

GUÍA DE CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE LA POTENCIA MÍNIMA TÉCNICA DE CADA UNIDAD GENERADORA

CAPÍTULO I

1.1. OBJETO Y ALCANCE DE LA GUÍA

El objeto de la presente guía de cálculo y verificación (de ahora en adelante la “Guía”), es establecer el procedimiento para el desarrollo de pruebas y criterios de cálculo, para determinar la potencia mínima de las unidades de generación de centrales que se encuentren operando en el Sistema Interconectado Nacional, o de aquellas centrales que tengan prevista su participación dentro de un periodo de dieciocho (18) meses.

Lo anterior, a fin de determinar la potencia activa mínima a la que una unidad generadora puede estar inyectando energía de manera segura, estable, continua y eventualmente permanente, en observancia de los parámetros de una “Operación Normal” al tenor de lo indicado en la sección 12.2 de la Norma Técnica de Programación de la Operación.

El alcance de la presente Guía, se encuentra establecido en el Anexo 1, sección 2 de la Norma Técnica de Programación de la Operación, en la cual se establece la información técnica operativa que las centrales de generación deben proporcionar al Operador del Sistema, para efectos de la Planificación Operativa de Largo Plazo, la Programación Semanal y el Predespacho (Redespacho). De igual manera, el alcance y fundamento se circunscriben a lo indicado en la Norma Técnica de Inspección y Verificación.

1.2.ACRÓNIMOS Y SIGLAS

SI	Sistema Internacional de Unidades
PPMín	Pruebas de Potencia Mínima
PMin	Potencia Mínima expresada en MW
IAT	Informe de Auditoría Técnica
PAAT	Plan Anual de Auditorías Técnicas
SIN	Sistema Interconectado Nacional
CND - ODS	Centro Nacional de Despacho – Operador del Sistema
CREE	Comisión Reguladora de Energía Eléctrica
LGIE	Ley General de la Industria Eléctrica
RLGIE	Reglamento de la Ley General de la Industria Eléctrica
ROM	Reglamento de Operación del Sistema y Administración del Mercado Mayorista

NT-IV	Norma Técnica de Inspección y Verificación
NT-PO	Norma Técnica de Programación de la Operación
CCSDM	Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño Mínimo para el SIN
SSCC	Servicios Complementarios

1.3.DEFINICIONES

Sin perjuicio de las definiciones contenidas en la LGIE, RLGIE, ROM y sus normativas, para los efectos de la presente Guía se entiende por:

- a) **Agentes del Mercado Eléctrico Nacional:** las empresas Generadoras, Transmisoras, Distribuidoras, y aquellos que hubiesen optado por actuar como Consumidores Calificados, que cumplan los requisitos establecidos en el marco legal y regulatorio aplicable al subsector eléctrico.
- b) **Coordinado:** persona natural o jurídica debidamente habilitada y autorizado como empresa Generadora, Transmisora, Distribuidoras o Consumidor Calificado, para realizar transacciones en el SIN.
- c) **Empresas generadoras:** persona jurídica, titular de instalaciones de generación de electricidad que vende total o parcialmente su capacidad de producción, cuyo despacho y coordinación operativa es responsabilidad del CND-ODS.
- d) **Auditor Técnico:** persona jurídica nacional o internacional, con amplia experiencia comprobable en el área de estudio de la auditoría técnica a desarrollar, entre las cuales se puede encontrar centrales de generación de energía eléctrica que correspondan a la tecnología de las instalaciones a auditar, o experiencias en sistemas de transmisión o distribución, entre otras materias relativas a la auditoría técnica a desarrollar. Adicionalmente, deberá cumplir con las normas éticas básicas de auditoría, tales como independencia, idoneidad y confidencialidad.
- e) **Informe de Auditoría Técnica (IAT):** informe preparado y emitido por el Auditor Técnico. informe que deberá contener, entre otros aspectos, los análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones asociadas a la auditoría técnica, incluyendo la documentación y antecedentes de respaldo utilizados para su preparación.
- f) **VARIABLES OPERATIVAS:** parámetros de funcionamiento de las unidades motrices y los generadores eléctricos asociados, que requieren ser monitoreados para garantizar las

condiciones de estabilidad. Estas variables se indican en el Anexo nro. 01 de la presente Guía.

1.4.CAMPO DE APLICACIÓN

- a) El CND-ODS;
- b) Toda central o unidad generadora conectada a la red de transmisión sujeta al despacho y la coordinación operativa del CND-ODS, y las Empresas Generadoras propietarias de dichas centrales o unidades generadoras; así como aquellas centrales que tengan prevista su participación dentro de un periodo de dieciocho (18) meses.
- c) Las centrales o unidades generadoras conectadas a la red de distribución con una potencia instalada en su conjunto mayor a 5 MW, o cuya operación impacte en el cumplimiento de los CCSDM del SIN, y las personas jurídicas propietarias de dichas centrales o unidades generadoras.

1.5.DERECHOS Y OBLIGACIONES

Los procedimientos de la presente Guía son de cumplimiento obligatorio para el CND-ODS, el Auditor Técnico y Empresas Generadoras

1.5.1. Derechos y obligaciones del CND-ODS

- a) Proporcionar los formatos y los medios electrónicos necesarios, para el intercambio de información tanto con los Agentes del MEN, como con el Auditor Técnico, a efectos de procurar la gestión de las diligencias necesarias, para el desarrollo de la Auditoría de verificación de la Potencia Mínima Técnica de cada Unidad Generadora.
- b) Revisar la documentación presentada como sustento por las Empresas Generadores para el cálculo de la potencia mínima. Esto como soporte de la documentación que en su caso adjunte el Auditor Técnico en el IAT.
- c) Utilizar la PMin contenida en el IAT aprobado por el CND-ODS, en los distintos instrumentos de programación operativa de conformidad con el ROM y sus normativas según corresponda.
- d) En el caso que el CND-ODS producto de la revisión del IAT realice observaciones, remitirlas al Auditor Técnico para su respectiva subsanación.
- e) Calcular y publicar en el portal web del CND-ODS la PMin de unidades generadoras, de acuerdo con los valores establecidos en el IAT aprobado por el CND-ODS.

- f) Gestionar el desarrollo de los ensayos establecidos en el PAAT, igualmente, cuando los ensayos sean suspendidos al tenor de lo indicado en la sección 4.1.2. de la presente Guía, o cuando el IAT fuere rechazado por el CND-ODS de acuerdo con lo establecido en el párrafo último, sección 7 de la NT-IV.
- g) Informar a la CREE, los casos de suspensión de las PPMin e incumplimientos por parte de las Empresas Generadoras.

1.5.2. Derechos y obligaciones de las Empresas Generadoras

- a) Proporcionar al Auditor Técnico toda la información de respaldo que sea solicitada en relación con PPMin, a efectos de sustentar los valores que sirvan como parámetros indicativos para el inicio de la verificación, y como sustento de los resultados contenidos en el IAT.
- b) Realizar las pruebas para la determinación de las PPMin conforme con lo establecido en la presente Guía.
- c) Asumir los gastos derivados de la realización de las PPMin de las unidades de generación de su titularidad, incluyendo los gastos por repetición de las PPMin debido a la suspensión de estas, o en caso del rechazo al IAT respectivo.
- d) Proponer al Auditor Técnico que ejecutará las PPMin.
- e) Absolver las observaciones y requerimientos realizados por el CND-ODS.
- f) Permitir el acceso a sus instalaciones de generación tanto al personal del Auditor Técnico, como al equipo del CND-ODS.

CAPÍTULO II

2.1. EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS DE POTENCIA MÍNIMA

El Auditor Técnico al momento de efectuar las PPMin, atenderá la información general que corresponda a cada unidad objeto de verificación, así como a su tecnología de generación, de conformidad se indica a continuación:

2.1.1. Información general

- a) Especificaciones técnicas (características y condiciones generales), tanto de la central de generación en su conjunto, como de cada una de sus unidades.

- b) Memoria descriptiva, manuales de operación y parámetros críticos del funcionamiento de la unidad de generación, así como elementos principales, principios de funcionamiento, manual de operación, parámetros críticos para el funcionamiento del motor primo a potencia mínima.
- c) Listado detallado de alertas y alarmas que señalan una operación insegura de la unidad generadora. Durante las pruebas, se tomarán en cuenta únicamente las alertas y alarmas respaldadas por el manual del fabricante.
- d) Situación operativa de la Unidad de Generación a ensayar: indicar cualquier situación anormal que podría limitar la potencia mínima de la unidad.
- e) Diagramas de procesos e instrumentación de los principales lazos de control del generador.
- f) Diagrama unifilar general, incluidos los servicios auxiliares propios de la unidad de generación sujeta a ensayo.

2.1.2. Información específica

2.1.2.1. Unidades de generación hidroeléctrica

Tablas de Variables Operativas (Anexo nro. 01) de la unidad de generación a ensayar. En el caso que, sea necesario incluir alguna(s) variable(s) adicional(es), como limitaciones o condiciones operativas impuestas por el fabricante, diseñador y constructor de la central de generación, zonas donde se comprueba cavitación, el uso del agua, medio ambiente y restricciones ambientales; el propietario de la(s) unidad(es) de generación deberá proporcionar al Auditor Técnico el respectivo sustento, a efectos de que sea adjuntado al IAT.

2.1.2.2. Unidades de generación térmicas y geotérmicas

Tablas de Variables Operativas (Anexo nro. 01) de la unidad de generación a ensayar. En el caso que, sea necesario incluir alguna(s) variable(s) adicional(es), tales como limitaciones o condiciones operativas impuestas por el fabricante, diseñador y constructor de la central de generación, el uso del agua, medio ambiente y restricciones ambientales, inestabilidades presentadas en los sistemas de alimentación de agua, aceite, combustible o cualquier fluido requerido por la unidad ante un flujo mínimo, y en la adecuación térmica de las diferentes etapas de vapor; el propietario de la(s) unidad(es) de generación deberá proporcionar al Auditor Técnico el respectivo sustento, a efectos de que sea adjuntado al IAT.

2.1.2.3. Unidades de generación térmicas de biomasa y centrales de cogeneración

- a) Tablas de Variables Operativas (Anexo nro. 01) contempladas de la(s) unidad(es) de generación a ensayar. La Empresa Generadora proporcionará al Auditor Técnico, la documentación de sustento relacionada con la recomendación del fabricante, cuando se requiere información que corresponda al proceso de generación asociado, esto a efectos de que se adjuntarla al IAT.
- b) Diagramas de procesos e instrumentación de los principales lazos de control de la(s) unidad(es) de generación, caldera, recuperador de calor, proceso de generación de la fuente de calor que la unidad que utilice como fuente de energía primaria, y el proceso que hacen que compartan el calor generado por la fuente primaria según corresponda.

2.1.2.4. Unidades generadoras eólicas y fotovoltaicas.

Para estos grupos con electrónica de potencia, la PMin será el valor de potencia a la cual el recurso primario inicia a ser aprovechable, este puede ser cero, sin embargo, también se deberá identificar el valor mínimo al que la central puede limitarse sin que sufra un efecto negativo, temperaturas anormales o falta de control de la potencia de salida, este valor es diferente al de la potencia mínima.

CAPÍTULO III

3.1.CONDICIONES DURANTE EL DESARROLLO DE LAS PRUEBAS DE POTENCIA MÍNIMA

3.1.1.Observaciones generales y específicas, condiciones operativas de las centrales de generación para la determinación de la PMin

- a) No serán considerados límites o condiciones operativas de las unidades, las impuestas por los SSCC y por el sistema de transmisión. En tal sentido, la PMin deberá determinarse en condiciones de operación normal y estable.
- b) Las Variables Operativas indicadas en el Anexo nro. 01 de la presente Guía, hacen referencia a los parámetros de funcionamiento de las unidades motrices y generadores eléctricos asociados, en este sentido, requieren ser monitoreadas para garantizar las condiciones de estabilidad.
- c) No estará permitido modificar ningún límite operativo determinado por alarmas y bloqueos de equipos antes y durante el ensayo.
- d) El Auditor Técnico, como mínimo, debe garantizar la medición y registro de las variables necesarias para determinar efectivamente la PMin de cada unida de generación durante el proceso de ensayo.

- e) Durante las PPMin, las unidades de generación no brindarán el servicio de Regulación de Frecuencia.
- f) Los valores de PMin serán establecidos de conformidad con los reflejados en los bornes de la unidad de generación.
- g) Para las centrales con dos (02) o más unidades de generación de iguales características (marca y modelo), la PMin de la central será igual a la PMin individual de una (1) unidad de Generación. En este caso, el Auditor deberá realizar la PPMin correspondiente para una (1) unidad del conjunto seleccionada aleatoriamente. Si hay diferentes Unidades de Generación en el conjunto, se tomará como PMin de la central, la PMin de la unidad que presente el menor valor.

3.1.2. Desarrollo de las Pruebas de Potencia Mínima

La PPMin está destinada a comprobar la operatividad de la unidad de generación a PMin. El proceso de ejecución de la prueba será el siguiente:

- a) Se iniciará con el proceso de generación desde el valor mínimo que pueda proporcionar cada unidad generadora, esto de conformidad con la declaración *in situ* que realicen los operarios de la central al momento de efectuar el ensayo. El Auditor Técnico procurará que, al momento de iniciar el proceso de verificación, la unidad se encuentre en una condición operativa estable.
- b) En el caso de que se active alguna alarma por cualquier tipo de Variable Operativa, o resultare evidente algún tipo de perturbación de la unidad durante el ensayo, se procederá a subir la generación de manera escalonada hasta que se compruebe la no activación de alarmas.
- c) De no activarse ninguna alarma relacionada con la operación de la unidad sujeta a ensayo, con la potencia de inicio a que se hace referencia en el literal “a” de este apartado, el Auditor podrá reducir la generación de manera escalonada hasta que se active alguna alarma. En tal supuesto, el valor de potencia mínima será igual al valor de generación del escalón inmediato anterior al que corresponde a la activación de la alarma.
- d) Se entenderá como valor mínimo de potencia de una Unidad de Generación, el valor mínimo alcanzado sin presentarse alarmas, o alertas de ningún tipo.
- e) El tiempo de funcionamiento al valor de mínima potencia indicada en el literal anterior, será como mínimo de treinta (30) minutos.

- f) Luego se procederá a dar por finalizada la ejecución de la PPMin.

Cada escalón al que se hace referencia en los literales “b” y “c” del presente apartado, no podrá ser mayor al cinco por ciento (5%) de la potencia efectiva normal de la unidad generadora, que correspondería al valor nominal indicado en la placa del generador.

Los registros de las mediciones de las Variables Operativas, se deben realizar simultáneamente y con una resolución no mayor a un minuto. En los casos que este requerimiento no fuere posible, se podrá diferir el momento de medición de las variables que no puedan ser medidas simultáneamente, siempre y cuando sea dentro del mismo período de duración del ensayo, lo que deberá constar en el Acta de Pruebas.

Podría ser motivo de cambiar a otro escalón de pruebas la detección de anomalía física en la operación de las unidades ejemplo; contaminación, vibración o temperaturas tendiendo a valores fuera de lo normal.

CAPÍTULO IV

4.1. DISPOSICIONES GENERALES

4.1.1. Diligencias previas

Diez (10) días hábiles previo a la fecha tentativa de inicio del procedimiento para el desarrollo de la PPMin, el Auditor Técnico deberá remitir al CND-ODS, una plantilla simplificada de ejecución de pruebas, en la que se indique el día y la hora en la que se ejecutará el ensayo, lo anterior a efectos de incorporar dicha información en la Planificación Semanal y la Programación Diaria.

A la plantilla de ejecución indicada en el presente apartado, deberá adjuntarse la información contenida en los numerales 2.1.1., 2.1.2. y 2.1.3. según corresponde a la naturaleza y tecnología de generación de las unidades objeto del ensayo.

Los equipos utilizados para la determinación de los mínimos técnicos deberán tener vigentes su certificado de calibración o contrastación, correspondiente a las variables analizadas durante la prueba, cuya antigüedad en su defecto no podrá ser superior a un año (01) de la indicada en el certificado.

4.1.2. Suspensión de las Pruebas de Potencia Mínima

La PPMin se suspenderá:

- a) Cuando por causa de Fuerza Mayor u otras causas ajenas al Generador, se presenten situaciones que afecten el ensayo, el Generador podrá solicitar al ODS la suspensión y reprogramación de la PPMin. Se exceptúan de esta condición, las limitantes establecidas en el literal “a”, sección 3.1.1. de esta Guía.

- b) Cuando durante el ensayo, la unidad de generación sale de servicio por tres (3) veces, por fallas atribuibles a la Unidad de Generación. Esto cuando la central cuente con una sola unidad o con varias pero de diferentes modelos, de manera tal, que no se pueda identificar la capacidad mínima de todas la unidades.
- c) Cuando el Auditor Técnico no garantice lo indicado en el párrafo último de la sección 3.1.2. de esta Guía.
- d) Cuando el Generador lo solicite, aspecto del cual se dejara constancia en el informe de pruebas.

En los casos de suspensión, el Generador deberá indicar expresamente el motivo de dicho extremo, estando obligado a reprogramar la PPMIn de conformidad con los lineamientos que fueren emitidos por el CND-ODS en atención a al NT-IV.

En cualquiera de los casos antes indicados, el Auditor Técnico deberá remitir al CND-ODS dentro de los cinco (05) días hábiles siguientes a la suspensión, un informe de los incidentes relacionados, especificando los motivos indicados por el Coordinado. Una vez recibido y analizado el informe respectivo, o habiendo tenido noticia sobre la suspensión de la prueba, el CND-ODS remitirá comunicación a la CREE exponiendo tal extremo.

4.1.3. Del contenido del Informe de Auditoría Técnica,

Además del contenido mínimo que deben tener los protocolos de acuerdo con lo indicado en las secciones 11 y 11.1 de la NT-IV, deberá contener el valor de la PMin sustentado en restricciones identificadas durante el ensayo, y efectivamente corroboradas mediante el análisis técnico correspondiente, asimismo, informar sobre el efecto de dichas restricciones en el logro de un valor de potencia mínimo basado en los registros de la prueba.

4.1.4. Del resultado de la PPMIn

La PMin de las unidades de generación, será la que resulte del valor indicado en el Informe de Auditoría Técnica aprobado por el CND-ODS. Este valor, a partir del día siguiente calendario a la aprobación del informe referido, será el utilizado al momento de elaborar el predespacho y el redespacho, así como para la coordinación de la operación en tiempo real de acuerdo con lo establecido en el ROM.

4.1.5. Entrega del IAT

Una vez culminado el plazo establecido para el desarrollo de la auditoría, el Auditor Técnico dispondrá de diez (10) días hábiles para remitir al CND-ODS el IAT, esto a efectos de proceder de conformidad con lo establecido en el párrafo último de la sección 7 de la NT-IV.

ANEXO Nro. 1
Variables Operativas**1. Unidades de generación hidroeléctrica**

- a) Potencia activa bruta de la Unidad de Generación
- b) Temperatura de cojinete de empuje (axial)
- c) Temperatura de cojinetes radiales
- d) Temperatura de devanados del estator
- e) Límite sub-excitación generador
- f) Nivel de vibraciones
- g) Caudal turbinado
- h) Apertura válvula/distribuidor admisión a turbina
- i) Potencia de servicios auxiliares
- j) Altura bruta de la presa
- k) Presión en tubería de ingreso y salida de
- l) la turbina (esto último sólo para turbinas de reacción)
- m) Otros

2. Unidades de generación térmica, biomasa, gas, vapor y geotérmica¹

- a) Potencia activa bruta TV
- b) Temperatura de cojinetes
- c) Potencia activa bruta MR
- d) Presión de vapor HP
- e) Temperatura vapor vivo antes la válvula vapor etapa AP
- f) Temperatura vapor antes las válvulas vapor etapa MP
- g) Temperatura de vapor antes de la entrada de BP
- h) Temperatura de vapor de escape etapa BP
- i) Humedad de vapor a la descarga de la TV
- j) Presión del condensador
- k) Temperatura condensado
- l) Potencia activa bruta TG
- m) Temperatura aire admisión TG
- n) Temperatura escape TG
- o) Posición IGV (Inlet Guide Vanes) TG
- p) Caudal de agua/vapor TG
- q) Estabilidad de llama de quemadores
- r) Nivel de vibraciones
- s) Temperatura agua de refrigeración MR
- t) Temperatura escape MR
- u) Temperatura intercooler MR
- v) Temperatura aceite lubricante MR
- w) Presión sobrealimentador MR
- x) Velocidad sobrealimentador MR
- y) Temperatura devanados estator generador TV
- z) Temperatura devanados estator generador TG
- aa) Tensión de excitación generador TV
- bb) Tensión de excitación generador TG
- cc) Presión de combustible TG
- dd) Caudal de combustible TG
- ee) Caudal de gases de escape TG
- ff) Temperatura devanados estator generador MR
- gg) Presión de combustible MR
- hh) Caudal de combustible MR
- ii) Potencia activa bruta servicios auxiliares BOP
- jj) Temperatura fuente fría refrigeración condensador TV
- kk) Temperatura agua descarga refrigeración condensador TV
- ll) Temperatura de gases antes sobrecalentador de AP HRSG
- mm) Nivel de domo (drum) AP HRSG
- nn) Nivel de domo (drum) PI HRSG
- oo) Nivel de domo (drum) BP HRSG
- pp) Caudal de combustible
- qq) Caudal de vapor AP a turbina
- rr) Caudal de vapor recalentado a turbina
- ss) Caudal de agua de atemperación vapor sobrecalentado
- tt) Temperatura de vapor sobrecalentado
- uu) Nivel de domo
- vv) Caudal de aire de combustión
- ww) Otros

¹ Las variables indicadas serán medidas en atención tanto a las características técnicas-mecánicas de las unidades de generación, como a la tecnología de generación que se utilice.

En este sentido, es comprensible que no todas las variables enunciadas sean de aplicación, sin embargo, el auditor técnico correspondiente en el protocolo de pruebas podrá incorporar variables no descritas en el presente anexo.

