894, de 7 de febrero de 2009, se dispuso la extinción de la Superintendencia de Electricidad y mediante Decreto Supremo N° 0071, de 9 de abril de 2009, se creó la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE) para las fiscalización, control y regulación del sector eléctrico, entidad que asume las atribuciones y competencias de la ex Superintendencia de Electricidad, en lo que no contravenga a lo dispuesto por la Constitución Política del Estado.

14

**CONSIDERANDO: (Antecedentes)**

Que el CNDC, en sesión extraordinaria N° 253, de 5 de mayo de 2009, mediante Resolución 253/2009-1, aprobó el proyecto de Norma Operativa N° 31 "Procedimiento para Medir y Determinar la Potencia Efectiva de las Centrales de Generación Hidroeléctrica, Consumos Propios y Pérdidas", la misma que fue remitida al Organismo Regulador para su aprobación, mediante nota CNDC - 0787-09, recepcionada el 8 de mayo de 2009.

Que la Dirección del Mercado Eléctrico Mayorista de la Autoridad de Fiscalización Y Control Social de Electricidad (AE), mediante Informe AE-DMY N° 017/2009, de 23 de julio de 2009, realizó el análisis del proyecto de Norma Operativa N° 31 remitido por el CNDC.

**CONSIDERANDO: (Análisis).**

Que revisado y analizado el proyecto de Norma Operativa N° 31 remitido por el CNDC, la Dirección del Mercado Eléctrico Mayorista de la AE, de conformidad al procedimiento previsto para la aprobación de la Norma Operativa, incorporó modificaciones de forma que permiten aclarar y puntualizar la propuesta, las cuales se describen en el punto 2.3 del Informe AE-DMY N° 017/2009.

Que la Dirección del Mercado Eléctrico Mayorista en el Informe AE-DMY N° 017/2009, señala que el proyecto de Norma Operativa propuesto por el CNDC para su aprobación, se basa en el informe de la Consultora CENERGIA, contratada por el CNDC para la elaboración de una propuesta de Norma Operativa para medir y calcular la capacidad efectiva y rendimiento de las unidades generadoras del SIN, Consultora que de acuerdo al Informe UO-13/08, consideró las observaciones y aclaraciones de los Agentes del Mercado Eléctrico Mayorista.

Que de acuerdo al análisis e incorporaciones efectuadas al proyecto de Norma Operativa N° 31, la Dirección del Mercado Eléctrico Mayorista de la AE, en el Informe AE-DMY N° 017/2009, establece que el "Procedimiento para Medir y Determinar la Potencia Efectiva de las Centrales de Generación Hidroeléctrica, Consumos Propios y Pérdidas" describe con precisión el procedimiento a seguir para la medición de las potencias efectivas de unidades hidroeléctricas, así como los consumos propios, ventas directas y pérdidas de las centrales hidroeléctricas del SIN; por lo que recomienda su aprobación en razón de que se encuentra de acuerdo a las disposiciones legales en vigencia.

**CONSIDERANDO: (Competencia de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad).**

Que, el Artículo 138 del Decreto Supremo N° 29894 dispuso, entre otros, la extinción de la Superintendencia de Electricidad, en el plazo de sesenta (60) días y estableció que las competencias y atribuciones de la misma sean asumidas por los Ministerios correspondientes o por una nueva entidad a crearse por norma expresa. En tal sentido, se aprobó el Decreto Supremo N° 0071, el cual, en el Artículo 3° determina la creación de

La Paz, 24 de julio de 2009

la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad - AE, estableciendo que las atribuciones, competencias, derechos y obligaciones de las ex Superintendencias Sectoriales serán asumidas por las Autoridades de Fiscalización y Control Social en lo que no contravenga a lo dispuesto por la Constitución Política del Estado.

Que, de acuerdo a las citadas disposiciones, corresponde que la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad, asuma la competencia de la ex Superintendencia de Electricidad para la aprobación de Normas Operativas propuestas por el CNDC.

**CONSIDERANDO: (Conclusión)**

Que, por todo lo expuesto, en mérito a las consideraciones del informe AE-DMY N° 017/2009, emitido por la Dirección del Mercado Eléctrico Mayorista de la AE, se concluye que la Norma Operativa N° 31 "Procedimiento para Medir y Determinar la Potencia Efectiva de las Centrales de Generación Hidroeléctrica, Consumos Propios y Pérdidas" propuesta por el CNDC, con las modificaciones incorporadas en oportunidad de su revisión y análisis, está de acuerdo a la normativa vigente.

**POR TANTO:**

El Director Ejecutivo de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad, en atención a las consideraciones del Informe AE-DMY N° 017/2009, de 23 de julio de 2009 y en ejercicio de las facultades y atribuciones conferidas por la Ley de Electricidad, su reglamentación, el Decreto Supremo N° 0071 y demás disposiciones legales vigentes,

**RESUELVE:**

**ÚNICO.-** Aprobar la Norma Operativa N° 31 "Procedimiento para Medir y Determinar la Potencia Efectiva de las Centrales de Generación Hidroeléctrica, Consumos Propios y Pérdidas", para su aplicación por el Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) y los Agentes del Mercado, que en Anexo forma parte de la presente Resolución.

**Regístrese, comuníquese y archívese.**



Nelson Caballero Vargas  
**DIRECTOR EJECUTIVO**

Es conforme:



Luis Adolfo Ormachea M.  
**DIRECTOR LEGAL a.i.**





## NORMA OPERATIVA N° 31

### PROCEDIMIENTO PARA MEDIR Y DETERMINAR LA POTENCIA EFECTIVA DE CENTRALES DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA, CONSUMOS PROPIOS Y PÉRDIDAS

#### 1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento de medición y determinación de la potencia efectiva de las centrales hidroeléctricas que forman parte y las que se integren al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Determinar la potencia total de los consumos propios, pérdidas por transformación y transmisión y ventas directas, comprendidos entre los puntos donde se mide la potencia efectiva y los puntos de inyección al STI.

#### 2. BASE LEGAL

Ley de Electricidad N° 1604 del 21 de diciembre de 1994, Art.19, inciso c); Reglamento de Operación del Mercado Eléctrico Capítulo II, Artículo 3, inciso g) y Artículo 4, incisos a) y b); Decretos Supremos N° 29549 y N° 29624.

#### 3. DEFINICIONES

**Ensayo de Medición de la Potencia Efectiva de una Central Hidroeléctrica.** Es el conjunto de pruebas que se efectúan para determinar la potencia efectiva de la central involucrada, mediante un proceso de medición y su posterior cálculo.

**Potencia Nominal del Grupo Turbina - Generador.** Es la potencia activa determinada por el fabricante en la etapa de diseño y que figura en sus placas de características. Si la turbina y el generador tienen potencias nominales diferentes, se tomará la menor para la potencia nominal del grupo.

**Potencia Efectiva de una Unidad Generadora.** Es la potencia máxima continua, medida en bornes de generador, que la unidad es capaz de suministrar a la red operando en las condiciones del sitio donde está instalada, sin sobrepasar los límites del circuito hidráulico y de presión del agua, temperatura del generador y de cojinetes, entre otros, establecidos por el fabricante para operación dentro de valores nominales de la turbina y del generador.

**Sobrecarga.** Es el exceso entre la potencia instantánea en bornes de generación de las unidades y la Potencia Nominal del Grupo Turbina - Generador.

**Condiciones de Potencia Efectiva.** Son las condiciones cuando la unidad opera a potencia máxima continua, manteniendo el flujo del agua estable, sin sobrepasar límites de diseño, a velocidad nominal de rotación de la(s) turbina(s), correspondiente a 50 Hz, a la Altura Bruta de la Central y al factor de potencia del nodo (en el momento del ensayo) al cual está conectada la unidad.

La Paz, 24 de julio de 2009

**Potencia Efectiva de una Central Hidroeléctrica.** Es la suma de potencia entregada por cada unidad que conforma la central, cuando éstas operan simultáneamente y en condiciones de potencia efectiva. En el caso de que la central esté conformada por una única unidad, la potencia efectiva de la central deberá ser igual a la potencia efectiva de la unidad generadora de la central.

**Ensayo Ordinario.** Es aquel ensayo que se realiza por primera y única vez, de acuerdo con este procedimiento, para determinar la Potencia Efectiva de centrales hidroeléctricas.

**Ensayo Extraordinario.** Es aquel ensayo que se realiza cuando existan razones para considerar que la potencia de alguna unidad hubiese experimentado alguna modificación importante en su potencia efectiva o cuando ingresan nuevas unidades a la central.

**Esquema de Principio.** Es el diagrama que muestra los equipos principales y los flujos de los procesos que comprende el ciclo de la central hidroeléctrica.

**Consumos Propios.** Es la potencia consumida por una central o subestación (servicio local) necesaria para llevar a cabo su proceso productivo, incluyendo la potencia consumida en sus oficinas, instalaciones y campamentos.

**Ventas Directas.** Es la potencia suministrada a clientes directos del Agente Generador antes de su entrega al MEM.

**Pérdidas por Transmisión.** Son las pérdidas de potencia que se producen en transformadores y líneas de transmisión que conectan las unidades generadoras con los puntos de inyección al MEM.

#### **4. ORGANIZACIÓN DE LOS ENSAYOS**

##### **4.1 Responsable de la Programación**

El CNDC es el responsable de la programación de Ensayos Ordinarios o Extraordinarios para la determinación de la Potencia Efectiva.

##### **4.2 Partes que Intervienen y Funciones que Desempeñan**

Las partes que intervienen son:

- El Agente Generador, propietario de la Central que efectuará a su costo los ensayos, brindará todas las facilidades de logística y equipos necesarios.
- El CNDC, que programará los ensayos, supervisará la correcta aplicación de los procedimientos y creará las condiciones operativas del SIN para realizar las mediciones.

Ambas partes designarán a sus representantes responsables. El representante del Agente Generador designará al Jefe de Medición o ejercerá como tal, coordinando los aspectos técnicos con el representante del CNDC.

### **4.3 Preparación del Ensayo**

El CNDC instruirá la realización del ensayo para la determinación de potencia efectiva, pérdidas, consumos propios y ventas directas y la fecha de su ejecución. El programa de ensayos se pondrá en conocimiento de los Agentes del MEM, al menos veinticinco (25) días antes del inicio de las pruebas de campo.

El programa de ensayo será considerado en la programación semanal y diaria del predespacho. En base a dicha programación, el Agente Generador podrá solicitar al CNDC efectuar ajustes al predespacho en los períodos previo y posterior a las mediciones. Estos ajustes deberán mantener la generación diaria total asignada al sistema hidroeléctrico, de acuerdo al modelo de programación SDDP/NCP.

#### **4.3.1 Información Requerida**

El Agente Generador enviará al CNDC, quince (15) días antes de iniciarse las mediciones, la información listada a continuación:

- a) Pliego Técnico de las unidades nuevas, incluyendo las especificaciones técnicas, procedimientos de operación y el informe de resultados de las pruebas de recepción y puesta en operación;
- b) Esquemas de principio de las instalaciones y de sus servicios auxiliares;
- c) Esquemas de disposición de planta (captación aguas arriba y descarga aguas abajo);
- d) Esquemas de ubicación de los limnímetros o sensores de nivel aguas arriba y aguas abajo;
- e) Cotas máxima y mínima de embalse y/o de rebalse en el caso de una cámara de carga;
- f) Estado de los reservorios proyectado para el día de medición (nivel y volumen);
- g) Características técnicas de los medidores de energía con sus respectivos certificados de calibración;
- h) Características técnicas de los instrumentos de medición de temperatura (cojinetes y estator) y presión;
- i) Diagrama unifilar eléctrico de la central, unidades y servicios auxiliares;
- j) Curvas de capacidad y datos de eficiencia de los generadores;
- k) Curvas características de las turbinas, Caudal-Potencia Mecánica, Eficiencia Teórica.

#### **4.3.2 Inspección en el Sitio**

Antes de iniciar el ensayo, la central de generación estará sujeta a una inspección de reconocimiento o verificación, a cargo de las partes que intervienen en el ensayo en forma conjunta, de:

- a) Datos de placa de los componentes de las unidades generadoras de la central,
- b) La ubicación y estado operativo de los principales equipos y sistemas auxiliares que forman parte de la unidad de generación;
- c) Características de los instrumentos y puntos de medición y registro de la potencia y otras variables eléctricas, mecánicas y ambientales,
- d) La inexistencia de conexiones para servicios auxiliares antes de los bornes del generador y otras condiciones que contravengan las disposiciones generales del ensayo,

La Paz, 24 de julio de 2009

- e) El punto de medición de la potencia y factor de potencia, debe ser ubicado en la salida de los bornes del generador.

#### **4.3.3 Elaboración del Plan Detallado del Ensayo**

El Jefe de Medición designado por el Agente Generador, elaborará el Plan Detallado del Ensayo y presentará al representante del CNDC para su consideración 72 horas antes; este debe contener:

- a) El esquema de disposición de instrumentos y las características de los instrumentos restantes
- b) La distribución de funciones del personal que participará de los ensayos.

El Plan del ensayo, tendrá en cuenta las particularidades, situación de la central y de cada unidad, respetando las consideraciones informadas en su pliego técnico referidas a la potencia efectiva de dichas unidades y/o de la central. El Plan deberá constar en su Informe Final.

Excepcionalmente, para los parámetros que no puedan ser medidos de manera directa, podrán emplearse procedimientos indirectos de medición, los cuales serán definidos en coordinación con el representante responsable del CNDC.

Las variables adicionales que puedan ser medidas deben ser definidas con el representante del CNDC.

#### **4.3.4 Magnitudes a Medir**

- a) Nivel del agua en el embalse y/o cámara de carga;
- b) Presión de ingreso a la turbina;
- c) Presión de salida de la turbina (turbinas de reacción);
- d) Temperatura de cojinetes;
- e) Apertura de los elementos que controlan el ingreso de caudal a la turbina;
- f) Potencia activa y reactiva en bornes del generador (integrada en intervalos de 15 minutos);
- g) Tensión en bornes del generador;
- h) Factor de potencia en bornes del generador;
- i) Frecuencia;
- j) Temperatura de los devanados del estator;
- k) Caudal turbinado (en las unidades que no dispongan de medición, se realizarán cálculos);

En casos especiales, los representantes del Agente Generador y del CNDC determinarán otros parámetros a ser medidos, con el objeto de posibilitar la ejecución adecuada del ensayo.

#### **4.3.5 Requisitos Mínimos de la Instrumentación**

Es responsabilidad de los Agentes Generadores disponer de equipos de medición apropiados.

**Para parámetros eléctricos:** La clase de los medidores debe cumplir los requerimientos establecidos en el anexo 1 de la Norma Operativa No 8 "Sistema de Medición Comercial – SMEC"; los mismos deberán contar con certificados de

calibración vigentes, expedidos por laboratorios de calibración, empresas o instituciones reconocidas y aceptadas por las partes.

**Otros parámetros:** Los instrumentos destinados a medir las demás magnitudes de control, deberán permitir un adecuado seguimiento de las condiciones de estabilidad durante el ensayo dentro de un marco de razonabilidad sobre la necesidad y disponibilidad a precisar por el representante del CNDC.

En caso de emplearse instrumentos portátiles, su ubicación debe considerar lo siguiente:

**Accesibilidad.** Los puntos de medición deben ser accesibles y contar con alimentación de energía eléctrica.

**Idoneidad.** Para garantizar una medición óptima con mínimo error, los puntos de medición deben respetar las limitaciones de los propios instrumentos impuestas por los fabricantes.

**Seguridad.** Los puntos de medición deben estar ubicados en lugares que no representen peligros, tanto para los instrumentos como para el personal que los opera.

Las condiciones mencionadas deben ser verificadas por el CNDC.

#### **4.3.6 Fecha y Hora del Ensayo**

Las fechas y horas programadas para la ejecución del ensayo serán confirmadas por el CNDC con 7 días de anticipación al Agente Generador.

#### **4.3.7 Duración del Ensayo**

El ensayo se efectuará en forma continua por un lapso de 3 horas continuas, obteniéndose registros integrados de potencia cada 15 minutos.

### **5. EJECUCIÓN DEL ENSAYO DE LA CENTRAL**

#### **5.1 Ensayo preliminar**

En coordinación entre partes (Agente - CNDC) se realizará un ensayo preliminar a fin de establecer que:

- a) La central esté apta para la ejecución del ensayo.
- b) La instrumentación se encuentre en buenas condiciones.
- c) Los presentes se familiaricen con el procedimiento de ensayo.

Después de realizado el ensayo preliminar que tendrá como máximo una duración de media hora, se procederá a la ejecución del ensayo definitivo por acuerdo de partes.

La inspección a realizarse antes de la ejecución del ensayo tiene como propósito verificar que la central se encuentra dispuesta para iniciar el ensayo definitivo.



La Paz, 24 de julio de 2009

Los niveles del agua en la descarga en caso de turbinas de reacción no deben ser menores al nivel correspondiente a la mínima altura de succión establecida en el diseño de la maquina, que evite cavitación.

## **5.2 Ejecución del Ensayo**

- a) La hora de inicio del ensayo debe tener una sola referencia de base de tiempo, en este caso se sincronizará con la hora universal registrada en el CDC del CNDC. Los instrumentos que dispongan de esta funcionalidad, deberán sincronizarse con esta referencia.
- b) De acuerdo al cronograma planteado en el Plan Detallado de los Ensayos, este se iniciará con la apertura del Acta de Ensayo, a cargo del Jefe de Medición. Los datos serán registrados por el Jefe de Medición en las Planillas de Mediciones que se adjuntan en los Anexos 1 y 2.
- c) La medición se realizará en condiciones estables de todas y cada una de las unidades que componen la central; es decir cuando se haya alcanzado el estado de equilibrio y las magnitudes a medir no varíen significativamente con el tiempo.
- d) En la operación en tiempo real, el CDC procurará que la central sujeta a medición opere de manera que en el nodo de inyección los niveles de voltaje y frecuencia sean próximos al valor nominal y dentro de los límites establecidos en las Condiciones de Desempeño Mínimo.
- e) Si durante el desarrollo del ensayo se presentase alguna falla que afecte la condición del ensayo de la central en proceso de medición y/o los sistemas de medición, las mediciones resultantes serán descartadas en acuerdo entre partes. En caso de que la falla imposibilite la realización del ensayo, el CNDC reprogramará un nuevo ensayo.
- f) Cuando el ensayo no sea satisfactorio, condición que debe ser determinada por el representante del CNDC será necesario realizar un segundo ensayo, que puede efectuarse inmediatamente o, en su defecto, ser diferido para otra ocasión. La determinación de realizarlo inmediatamente, será efectuada por el Jefe de Medición y el representante del CNDC en coordinación con el CDC. De no haber consenso, se reprogramará un nuevo ensayo.

En el Anexo 1 de esta Norma se adjunta el formato de Planilla: "Medición de Magnitudes para el Cálculo de la Potencia Efectiva de Unidades y Centrales Hidráulicas".

En el Anexo 2, se adjunta el formato de planilla correspondiente: "Medición de Magnitudes para el Control de Estabilidad durante los Ensayos a Unidades y Centrales Hidráulicas".

## **5.3 Validez del Ensayo**

### **5.3.1 Por Error Admisible en la Medición de la Potencia**

Para que el ensayo sea válido, se requiere que los datos registrados sean consistentes entre sí y que el margen de error posible en la determinación de la

La Paz, 24 de julio de 2009

potencia efectiva determinado por el ensayo no exceda el 1.5% del valor promedio. Cualquier inconsistencia puede ser absuelta por consenso entre los representantes de las dos partes.

### **5.3.2 Por Mantener Condiciones de Estabilidad**

El ensayo debiera realizarse en condiciones en lo posible de carga constante, velocidad de rotación constante, con los dispositivos de regulación de turbina (Agujas de inyector o álabes directrices) en posiciones fijas.

En aquellas centrales donde el nivel de embalse afecta a la potencia efectiva el ensayo deberá realizarse en condiciones de altura máxima de embalse ó rebalse constante.

Los máximos niveles admisibles de las fluctuaciones de los diferentes parámetros que definen la condición de estabilidad que se requiere para los ensayos, se controlan en cada unidad de la central y son los siguientes:

- a) Las fluctuaciones en la potencia no deben exceder el 1.5% de su valor promedio.
- b) Las fluctuaciones de la altura bruta de la central, no deben exceder del 1.0% de su valor promedio durante el ensayo.
- c) Las fluctuaciones de la velocidad de rotación no debe exceder en 0.5% al valor promedio.
- d) Las fluctuaciones de la temperatura en cojinetes del generador y devanados del estator no deben exceder los valores nominales recomendados por los fabricantes.

Las mediciones que no cumplan con estas condiciones serán descartadas.

Si como resultado del ensayo se obtiene como mínimo 7 de las 12 mediciones que cumplen con las condiciones de estabilidad, se valida el ensayo. En caso de no lograrse las 7 mediciones se invalida el ensayo, debiendo en este caso repetirse el mismo.

### **5.4 Acta del Ensayo**

Al final del Ensayo se levantará el Acta del Ensayo, que será suscrita por los representantes del Agente y del CNDC.

El Acta de Ensayo debe contener la siguiente información:

- a) Nombre de la Empresa Generadora
- b) Nombre de la Central de Generación
- c) Nombre o Número de la Unidad ensayada
- d) Nombre del Jefe de Medición, de los integrantes del equipo de ensayo, del representante del CNDC y del representante del Agente Generador
- e) Fecha y hora de apertura del Acta
- f) Datos técnicos de la turbina
  - Fabricante
  - Modelo
  - Número de serie de la unidad

- Potencia Nominal
- Velocidad de rotación nominal
- g) Datos técnicos del Generador eléctrico
  - Fabricante
  - Modelo
  - Número de serie de la unidad
  - Potencia Nominal
  - Velocidad de rotación nominal
  - Factor de potencia
- h) Hora de inicio del ensayo
- i) Hora de finalización del ensayo
- j) Todos los datos medidos de acuerdo al numeral 4.3.4
- k) Observaciones

## 6. CÁLCULOS DE LA POTENCIA EFECTIVA DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Para calcular la potencia efectiva de la Central, en base a los resultados del ensayo, se seguirá el siguiente procedimiento:

1. De las mediciones válidas, se halla el promedio y éste valor será la potencia efectiva de la unidad hidráulica a las condiciones del factor de potencia del nodo donde se encuentra conectada y operando simultáneamente.

$$Pen_j = \frac{\sum_i^n Peb_{ji}}{n}$$

Donde:

- Pen<sub>j</sub> = Potencia efectiva de la unidad j.
- Peb<sub>ji</sub> = Potencia de la unidad j, medida en bornes correspondiente a la i-ésima medición.
- i = Valor i-ésimo
- j = Valor j-ésimo
- n = Número de mediciones válidas (de 7 a 12)

2. La Potencia Efectiva de la Central Hidroeléctrica será simplemente la sumatoria de las potencias efectivas, de cada una de las unidades que conforman la central, cuando operan simultáneamente.

Es decir:

$$PE = \sum_j^k Pen_j$$

Donde:

- PE = Potencia efectiva de la Central Hidroeléctrica
- Pen<sub>j</sub> = Potencia efectiva de la j-ésima unidad
- j = Valor j-ésimo
- K = Número total de unidades que conforman la central



## **7. OPORTUNIDAD**

Los ensayos ordinarios son los que se realizan a requerimiento del CNDC, de acuerdo a la presente Norma.

Los ensayos extraordinarios se realizarán a requerimiento del CNDC o del Agente cuando ingrese una unidad o cuando existan razones fundamentadas que implique una variación de la potencia efectiva.

En caso de obtenerse potencias efectivas superiores a la potencia nominal del grupo turbina generador, el Agente deberá presentar y demostrar a satisfacción del CNDC la razón del incremento y que estos resultados no corresponden a una condición de sobrecarga.

La oportunidad también podrá ser determinada por la Autoridad de Electricidad (AE)”

## **8. MEDICIONES DE CONSUMOS PROPIOS, PÉRDIDAS DE POTENCIA Y VENTAS DIRECTAS**

Por las características del sistema, la medición de consumos propios, ventas directas y pérdidas se realizan en forma conjunta por diferencia entre la suma de potencias efectivas registradas en bornes de los generadores (promedio de 15 minutos) y la suma de los medidores del SMEC ubicados en los puntos de inyección que realiza el Agente al MEM.

Las mediciones serán efectuadas en horas de máxima demanda diaria del SIN y con las unidades en condiciones de potencia efectiva. En casos de sistemas en cascada todas las centrales deberán operar en forma simultánea.

El periodo de medición será de una hora con registros cada 15 minutos.

En centrales hidroeléctricas, que por sus características, se puedan realizar estas mediciones durante las pruebas de Potencia Efectiva, se tomarán dichas medidas durante el ensayo en cualquiera de las tres horas, de común acuerdo entre el Jefe de Medición y el representante del CNDC.

La hora para la medición de los consumos propios y ventas directas será determinado por el CNDC. En caso de que no se disponga de medidores, en la central, de energía y potencia, apropiados, el Agente deberá instalarlos al menos 72 horas antes y las características deberán ser incluidas en el Plan de Desarrollo del Ensayo.

Las pérdidas de transformación y de transmisión serán calculadas en base a la información de medición en bornes de generador, ventas directas, consumos propios, el sistema de medición comercial u otros que hubiesen sido instalados para ese efecto.

En forma complementaria, los agentes podrán acordar con el CNDC la instalación de otros medidores y puntos de medición adicionales para mejorar los resultados de las mediciones. La hora de los medidores será sincronizada con la hora del sistema.

La Paz, 24 de julio de 2009

## **9. INFORME DEL ENSAYO**

Concluido el ensayo, el Jefe de Medición debe determinar, mediante los cálculos respectivos y siguiendo los procedimientos establecidos, la potencia efectiva de las unidades ensayadas. Debe además estimar e indicar en su informe el margen de error de sus resultados, partiendo de la clase de los instrumentos empleados.

Este informe final será suscrito por el Jefe de Medición y el representante del Agente Generador y será presentado al representante del CNDC para su análisis y en caso de existir observaciones, deberán ser absueltas por el Jefe de Medición.

El Agente Generador en un plazo máximo de 7 días calendario, después de realizado el ensayo, presentará oficialmente al CNDC el informe final. El CNDC tiene un plazo máximo de 7 días calendario para presentar sus observaciones, las cuales deberán ser absueltas por el Agente en el plazo de 7 días calendario. El informe final debe estar acompañado de todos los cálculos, así como los detalles del mismo, y debe ser enviado en medio magnético, incluyendo el Plan Detallado del Ensayo. Toda la información debe ser enviada también a la AE.

## **10. COSTOS MARGINALES DURANTE LAS MEDICIONES**

Durante los periodos de medición de la Potencia Efectiva, los costos marginales del Sistema serán determinados aplicando la Norma Operativa N° 3, considerando a las unidades o centrales en proceso de medición en Régimen de Prueba.

## **11. VIGENCIA**

La Potencia Efectiva de cada central medida, entra en vigencia a partir de la fecha de aprobación del Informe del Ensayo por parte del CNDC y tendrá validez hasta que se modifique por medio de un ensayo extraordinario, una vez aprobados los informes finales por el CNDC, en las condiciones determinadas por la presente norma.

## **12. MODIFICACIONES**

Cualquier modificación a esta norma será efectuada por el CNDC y aprobada por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad en concordancia al Artículo 4 del ROME.

# ANEXO 1

## Medición de Magnitudes para el Cálculo de la Potencia Efectiva de Unidades y Centrales Hidráulicas

N° de Informe: \_\_\_\_\_

Fecha de Emisión: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



Galle Colombia # 655  
Tel: 591-4-425-9523  
Fax: 591-4-425-9513  
E-mail: cndc@cndc.bo  
Cochabamba - Bolivia

### 1. DATOS GENERALES:

AGENTE:	UNIDAD/GRUPO N°:
UBICACIÓN:	

### 2. CARACTERÍSTICAS DEL INSTRUMENTO EMPLEADO:

MARCA:	CLASE:
MODELO:	INCERTIDUMBRE:
N° FABRICA:	N° CERTIFICADO:
AÑO FABRICACIÓN:	TRAZABILIDAD:

### 3. DATOS DE REFERENCIA

NORMA DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO EMPLEADO
Norma Operativa N° 31	

### 4. MEDICIÓN OBTENIDA EN CAMPO:

Medida N° (°)	FECHA	Hora	Día	Hora	Potencia (kW)	PARÁMETROS ELÉCTRICOS	F.P	VARIABILIDAD DE LA POTENCIA (%)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
Maximo								
Mínimo								
Promedio								

(\*) Nota: Se debe contar con un mínimo de 7 mediciones válidas.

### 5. OBSERVACIONES

---



---



---

Nombre completo y firma  
Jefe de Mediciones

Nombre completo y firma  
Representante AGENTE

Nombre completo y firma  
Representante CNDC

NOTA: Esta planilla es válida para el procedimiento de Medición de la Capacidad Efectiva de Unidades de Generación. Se prohíbe la reproducción Total o Parcial de este documento sin previa autorización escrita del Comité Nacional de Despacho de Carga.



Calle Colombia # 805  
Tel: 591-4-425-9923  
Fax: 591-4-425-9611  
Caracas, Venezuela  
Cochabamba, Bolivia

**ANEXO 2**

**Medición de Magnitudes para el Control de Estabilidad durante los Ensayos a Unidades y Centrales Hidráulicas**

N° de Informe: \_\_\_\_\_  
Fecha de Emisión: \_\_\_\_\_

**1. DATOS GENERALES:**

AGENTE: \_\_\_\_\_ UNIDAD/GRUPO N°: \_\_\_\_\_  
UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

**2. CARACTERÍSTICAS DEL INSTRUMENTO EMPLEADO:**

MAGNITUD		UNIDAD		MATERIAL		MONTAJE		CONDICIONES DE USO		MANTENIMIENTO		OBSERVACIONES	
DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR
MARCA:													
MODELO:													
N° FABRICA:													
CLASE:													

**3. DATOS DE REFERENCIA**

NORMA DE REFERENCIA: \_\_\_\_\_ PROCEDIMIENTO EMPLEADO: \_\_\_\_\_  
Norma Operativa N° 31

**4. MEDICIÓN OBTENIDA EN CAMPO PARA PRUEBAS DE POTENCIA A PLENA CARGA:**

Medida	Unidad	MAGNITUD		UNIDAD		MATERIAL		MONTAJE		CONDICIONES DE USO		MANTENIMIENTO		OBSERVACIONES	
		DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
Maximo															
Minimo															
Promedio															

(\*) Nota: Se debe contar con un mínimo de 7 mediciones válidas.  
(1) Para ambos tipos de turbinas.  
(2) Solo para turbinas de reacción.

**5. OBSERVACIONES**

Nombre completo y firma Jefe de Mediciones: \_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma Representante AGENTE: \_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma Representante CNDC: \_\_\_\_\_

NOTA: Esta planilla es válida para el procedimiento de Medición de la Capacidad Eléctrica de Unidades de Generación. Se prohíbe la reproducción Total o Parcial de este documento sin previa autorización escrita del Comité Nacional de Despacho de Carga.