

ANEXO TÉCNICO:

Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras

TÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

Artículo 1 Objetivo

El objetivo del presente Anexo Técnico es establecer las metodologías y procesos para efectuar las pruebas que permiten verificar la Potencia Máxima de una unidad generadora.

Artículo 2 Alcance

Las unidades generadoras comprendidas en el presente Anexo Técnico, son aquellas que se encuentren en operación, de acuerdo a la NT, y aquellas unidades generadoras que se incorporen al parque generador del SI.

Artículo 3 Definiciones

Sin perjuicio de que se aplican las definiciones y abreviaturas establecidas en el TÍTULO 1-2 de la presente Norma, para efectos de este Anexo se precisan además las siguientes definiciones:

1. **Horas Equivalentes de Operación (HEO):** Corresponden al valor que resulta de incrementar las horas efectivas de operación de una turbina de gas, a través de factores que permiten reconocer el deterioro que se produce en la turbina, por efectos de las partidas y salidas intempestivas.
2. **Potencia Máxima:** Máximo valor de potencia activa bruta que puede sostener una unidad generadora, en un período mínimo de 5 horas continuas, en los bornes de salida del generador para cada una de las modalidades de operación informadas al Coordinador.
3. **Unidad Generadora:** Equipo generador eléctrico que posee equipos de accionamiento propios, sin elementos en común con otros equipos generadores.

TÍTULO II. PRUEBAS DE POTENCIA MÁXIMA

Artículo 4 Programación y condiciones de Realización de la Prueba de Potencia Máxima

El Coordinador elaborará anualmente, durante el mes de diciembre, el programa de pruebas de Potencia Máxima que se realizará durante el siguiente año, describiendo las razones que justifican la realización de dichas pruebas.

El programa incluirá las unidades generadoras, que al 1 de diciembre, se encuentren en cualquiera de las siguientes situaciones:

- a) Unidades generadoras que hayan cumplido 35.000 horas de operación u horas equivalentes de operación (HEO), según corresponda, desde la última realización de la prueba de Potencia Máxima conforme al presente Anexo.
- b) Unidades generadoras que hayan cumplido 5 años desde la última realización de la prueba de Potencia Máxima.
- c) A solicitud de la empresa generadora que desee realizar una prueba de Potencia Máxima para alguna de sus unidades generadoras.
- d) Unidades generadoras para las cuales el Coordinador identifique la necesidad técnica de revisar el valor de su Potencia Máxima.
- e) Unidades generadoras en las que se haya registrado alguna de las siguientes variaciones:
 - I. Una diferencia mayor al 5% de la Potencia Máxima vigente, en el caso de unidades generadoras cuyos excedentes de potencia suministrables al SI sean superiores 9 [MW].
 - II. Una diferencia mayor al 10% de la Potencia Máxima vigente, en el caso de unidades generadoras cuyos excedentes de potencia suministrables al SI sean menores o iguales a 9 [MW].
- f) Unidades generadoras que realicen un mantenimiento preventivo mayor o reparación, que involucra detención de la unidad para destape del turbogenerador y reemplazo de partes críticas.

El Coordinador deberá realizar la programación de las pruebas de Potencia Máxima considerando que la unidad generadora tenga la capacidad de suministrar su Potencia Máxima al SI, dadas las restricciones de transmisión y manteniendo los niveles de calidad y seguridad del suministro.

El programa anual de pruebas de Potencia Máxima del siguiente año deberá ser enviado por el Coordinador a las empresas generadoras antes del día 15 de diciembre.

Las empresas generadoras podrán realizar observaciones al programa anual de pruebas, las que deberán ser enviadas al Coordinador, en un plazo de 5 días hábiles.

El Coordinador evaluará las observaciones recibidas, y emitirá una nueva versión definitiva del programa a más tardar el último día de diciembre.

Artículo 5 Horas Equivalentes de Operación (*HEO*) de Turbinas de Gas

Para efectos de calcular las *HEO*, las empresas generadoras podrán utilizar la metodología recomendada por el fabricante, debiendo entregar los antecedentes que certifiquen dicha recomendación. En el caso de no contar con una recomendación del fabricante, las *HEO* deberán ser calculadas según lo siguiente:

$$HEO = \sum H_{or} + \sum N_a \times K_a + \sum N_d \times K_d$$

Donde,

H_{or} : Horas de operación real.

N_a : N° de arranques.

K_a : Factor de ponderación de arranque.

N_d : N° de salidas intempestivas.

K_d : Factor de ponderación de salidas intempestivas.

El valor del parámetro N_a , se deberá estimar en función de las partidas previstas para la unidad generadora considerando el tipo de combustible utilizado. Para estos efectos, se deberá considerar información histórica de la unidad y estimaciones de operación futura según los antecedentes disponibles emitidos por el Coordinador.

El valor del parámetro N_d , se deberá estimar considerando información histórica de la unidad, de al menos cinco años anteriores a la fecha de cálculo y según el tipo de combustible utilizado. Para el caso de unidades que no cuentan con ese período en operación, estos valores deberán ser estimados comparándolos con rangos de unidades de similar tecnología.

El valor de los factores K_a y K_d deberá ser establecido dentro del rango de valores recomendados por fabricantes para unidades de similar tecnología.

Artículo 6 Unidades Generadoras que se Incorporen al SI

Las empresas generadoras, previo al inicio de entrada en operación de la respectiva unidad generadora, deberán realizar las pruebas para la determinación de la Potencia Máxima de conformidad con el presente Anexo. Previamente a la realización de la prueba de Potencia Máxima, la empresa generadora deberá presentar un informe que indique que se han realizado todos los procedimientos de prueba sin carga y que las unidades generadoras están en condiciones de operar con carga.

Artículo 7 Solicitud de prueba de Potencia Máxima de una Empresa Generadora

La empresa generadora que desee solicitar la realización de una prueba de Potencia Máxima para alguna de sus unidades generadoras fuera de la programación que establezca el

Coordinador, deberá enviar al Coordinador una solicitud de prueba de Potencia Máxima con una anticipación de al menos 90 días corridos a la fecha prevista para la realización de la prueba, indicando los motivos que justifican el cambio en la programación.

Para el caso de unidades generadoras que se incorporen al parque generador del SI, la solicitud respectiva debe ser enviada al Coordinador con una anticipación de al menos 60 días corridos a la fecha prevista para la realización de la prueba.

La solicitud deberá incluir los datos del Coordinador que la empresa generadora designe para tales efectos.

El Coordinador tendrá un plazo de 10 días hábiles para analizar la solicitud y, de estimarlo necesario solicitar antecedentes adicionales. Si la solicitud es aprobada, el Coordinador programará la prueba de Potencia Máxima en la fecha más cercana posible a la fecha propuesta por la empresa generadora, de acuerdo a la programación vigente y de manera de minimizar el efecto de la prueba en la operación normal del SI. En caso que la solicitud no sea aprobada, el Coordinador informará a la empresa generadora los motivos que justifiquen el rechazo.

Artículo 8 Solicitud de Prueba de Potencia Máxima del Coordinador

En caso que el Coordinador identifique la necesidad de revisar el valor de la Potencia Máxima de unidades generadoras, fuera de la programación establecida, deberá informar a la empresa generadora la realización de una prueba de Potencia Máxima, con una anticipación de al menos 90 días corridos a la fecha prevista para la realización de la prueba, indicando los motivos para realizar dicha prueba.

Las empresas generadoras podrán realizar observaciones a la solicitud de pruebas, las que deberán ser enviadas al Coordinador, en un plazo de 5 días hábiles.

Si la solicitud es confirmada, el Coordinador programará la prueba en la fecha más cercana posible a la fecha propuesta.

Artículo 9 Consideraciones en la determinación del valor de Potencia Máxima

El valor de la Potencia Máxima de las unidades generadoras señalado en el presente Anexo, deberá ser representativo de las características técnicas propias de dichas unidades. Aquellas restricciones operativas tales como restricciones del sistema de transmisión, medioambientales, convenios de riego, entre otras, no deberán ser consideradas en la determinación de este valor.

Artículo 10 Experto Técnico para la Prueba de Potencia Máxima

La prueba de Potencia Máxima será realizada por un experto técnico, que será elegido de común acuerdo entre la empresa generadora y el Coordinador.

La empresa generadora deberá proponer al Coordinador, el experto técnico que realizará las pruebas de Potencia Máxima. La propuesta deberá ser acompañada con los datos del mismo, antecedentes de trabajos similares y experiencias que avalen la capacidad técnica para la realización de las pruebas.

El experto técnico deberá contar con amplia experiencia comprobable en el área de centrales de energía eléctrica, de la tecnología de la central a verificar. Dicho experto podrá ser una persona natural o bien una empresa dedicada a la certificación de centrales eléctricas, que cuente con personal calificado.

El experto técnico no podrá presentar conflicto de interés -como vínculos societarios- con el propietario de la unidad generadora, para lo cual deberán presentar una declaración jurada a la SEC dando cuenta al respecto.

No obstante lo anterior, el experto técnico deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Experiencia en el área de generación mayor a 10 años.
- b) Participación, a nivel de dirección, en ensayos de aceptación de unidades de generación.
- c) Experiencia, para el caso de centrales térmicas, en evaluación del estado operativo y eficiencia de calderas, calderas de recuperación (HRSG), turbinas de gas, turbinas de vapor, ciclos combinados y motores de combustión interna.
- d) Experiencia en la evaluación técnica del desempeño de cada equipo principal y los correspondientes sistemas auxiliares que forman parte de una unidad generadora.
- e) Experiencia en el desarrollo e implementación de técnicas de control operativo de procesos de transformación y transferencia de energía, destinadas a evaluar el comportamiento de equipos de generación y sus componentes principales.
- f) Experiencia en planificación, conducción y supervisión de ensayos de recepción de centrales térmicas o hidráulicas de generación de energía eléctrica.

El Coordinador deberá seleccionar y contratar al experto técnico propuesto por la empresa generadora, considerando las competencias técnicas que posea para la realización de las pruebas de Potencia Máxima y eventuales conflictos de interés que podría presentar el candidato.

En los casos que el Coordinador no apruebe el experto técnico propuesto por la empresa generadora, ésta última deberá proponer un nuevo candidato.

Artículo 11 Participantes de la Prueba

Durante la ejecución de la prueba de Potencia Máxima, además del experto técnico podrán participar un representante de la empresa generadora y un representante del Coordinador.

En caso que un Coordinado desee participar en calidad de observador de la prueba, deberá solicitarlo al Coordinador con al menos 5 días hábiles de anticipación a la fecha prevista para la realización de la prueba. Los costos de dicha participación serán de cargo del solicitante.

Artículo 12 Responsabilidades de los Participantes de la Prueba

La empresa generadora será responsable de coordinar el personal a su mando en la operación de la central generadora, y de corroborar que exista personal calificado en la central de forma de poder efectuar íntegramente la prueba.

El experto técnico será responsable de desarrollar el protocolo de pruebas de acuerdo a lo indicado en el Artículo 25 del presente Anexo y de revisar y supervisar la ejecución de todas las actividades descritas en dicho protocolo.

El Coordinador será responsable de coordinar la prueba de Potencia Máxima de acuerdo a la programación de la operación y las condiciones del sistema, considerando para esto el protocolo de pruebas.

Artículo 13 Entrega de Información

La empresa generadora deberá proporcionar toda la información técnica que el Coordinador y el experto técnico soliciten, y que tenga relación con la prueba de Potencia Máxima, durante las instancias previas de desarrollo y hasta la entrega del resultado de la misma.

Artículo 14 Costos de la Prueba

Los costos que resulten de la realización de las pruebas de Potencia Máxima, serán de cargo del propietario o titular de la unidad generadora correspondiente, incluyendo el costo de los honorarios del experto técnico.

TÍTULO III. REALIZACIÓN DE LA PRUEBA Y VERIFICACIÓN DE SUS RESULTADOS

Artículo 15 Restricciones de la Prueba de Potencia Máxima

En caso de presentarse restricciones tales como bajo nivel del embalse o estanque de regulación, restricciones o congestiones en el sistema de transmisión, compromisos de riego, caudales afluentes deprimidos, interrupción en el suministro del insumo principal o alternativo, u otras restricciones equivalentes, impedirán la ejecución de la prueba de Potencia Máxima.

Artículo 16 Período de Medición de la Prueba de Potencia Máxima

El valor de Potencia Máxima de las unidades generadoras deberá obtenerse en función de mediciones que se realicen por un período mínimo de duración de la prueba, el cual será establecido en virtud del tipo de unidad generadora y de las características propias de cada tecnología.

En el protocolo de pruebas el experto técnico definirá los períodos de tiempo requeridos de las pruebas en función del tipo de unidad y las características de cada tecnología.

No obstante lo anterior, el valor de Potencia Máxima deberá medirse para un período mínimo de operación de 5 horas continuas, durante el cual las unidades generadoras deberán mantener en forma estable, continua y sin interrupción la potencia activa bruta en sus bornes de salida.

Las unidades generadoras cuya fuente es renovable no convencional y que por condiciones de diseño no dispongan de la capacidad de entregar potencia bajo las condiciones exigidas por la prueba de Potencia Máxima, se regirán por lo establecido en el TÍTULO VIII del presente Anexo.

Artículo 17 Suspensión de la Prueba de Potencia Máxima

En caso que se produzca una falla de la unidad generadora a verificar, o de existir perturbaciones que lleven al SI al Estado de Emergencia, el Coordinador podrá suspender la prueba.

El Coordinador podrá suspender la prueba en la operación en tiempo real en caso que lo considere necesario dadas las condiciones del sistema.

Una vez superada la condición antes indicada, el Coordinador podrá autorizar la realización de la prueba si las condiciones del sistema lo permitan. En caso contrario, el Coordinador programará la realización de la prueba para una nueva fecha.

Artículo 18 Interrupción de la Prueba de Potencia Máxima

Cuando se deba interrumpir la prueba de Potencia Máxima de una unidad generadora por causas atribuibles a su operación o a la operación del SI, antes de completar el periodo de medición de la prueba, y la misma no pueda reiniciarse, y no se haya completado el 80% del tiempo de duración establecido de la prueba, esta no tendrá validez y deberá programarse nuevamente por el Coordinador.

Si se ha completado al menos el 80% del tiempo de duración de la prueba, a criterio del experto técnico y con aprobación del Coordinador, se podrá considerar la prueba como completada.

En cualquier caso, el tiempo real de duración de la prueba no podrá ser menor a las 5 horas continuas a las que hace referencia el Artículo 16 del presente Anexo.

Artículo 19 Resultado de la Prueba de Potencia Máxima

La Potencia Máxima que será considerada como resultado de esta prueba, será aquel valor máximo de potencia activa bruta que sea sostenible durante al menos 5 horas, dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el protocolo de prueba.

El resultado de la prueba de Potencia Máxima será válido hasta que se desarrolle una nueva prueba de Potencia Máxima, de acuerdo a lo establecido en el presente Anexo, o se verifique dicha potencia de acuerdo a lo establecido en el literal a) del Artículo 4-2 de la Norma Técnica de Transferencias de Potencia entre empresas generadoras, sus modificaciones o la normativa que la reemplace o complemente.

Artículo 20 Consideraciones de los Servicios Auxiliares

Para determinar la potencia neta de salida, se deberá descontar el consumo de energía por servicios auxiliares de la unidad generadora a la potencia bruta medida en bornes, sólo en los casos en que éstos sean suministrados desde una fuente ubicada aguas arriba del medidor de potencia neta.

Se entenderá como servicios auxiliares, todo aquel consumo de energía y potencia asociado al funcionamiento propio de la unidad generadora, sin el cual el funcionamiento óptimo de la unidad no se hace posible.

No se considerarán como servicios auxiliares, los siguientes:

- a) Plantas auxiliares de agua, tales como: agua desalada, desmineralizada, potable, servidas.
- b) Sistema de manejo y transporte de carbón, desde muelle hasta silos.
- c) Edificios administrativos.

Los servicios auxiliares que son compartidos por 2 o más unidades generadoras deberán ser considerados a prorrata de la energía generada por las unidades durante el período de medición.

Artículo 21 Acta de la Prueba

Al finalizar la prueba de Potencia Máxima, el experto técnico levantará un acta en la cual se consignarán los resultados obtenidos y todos los aspectos relevantes que considere necesarios a efectos de cumplir con lo establecido en el presente Anexo. Esta acta será firmada por cada uno de los participantes, dejando constancia de sus observaciones si las hubiese.

Artículo 22 Entrega de Resultados de la Prueba de Potencia Máxima

En el plazo de 15 días hábiles después de realizada la prueba de Potencia Máxima, el experto técnico enviará al Coordinador el acta de la prueba y un informe técnico que contendrá la memoria de cálculo, análisis, registros de las mediciones consignadas en el acta de la prueba y las conclusiones obtenidas. El informe será publicado en el sitio web del Coordinador.

El informe técnico deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- a) Responsable o responsables del ensayo, cuya firma y aclaración deberá constar al final del mismo y en las hojas de cálculo.
- b) Objeto del ensayo.
- c) Descripción técnica de los equipos principales.
- d) Descripción del ensayo.
- e) Normas aplicadas.
- f) Memoria técnica del procedimiento: condiciones del ensayo, metodología, instrumental empleado.
- g) Hojas de cálculo completas del ensayo.
- h) Anexos: Curvas de corrección, certificados de contraste de instrumentos, protocolos de análisis de combustible, protocolos de mediciones, esquemas de mediciones principales, protocolo de parámetros ambientales, esquemas de balances térmicos y toda información adicional que se considere de utilidad para una mejor interpretación del informe.

Además deberán consignarse por separado, para cada uno de los combustibles considerados, los valores resultantes siguientes:

- a) Potencia máxima bruta medida
- b) Potencia máxima neta medida
- c) Potencia máxima bruta corregida
- d) Potencia máxima neta corregida

TÍTULO IV. OBSERVACIONES A LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA

Artículo 23 Observaciones al Acta de la Prueba y el Informe Técnico

El Coordinador o cualquier Coordinado podrá hacer observaciones fundadas al acta de prueba e informe técnico emitido por el experto técnico dentro de un plazo de 10 días contados desde la fecha de publicación del informe técnico.

A partir del término del plazo para realizar observaciones, el experto técnico tendrá un plazo de 10 días para entregar al Coordinador las respuestas fundadas a las observaciones recibidas, las cuales serán publicadas en el sitio web del Coordinador.

Artículo 24 Establecimiento del Valor de Potencia Máxima

En caso que no existan observaciones del Coordinador y los Coordinados, y una vez finalizado el plazo de observaciones, el Coordinador tendrá un plazo máximo de 10 días hábiles para informar el valor de Potencia Máxima de la unidad generadora, para cada una de las modalidades de operación informadas al Coordinador.

En caso que existan observaciones de los Coordinados o del Coordinador, en el plazo de 10 días hábiles a contar de la fecha en que el experto técnico emita las respuestas a las observaciones del acta de prueba y al informe técnico, el Coordinador informará el valor de Potencia Máxima de la unidad generadora. En caso de existir observaciones adicionales por parte del Coordinador, ésta podrá efectuar consultas u observaciones adicionales a la información entregada por el experto técnico, las que deberán ser respondidas por éste en un plazo de 3 días hábiles.

Las respuestas a las observaciones adicionales serán analizadas por el Coordinador en un plazo de 3 días hábiles a contar de la entrega de las respuestas por parte del experto técnico, luego de lo cual el Coordinador informará el valor de Potencia Máxima de la unidad generadora.

Los valores de Potencia Máxima que se obtengan como resultado de las pruebas realizadas, entrarán en vigencia a partir del día hábil siguiente de la fecha de la comunicación que aprueba dichos valores, y será utilizado para todos los procesos del Coordinador que correspondan.

TÍTULO V. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA PRUEBA DE POTENCIA MÁXIMA

Artículo 25 Protocolo de Pruebas

El experto técnico deberá proponer un protocolo de pruebas con una antelación no menor a 60 días corridos antes de la fecha de realización programada de la prueba, el que será sometido a observaciones de la empresa generadora que realizará la prueba y del Coordinador. Para el caso de unidades generadoras que se incorporen al parque generador del SI, el experto técnico deberá proponer el protocolo de pruebas con una antelación no menor a 45 días corridos antes de la fecha de realización programada para la prueba. Las bases en que deberá fundamentar su propuesta deben considerar al menos los antecedentes que se describen en los artículos siguientes.

Al preparar el protocolo de pruebas, el experto técnico deberá considerar las particularidades de cada unidad generadora.

La empresa generadora deberá hacer llegar al Coordinador sus observaciones al protocolo propuesto, a más tardar 30 días corridos antes de la fecha de realización de la prueba.

El Coordinador revisará el protocolo propuesto por el experto técnico y las observaciones de la empresa generadora, a partir de lo cual, y en un plazo de 15 días corridos, enviará sus observaciones al experto técnico para que las incorpore en el protocolo de pruebas.

El experto técnico, en un plazo máximo de 3 días hábiles, enviará al Coordinador el protocolo incluyendo las observaciones realizadas. El Coordinador debe presentar su conformidad al protocolo a más tardar 5 días antes de la realización de la prueba de Potencia Máxima.

Artículo 26 Consideraciones Generales del Protocolo

Para elaborar el protocolo de pruebas el experto técnico deberá considerar, al menos, los siguientes antecedentes:

- a) Las instrucciones de operación de los fabricantes y las pruebas de recepción de las unidades generadoras que se someten a pruebas;
- b) Períodos de tiempo requeridos para la estabilización y la medición;
- c) Pliego técnico de las unidades, que incluye las especificaciones técnicas y procedimientos de operación, otras pruebas de desempeño y curvas de comportamiento que se hayan realizado durante el tiempo de operación de la central;
- d) Esquemas de funcionamiento de las instalaciones y de sus servicios auxiliares;
- e) Esquemas de disposición de planta;
- f) Diagrama unilineal eléctrico de la central y sus unidades;

- g) Las normas internacionales (ISO, ANSI, IEC o ASME) para establecer el protocolo de pruebas, según lo establezca el Coordinador en el programa anual de pruebas, el cual especificará la norma a utilizar dependiendo de la tecnología de la unidad generadora;
- h) La clase de los instrumentos de medición a utilizar en las pruebas y la metodología de verificación de la precisión de dichos instrumentos como parte del protocolo;
- i) Registro de las condiciones operacionales requeridas para dar el inicio a la prueba, entre otras:
 - i. Temperatura, presión y variables de interés, de acuerdo a la tecnología de la unidad generadora.
 - ii. Factor de potencia.
 - iii. Ajustes realizados para lograr condiciones iniciales para la realización de la prueba.
- j) En el caso de unidades que utilizan combustibles, revisar el certificado de las características del combustible a utilizar en la prueba;
- k) En caso que de unidades térmicas que utilicen más de un combustible se debe realizar la prueba de potencia máxima para cada uno de ellos;
- l) Condiciones para el reinicio de la prueba o la validez de los antecedentes registrados en caso de eventuales interrupciones durante la realización de la misma, a requerimiento del Coordinador.

Artículo 27 Normas y Documentación de Referencia

A efectos de unificar los procedimientos de certificación de la Potencia Máxima, los ensayos deberán referirse, en el aspecto que corresponda, a las siguientes normas, recomendaciones y documentos:

- Norma ASME PTC 46 “Performance Test Code on Overall Plant Performance”
- Norma ASME PTC 4 “Fired Steam Generators”
- Norma ASME PTC 6 “Performance Test Code 6 on Steam Turbines”
- Norma ASME PTC 22 “Performance Test Code on Gas Turbines
- Norma ASME PTC 4.4 “Gas Turbine Heat Recovery Steam Generators”
- Norma ASME PTC 6.1 “Interim Test Code for an Alternative Procedure for Testing Steam Turbines”
- Norma ISO 2314 “Gas Turbines - Acceptance Test”

- Norma ASME PTC 6-R “Guidance for Evaluation of Measurement Uncertainty in Performance Test of Steam Turbines”
- Norma ASME PTC 17 “Reciprocating Internal-Combustion Engines”
- Norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”
- Norma ISO 3046 “Ensayos de Performance de Unidades de Generación Eléctrica Equipadas con Motores de Combustión Interna”
- Norma ISO 15550 “Requerimientos Generales para la Determinación de la Potencia en Motores de Combustión Interna”
- Norma Internacional CEI/IEC 60041:1991 Tercera Edición “Pruebas de campo para determinar el funcionamiento de turbinas hidráulicas, bombas de almacenamiento y turbinas-bomba”.
- Manual de Operación y Mantenimiento de las unidades.
- Informes producidos por las Empresas de Mantenimiento vinculados con la operación y el estado de las unidades.
- Pruebas y ensayos anteriores realizados sobre la unidad.

Podrán seguirse las recomendaciones de otras Normas (ISO, DIN, ANSI, IEC), siempre que sean compatibles con las mencionadas en este Anexo.

Artículo 28 Inicio del Período de Medición de la Prueba

Antes de iniciar el período de mediciones de la prueba, existirá un período de un máximo de 2 horas en el cual se podrán realizar ajustes a los parámetros operacionales, con el fin de estabilizar la unidad generadora en pruebas.

El experto técnico establecerá dicho período en el protocolo de pruebas.

El período de medición de la prueba se iniciará una vez lograda la operación estable de las unidades generadoras sometidas a prueba, bajo las exigencias medioambientales vigentes al momento de la verificación.

En el caso de generación hidráulica, antes de iniciarse el período de mediciones de la prueba la empresa generadora deberá haber puesto en operación la central a ensayar por un período suficiente, de acuerdo al manual de instrucciones de las máquinas, para que ésta hayan alcanzado su estado estable de operación.

La hora de inicio será consignada en el acta de la prueba.

TÍTULO VI. UNIDADES TÉRMICAS: TURBINAS DE VAPOR, TURBINAS DE GAS Y MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Artículo 29 Condiciones de Operación durante la Prueba de Potencia Máxima

La prueba de medición de Potencia Máxima, deberá ser realizada en las condiciones operativas nominales de la unidad generadora, a fin de minimizar las correcciones.

Para la validez de la prueba de Potencia Máxima, mientras dura el período de medición, será necesario que:

- a) Los instrumentos de medición de los distintos parámetros relevantes para la prueba se encuentren calibrados.
- b) Todos los dispositivos de control y protecciones, incluyendo alarmas, estén habilitados y operativos.
- c) Las unidades generadoras en prueba no participarán en el control de frecuencia. En el caso de centrales térmicas, estas deberán operar en modo control de carga.
- d) En aquellas turbinas de gas que posean diferentes sistemas de enfriamiento de aire de aspiración: "Inlet Chilling", "Fogging o niebla de agua", "Enfriador Evaporativo", "Intercooling Evaporative o Overspray", entre otros, dicho sistema deberá estar fuera de servicio durante las pruebas.
- e) En el caso de las turbinas de vapor, o las instalaciones de vapor de un ciclo combinado, el ciclo en su conjunto, incluida la caldera, operarán con purgas continuas y drenajes normales abiertos y los sistemas de regulación y control en automático. Solo podrá eventualmente regularse manualmente la carga de la unidad a fin de mantener la potencia activa en la carga de consigna.
- f) Las pruebas de potencia máxima deberán ser realizadas a un factor de potencia de 0.95, salvo en aquellos casos en los que se haya alcanzado los niveles de voltaje permisible en la red, en los cuales se realizara la prueba en el factor de potencia alcanzado, corrigiendo los valores de potencia obtenidos, según la curva de capacidad del generador en función del factor de potencia promedio obtenido en la prueba.

Artículo 30 Estabilidad de Parámetros durante las Pruebas

La estabilidad de los parámetros durante la prueba deberán regirse por:

- a) Turbinas de vapor y Ciclos Combinados

Serán de aplicación las recomendaciones de ASME PTC 6, punto 3.8 y Tabla 3.1 para turbinas de vapor y para ciclos Combinados ASME PTC 46, Tabla 3.2.

- b) Turbinas de gas operando en ciclo abierto

Será de aplicación la Norma ASME PTC 22, punto 3.3.2 y Tabla 3.3.3

- c) Turbinas de gas operando con calderas de recuperación

Será de aplicación la Norma ASME PTC 4.4, punto 3.3.3 y Tabla 3.1

- d) Motores de combustión interna

Será de aplicación la Norma ISO 3046.

Artículo 31 Medición

La medición de potencia y factor de potencia deberá realizarse en bornes del generador, con instrumentos de Clase 0,2 o superior según norma IEC, con lecturas obtenidas directamente del medidor o por adquisición vía software dedicado, realizadas directamente en terreno.

Las mediciones de temperaturas serán realizadas con las termocuplas instaladas en el equipo, de acuerdo con ASME PTC 19.3. Los valores de temperaturas durante el test, se registrarán cada 5 minutos, pudiéndose hacer uso de un sistema de adquisición de datos

Para las turbinas de gas, la temperatura del aire de ingreso se debe medir después de los filtros.

Para las turbinas de vapor, la temperatura del agua de enfriamiento se medirá a la entrada del condensador

Las mediciones de presión serán obtenidas mediante los transductores existentes, utilizados para la operación rutinaria de la unidad. Su registro se realizará cada 5 minutos.

Para el test podrá utilizarse el sistema de adquisición de datos instalado en las unidades, registrando las magnitudes que interesen a intervalos de 1 a 5 minutos.

Independientemente de las mediciones principales, se realizarán mediciones complementarias con el instrumental de operación permanente del grupo.

Artículo 32 Funcionamiento de los Equipos Durante el Período de Medición de la Prueba

Mientras dura el período de medición de la prueba, los equipos principales de la unidad generadora tales como caldera, turbina, generador, transformador principal y sus equipos auxiliares asociados, no deben superar sus valores nominales de operación, los cuales deberán ser informados previamente al experto técnico para ser considerados en el protocolo de pruebas.

Artículo 33 Registro de Variables Durante el Período de Medición de la Prueba

Durante el período de medición de la prueba se deberán registrar, al menos, las siguientes variables para los tipos de tecnología que se indican:

- a) Turbinas de gas

- i. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad.
 - ii. Factor de potencia.
 - iii. Velocidad del rotor.
 - iv. Tensión.
 - v. Frecuencia.
 - vi. Consumos propios.
 - vii. Temperatura de gases de escape.
 - viii. Temperatura del combustible.
 - ix. Temperatura de aire de ingreso al compresor.
 - x. Presión de descarga del compresor.
 - xi. Presión de ingreso del fluido de trabajo.
- b) Turbinas a vapor
- i. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad.
 - ii. Factor de potencia.
 - iii. Velocidad del rotor.
 - iv. Tensión.
 - v. Frecuencia.
 - vi. Consumos propios o auxiliares.
 - vii. Temperatura y presión del vapor sobrecalentado.
 - viii. Presión de extracciones de vapor de turbina.
 - ix. Presión del vapor de entrada al condensador.
 - x. Temperatura del agua de enfriamiento que ingresa al condensador.
 - xi. Temperatura y presión del vapor recalentado caliente.
 - xii. Flujo de agua de refrigeración.
 - xiii. Temperatura de agua de refrigeración.
 - xiv. Presión en el condensador.

- xv. Temperatura de agua de enfriamiento a la salida del condensador.
- c) Ciclos combinados
- i. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad.
 - ii. Consumo de combustible.
 - iii. Consumos propios o auxiliares.
 - iv. Caudal de condensado.
 - v. Caudal de agua de alimentación.
 - vi. Caudal de vapor principal.
 - vii. Presión en el condensador.
 - viii. Temperatura de condensado.
 - ix. Temperatura de agua de alimentación.
 - x. Presión de vapor principal (bar).
 - xi. Temperatura de vapor principal.
 - xii. Temperatura de gases de escape a la entrada de la caldera de recuperación.
 - xiii. Temperatura de gases de escape en chimenea.
 - xiv. Posición de los álabes directores de entrada al (a los) compresor(es) de la(s) turbinas de gas.
 - xv. Temperatura del agua de refrigeración en entrada y salida.
- d) Motores de combustión interna
- i. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad.
 - ii. Factor de potencia
 - iii. Temperatura de aire de ingreso al compresor o del múltiple de admisión
 - iv. Presión barométrica
 - v. Velocidad del rotor.
 - vi. Tensión.
 - vii. Frecuencia.
 - viii. Consumos propios o auxiliares.

- ix. Temperatura de gases de escape.
- x. Temperatura del combustible.

En todos los casos se deberán registrar las condiciones ambientales que tengan relación con la operación de las unidades, entre otras, temperatura ambiente, velocidad del viento, radiación, presión atmosférica y humedad relativa.

Artículo 34 Correcciones a la Potencia Máxima

La Potencia Máxima bruta determinada en la prueba correspondiente, podrá ser corregida a fin de homologarla con los valores de referencia para los cuales fue calculada la potencia original de garantía. Para ello se hace uso de las curvas o ecuaciones de corrección provistas por el fabricante.

En caso de no disponerse de la información relativa a las curvas originales de la unidad generadora, podrán utilizarse la de otras de unidades generadoras similares, considerando para ello la misma marca, potencia y tipo de máquina.

Las correcciones antes señaladas podrán ser realizadas por los siguientes motivos:

- a) Correcciones a la potencia de una turbina de vapor
 - i. Corrección por temperatura de agua de circulación.
 - ii. Corrección por factor de potencia.
- b) Correcciones a la potencia de una turbina de gas
 - i. Corrección por temperatura de aire de aspiración.
 - ii. Corrección por factor de potencia.
 - iii. Corrección por humedad relativa.
- c) Correcciones a la potencia de un Ciclo Combinado
 - i. Se tomarán las mismas correcciones utilizadas para las turbinas de vapor y turbinas de gas, aplicadas a la unidad correspondiente.
- d) Correcciones a la potencia de un motor de combustión interna
 - i. Corrección por presión barométrica o por altura m.s.n.m.
 - ii. Corrección por temperatura de aire de aspiración.
 - iii. Corrección por factor de potencia.
 - iv. Corrección por humedad relativa.

TÍTULO VII. UNIDADES HIDRÁULICAS CON CAPACIDAD DE REGULACIÓN

Artículo 35 Condiciones de Operación Durante la Prueba de Potencia Máxima.

Para efectos del presente Anexo, se entenderá por capacidad de regulación de centrales hidráulicas, a la capacidad de almacenar agua que permita operar a plena carga, en forma continua y bajo condiciones de flujo estable, sin sobrecarga y a velocidad nominal de rotación de las turbinas, por al menos el período de 5 horas consecutivas. En el caso de centrales hidráulicas con capacidad de regulación, la prueba de Potencia Máxima se regirá por lo establecido en el Artículo 16 presente Anexo.

La prueba de medición de potencia máxima para estas unidades, deberá ser realizada en condiciones operativas nominales, manteniendo el flujo de agua estable, sin sobrepasar los límites de diseño, a velocidad nominal de rotación de la turbina y a la altura bruta de la central, a fin de minimizar las correcciones.

Para la validez de la prueba de Potencia Máxima, será necesario que, además de los requisitos a los que se refiere el Artículo 28, mientras dura el período de medición de la prueba de Potencia Máxima:

- a) Los instrumentos de medición de los distintos parámetros relevantes para la prueba deben estar calibrados.
- b) Todos los dispositivos de control y protecciones, incluyendo alarmas, deben estar habilitados y operativos.
- c) Las unidades generadoras en pruebas no participarán en el control de frecuencia.
- d) Las pruebas de Potencia Máxima deberán ser realizadas a un factor de potencia de 0,95 salvo en aquellos casos en los que se haya alcanzado los niveles de voltaje permisible en la red, en los cuales se realizara la prueba en el factor de potencia alcanzado, corrigiendo los valores de potencia obtenidos, según la curva de capacidad del generador en función del factor de potencia promedio obtenido en la prueba.

Artículo 36 Estabilidad de Parámetros Durante las Pruebas

El ensayo deberá realizarse en condiciones de altura del embalse cuasi estáticas, carga constante, velocidad de rotación constante, con los dispositivos de regulación de la turbina - agujas del inyector o álabes del distribuidor- en posiciones fijas.

Las fluctuaciones máximas permitidas durante el ensayo serán las siguientes:

- La fluctuación en la potencia (variable primaria) no deberá de exceder del $\pm 1,5\%$ respecto al valor promedio de los datos registrados.
- La fluctuación de la altura bruta de la central hidroeléctrica no deberá de exceder del $\pm 1\%$ respecto al valor promedio de los datos registrados.

- La fluctuación de la velocidad de rotación no deberá de exceder del $\pm 0,5\%$ respecto al valor promedio de los datos registrados.
- La fluctuación del caudal no deberá de exceder de $\pm 1,5\%$ respecto al valor promedio de los datos registrados.
- La fluctuación del factor de potencia no debe exceder de $\pm 2\%$ del promedio de los datos registrados.

La temperatura en los cojinetes del generador y los devanados del estator no deben exceder los valores fijados en el protocolo de prueba de recepción de la unidad generadora o central sometida a ensayo. En todo caso, deberán respetarse las recomendaciones del fabricante de acuerdo con los materiales antifricción (cojinetes) y aislamiento de los bobinados.

No estará permitido operar más allá de los límites operativos de las variables indicadas en el informe de resultados de las pruebas de recepción y puesta en operación.

Artículo 37 Medición.

Se deberá medir en simultáneo la potencia en bornes de las unidades de la central, la potencia consumida por los servicios auxiliares y la altura bruta.

La medición de potencia y factor de potencia deberá realizarse en bornes del generador, con instrumentos de Clase 0,2 o superior según norma IEC, con lecturas obtenidas directamente del medidor o por adquisición vía software dedicado, realizadas directamente en terreno.

La medición de caudal turbinado se realizará con una precisión mínima de $\pm 1\%$.

La medición de presión tendrá una precisión mínima de $\pm(2 \text{ a } 6) \times 10^{-3} * p_{max}$, donde p_{max} corresponde a la escala máxima del instrumento.

La medición de temperatura se realizará con una precisión mínima de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

La medición de nivel tendrá una precisión mínima de $\pm (2 \text{ a } 6) \times 10^{-3} * Z_{max}$; donde Z_{max} es la escala máxima del instrumento.

Para el Test podrá utilizarse el Sistema de Adquisición de Datos instalado en las unidades, registrando las magnitudes que interesen a intervalos de 1 a 5 minutos.

Independientemente de las mediciones principales, se realizarán mediciones complementarias con el instrumental de operación permanente del grupo.

Artículo 38 Registro de Variables Durante el Período de Medición de la Prueba.

Durante el período de medición de la prueba de Potencia Máxima se deberán registrar, al menos, las siguientes variables:

- i. Potencia activa y reactiva de cada unidad generadora.

- ii. Caudal turbinado.
- iii. Potencia de servicios auxiliares.
- iv. Nivel del espejo de agua del embalse o cámara de carga.
- v. Altura bruta.
- vi. Presión en toda la extensión de la línea del eje del túnel (en el caso de tener acceso al túnel de aducción).
- vii. Presión en tubería de ingreso y salida de la turbina (esto último sólo para turbinas de reacción).
- viii. Tensión.
- ix. Factor de potencia.
- x. Frecuencia.
- xi. Temperatura de devanados del estator y cojinetes.
- xii. Otros parámetros que indican operación en régimen estable (tales como: nivel de agua en los pozos de oscilación, corriente de excitación, etc.), conforme corresponda específicamente a la central.

En todos los casos se deberán registrar las condiciones ambientales que tengan relación con la operación de las unidades, entre otras, temperatura ambiente, velocidad del viento, radiación, presión atmosférica y humedad relativa.

TÍTULO VIII. CENTRALES CUYA FUENTE ES RENOVABLE NO CONVENCIONAL

Artículo 39 Potencia Máxima en unidades generadoras cuya fuente es renovable no convencional sin capacidad de regulación.

Para las unidades generadoras que no tengan capacidad de regulación, y que por lo tanto no sea aplicable lo establecido en el Artículo 16 del presente Anexo, el valor de Potencia Máxima deberá ser obtenido en función de registros de operación y mediciones de los recursos naturales que inciden en la operación de estas tecnologías.

En el caso de centrales de energía renovable que no tengan capacidad de regulación, la empresa generadora deberá entregar un informe técnico emitido por un experto técnico, cuya revisión y plazos para aprobar el valor informado, se regirá por lo establecido en el presente Anexo.

Cualquiera sea el caso, el informe, deberá especificar las metodologías, cálculos utilizados y todos antecedentes y aspectos técnicos que fueron utilizados para la obtención del valor de Potencia Máxima informado.

Las empresas generadoras podrán actualizar el valor de Potencia Máxima de las centrales sin capacidad de regulación, una vez al año, a efectos de reconocer los cambios que puedan producirse en el recurso natural conforme a registros históricos. Asimismo, deberán actualizar el valor de Potencia Máxima cada vez que el Coordinador identifique la necesidad de revisar el valor informado.

La potencia máxima considerada al comienzo de la entrada en operación, corresponderá a la informada por la propia empresa generadora, en función de mediciones estadísticas de los recursos naturales que inciden en la capacidad para generar energía eléctrica y en las características de diseño de estas centrales.

Artículo 40 Potencia Máxima en unidades generadoras cuya fuente es renovable no convencional con capacidad de regulación.

En el caso de centrales cuya fuente es renovable no convencional, que tengan capacidad de regulación, la determinación y plazos para informar y aprobar el valor de Potencia Máxima informado se regirá y deberá cumplir con todas las exigencias establecidas en el TÍTULO III del presente Anexo.

A efectos del presente Anexo, se entenderá por unidades generadoras con capacidad de regulación a cuya capacidad de almacenar energía le permite operar a plena carga, en forma continua y bajo condiciones de flujo estable, sin sobrecarga y conectada al sistema, por al menos el período de cinco horas continuas.

TÍTULO IX. TRANSITORIO

Artículo 41 Potencia Máxima

Aquellos valores de Potencia Máxima de unidades generadoras, que hayan sido validados conforme a la Resolución Exenta 342/2014 "Pruebas de Potencia Máxima de Unidades Generadoras", del CDEC-SING, serán considerados válidos a efectos del presente Anexo Técnico.

Artículo 42 Potencia Máxima de Unidades Generadoras que se Incorporen al SI

Las unidades generadoras declaradas en construcción, de acuerdo a la Resolución Exenta N°315 de fecha 5 de abril de 2016, y cuya fecha estimada de puesta en servicio sea anterior al 31 de diciembre de 2016, conforme lo indique la resolución señalada, o las unidades generadoras que se encuentren realizando pruebas de puesta en servicio al 31 de mayo de 2016, podrán entrar en operación provisoriamente, previo a la realización de las pruebas a las que se refiere el Artículo 6 del presente Anexo.

Las empresas generadoras señaladas precedentemente deberán validar el valor de potencia máxima de sus unidades en conformidad a las disposiciones del presente Anexo, en un plazo no mayor a 6 meses contados desde la fecha de entrada en operación provisoria de la respectiva unidad generadora. Transcurrido dicho plazo sin que se haya realizado la referida validación de la potencia máxima, dichas empresas deberán someterse al procedimiento que se establece en el presente Anexo, perdiendo el derecho a operar provisionalmente.