CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN
CNO

ACUERDO Nº 244
Octubre 2 de 2002

Por el cual se sustituye el Acuerdo N° 076 del CNO, del 7 de julio 2000.

El Consejo Nacional de Operación en uso de sus facultades legales, en especial las conferidas en el Artículo 36 de la Ley 143 de 1994, la Resolución 8-0103 del 2 de febrero de 1995 del Ministerio de Minas y Energía, el Anexo general de la Resolución CREG 025 de 1995 y su Reglamento interno y según lo decidido en la reunión C.N.O No. 178 del 26 de septiembre de 2002.

ACUERDA:

PRIMERO: Aprobar el Anexo 1 al presente acuerdo, denominado "PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CONSUMO TÈRMICO ESPECÌFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA MEDIA MULTIANUAL DE PLANTAS TÈRMICAS DE SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL -SIN", que se incorpora al presente acuerdo y hace parte integral del mismo.

SEGUNDO: Las Plantas y Unidades Térmicas deberán efectuar pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta Media Multianual para efectos de cálculo del Cargo por Capacidad.

TERCERO: Los aspectos técnicos para realizar la prueba de Consumo Térmico Específico Neto corregido según se describe en el procedimiento y Capacidad Efectiva Neta Media Multianual, son los definidos en el Anexo 1 al presente Acuerdo. Los formatos a utilizar aparecen en el Anexo No.2.

El procedimiento descrito en este Acuerdo, será válido tanto para reportar la información solicitada en la Resolución CREG 081 de 2000 y/o las que complementen o sustituyan, como para auditar dicha información.

CUARTO: La prueba de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta Media Multianual debe realizarse en forma obligatoria dentro de un plazo máximo de tres (3) años, contados a partir de la fecha en la que se realizó la última prueba de estos parámetros ante un Auditor aprobado por el CNO. Si el Agente lo considera conveniente, podrá repetir la prueba y se considerará como válida solamente la última realizada ante un Auditor autorizado por el CNO.

Si por alguna razón, un generador no puede realizar las pruebas dentro de estos tres (3) años, tendrá que justificar las causas ante el CNO. Si el CNO considera injustificable la no realización de la prueba, lo informará a la CREG. De considerarlo justificable, para efectos de cálculo del Cargo por Capacidad, se utilizarán los últimos valores oficiales de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta Media Multianual declarados.

QUINTO: La prueba debe ser realizada por una firma auditora, ajena a los intereses particulares de las empresas involucradas en la prueba. El Consejo Nacional de Operación -CNO-, será la entidad encargada de preseleccionar de una lista de firmas auditoras o consultoras, las empresas autorizadas para realizar la prueba. Esta selección se llevará a cabo con base en el Documento de Selección aprobado por este mismo Organismo.

La firma auditora seleccionada por el generador térmico verificará que se cumpla con los requerimientos que estipula el procedimiento para realizar la prueba

SEXTO: El Consumo Térmico Específico Neto y la Capacidad Efectiva Neta Media Multianual de las plantas o unidades nuevas, serán calculados por el Auditor con base en las Pruebas de Recepción de las unidades, teniendo en cuenta las condiciones y correcciones establecidas en el Anexo 1 de este documento. Se aceptarán las Pruebas de Recepción, siempre y cuando, durante la realización de las mismas, se registren todas las variables exigidas en el Anexo 1 de este Acuerdo.

Los parámetros calculados por el Auditor con base en las Pruebas de Recepción, solamente serán válidos para la corrida del Cargo por Capacidad del mismo año en que se realizaron las mismas. El año siguiente, se deberá efectuar la prueba de acuerdo con el procedimiento establecido en el Anexo 1 de este Acuerdo.

Para las plantas nuevas que no hayan entrado en operación comercial antes de la corrida del Cargo por Capacidad y que no hayan realizado aún su Prueba de Recepción, se les aceptarán para dicha corrida, los valores de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta garantizados por el fabricante, siempre y cuando estén avalados por un Auditor aprobado por el CNO, quién ajustará los valores teóricos a las condiciones establecidas en el Anexo 1 de este documento.

Las plantas que pretendan reincorporarse al mercado de energía mayorista deberán realizar la prueba de acuerdo con el Anexo 1 de este Acuerdo.

SÉPTIMO: Los costos directos atribuibles a una prueba de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta Media Multianual, serán sufragados por el dueño o representante de la planta ante el ASIC.

OCTAVO: Los aspectos operativos y comerciales de la generación de plantas en etapa de pruebas seguirán los criterios establecidos en la Resolución 121 de 1998, en el Acuerdo 39 del CNO de 1999 y en aquellas que la sustituyan o modifiquen.

NOVENO: Cualquier agente generador podrá estar presente, sin interferir en la prueba, como observador, en la realización de dicha prueba en cualquier planta ajena a su propiedad. Los costos de desplazamiento correrán por cuenta de la empresa interesada en observar la realización de la prueba, y deberá notificar al propietario y/o operador de la planta 48 horas antes de ésta.

DÉCIMO: El presente Acuerdo rige a partir de la fecha, sustituye al Acuerdo 76 del CNO de Julio 7 de 2000 y deroga cualquier acuerdo que le sea contrario.

EL Presidente,

FERNANDO GUTIERREZ

El Secretario Técnico,

ALBERTO OLARTE A.

Consejo Nacional de Operación
CNO

ANEXO No. 1

"PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CONSUMO TÈRMICO ESPECÌFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA MEDIA MULTIANUAL DE LAS PLANTAS TÈRMICAS DE SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL - SIN",

1. Generalidades

La prueba para determinar la Capacidad Efectiva Neta Media Multianual y el Consumo Térmico Específico Neto de las plantas térmicas del Sistema Interconectado Nacional - SIN, se realiza de acuerdo con los procedimientos establecidos en este documento.

1.1 Alcance de la prueba

Como resultado de esta prueba se obtendrán los valores de la Capacidad Efectiva Neta Media Multianual y el Consumo Térmico Específico Neto Corregido de las unidades de generación térmica del Sistema Interconectado Nacional.

1.2 Definiciones

Eficiencia: Es la relación en porcentaje que existe entre la energía eléctrica producida y la energía térmica del combustible que se utiliza para producirla.

$$\eta\ (\%) = (kWhe/kWht)x100$$

donde

η	**(%)**	Eficiencia
kWhe	**(kWh)**	Cantidad de energía eléctrica generada
kWht	**(kWh)**	Cantidad de energía térmica del combustible suministrado

Eficiencia Neta: Es la eficiencia que se calcula aplicando la fórmula anterior, midiendo la energía eléctrica generada en la frontera comercial del generador. Cuando se cuenta con más de una frontera comercial, la cantidad de energía eléctrica generada será la suma de la energía eléctrica generada en las diferentes fronteras comerciales.

Consumo Térmico Específico Es otra forma de expresar la eficiencia de una unidad de generación térmica, en términos de la cantidad de calor del combustible requerido para generar un kilovatio-hora.

$$HR = Qa/kWhe$$

Donde,

HR	Consumo Térmico Específico (Heat Rate), Btu/kWh
Qa	calor agregado al ciclo térmico en forma de combustible, Btu
KWhe	energía eléctrica generada

Consumo Térmico Específico Neto. Es el Consumo Térmico Específico que se calcula aplicando la fórmula anterior, midiendo la energía eléctrica generada en la frontera comercial del generador. Cuando se cuenta con más de una frontera comercial, la cantidad de energía

eléctrica generada será la suma de la energía eléctrica generada en las diferentes fronteras comerciales.

Poder Calorífico del Combustible. Es el contenido energético de un combustible, es decir, la cantidad de energía calórica en un volumen o masa de combustible dado. Se expresa usualmente en Btu/PC, kcal/PC, kcal/kg o Btu/Lb.

Poder Calorífico Superior o Bruto (High Heating Value, HHV) y Poder Calorífico Inferior o Neto (Low Heating Value, LHV).

El Poder Calorífico Superior o Bruto (High Heating Value, HHV), es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión donde todos los productos de combustión son enfriados a 60 oF y el agua producto de la reacción ha sido condensada.

El Poder Calorífico Inferior o Neto (Low Heating Value, LHV), es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión pero el agua que se forma en la combustión permanece en la fase vapor. Para calcular el Consumo Térmico Específico Neto se considerará el Poder Calorífico Inferior (LHV) del combustible.

La diferencia entre los dos valores anteriores es esencialmente el calor latente de evaporación del vapor de agua que se encuentra en los gases de escape, que incluye el agua presente en el combustible y la que se produce por la combustión del hidrógeno.

Capacidad Efectiva Neta Media Multianual: Es la capacidad efectiva neta de las plantas térmicas del SIN, que resulta de las pruebas de consumo térmico específico neto y capacidad efectiva neta, realizadas según el procedimiento descrito en el presente Anexo 1.

Pruebas de Recepción. Son las pruebas efectuadas a una unidad o planta de generación, previas a la declaración de entrada en operación comercial.

2. Procedimiento para realizar las pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta Media Multianual de las centrales térmicas

2.1 Documentos de la Prueba

La información básica referente a la prueba, la información general sobre la planta, las mediciones realizadas y los resultados obtenidos, serán consignados en tres documentos básicos:

- Informe de Pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta.
- Protocolo de Pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta.
- Anexos

Se utilizará el Protocolo de Pruebas correspondiente al combustible que se use en cada central.

2.1.1 Informe de Pruebas

En el Informe de Pruebas se consignará el nombre de la planta, propietario u operador, fecha de la prueba y nombre de los representantes del Agente y de la Auditoría que participaron en la ejecución de la prueba, en las mediciones y en la toma de muestras de combustible.

Se hará un breve resumen sobre el desarrollo de la prueba el cual puede incluir aspectos tales como la hora en que se realizó en cada unidad, carga de las máquinas, etc.

Se anotarán los resultados de las pruebas en términos de eficiencia (en porcentaje) y consumo térmico específico neto (Btu/kWh) así como capacidad efectiva neta (kW), corregidos a las condiciones de temperatura ambiente media multianual, humedad relativa media multianual (en los casos que requieran correcciones por estos factores), factor de potencia y presión de referencia (en caso de que la presión base de los medidores de gas difieran de la presión a la cual se mide el poder calorífico). En las centrales a vapor solamente se hará la corrección por factor de potencia.

Se consignarán las observaciones particulares a que haya lugar.

2.1.2 Protocolo de Pruebas

Se utilizará un formato para cada unidad de la central y para cada combustible utilizado en las pruebas.

El formato consta de las siguientes secciones:

A. Información general
B. Datos tomados durante las pruebas
C. Datos de diseño y garantía
D. Resultados de las pruebas
E. Anexos.

A. Información General

En este campo se llenarán los datos generales sobre cada unidad. Es deseable que la Auditoría tenga la información aquí incluida con anterioridad a las pruebas, con el fin de disminuir el tiempo necesario en el sitio.

Se anotarán el nombre de la central, número de la unidad, fecha de la prueba, nombre del propietario u operador y localización de la central.

Para las centrales que operan con gas o con combustible líquido se indicará si la unidad es turbina de gas en ciclo simple, en ciclo combinado, en ciclo STIG o si es turbina de vapor. Para las turbinas de gas se indicará si tiene enfriador evaporativo o cualquier otro sistema para disminución de la temperatura del aire de admisión. Se anotará el fabricante de la turbina, modelo y fecha de iniciación de la operación comercial, así como el fabricante del generador, capacidad, voltaje y factor de potencia de diseño.

Se anotarán las capacidades bruta (en bornes de generador) y neta (en bornes de alta tensión del transformador principal o frontera comercial), tanto nominal como la efectiva que la unidad puede generar en el momento de la prueba, así como el total de horas acumuladas de operación y las transcurridas desde el último mantenimiento mayor hasta el día de la prueba. Para las turbinas de gas, se anotarán la temperatura y la humedad relativa medias multianuales de la estación del IDEAM (o la entidad que la sustituya), más próxima a la central, así como la altura sobre el nivel del mar.

El auditor incluirá en el informe los datos de los instrumentos de medición que serán utilizados en la prueba, tanto para los instrumentos a cargo del auditor como los de la planta. Para cada instrumento se anotará la marca, tipo, número de serie, clase y precisión así como la fecha del certificado de calibración más reciente.

En lo que se refiere a grado de precisión y certificación de calibración de los contadores de energía eléctrica, en todas las centrales se debe dar cumplimiento a lo dispuesto en el Código de Medidas o a los acuerdos establecidos entre el ASIC y cada central.

Los medidores de flujo de gas natural utilizados para las pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta Media Multianual de las plantas térmicas del SIN podrán ser del tipo orificio, de turbina, ultrasònicos o cualquier otro tipo homologado por el Superintendencia de Industria y Comercio, o que en su defecto cumplan con los requisitos de la American Gas Association (AGA), tal y como lo establece el Reglamento Único de Transporte (RUT) de gas natural por redes . El máximo error aceptable en la medición será el establecido en el Reglamento Único de Transporte de gas natural por redes, RUT. La fecha de verificación o inspección de los instrumentos de medición, del flujo de gas no podrá ser mayor a 45 días, con relación a la fecha de la prueba.

Las centrales que operan con combustible líquido deberán tener medidores de tipo orificio, Venturi o volumétricos de desplazamiento positivo, o de otras tecnologías. El error máximo será de ±0.5%, según lo estipulado en las normas ASME PTC 22 e ISO 2314 o equivalente. La fecha de verificación de calibración de los contadores de combustible líquido, no podrá ser mayor a 45 días con relación a la fecha de la prueba.

Las centrales de carbón que estén en condiciones de realizar las mediciones de consumo de combustible con alimentadores de tipo gravimétrico que cumplan con la norma ASME PTC 19.5.1, o equivalente deberán adjuntar al procedimiento un certificado de calibración de los dispositivos de medición del carbón, proveniente de una entidad competente.

Las centrales de carbón que no cuenten con alimentadores gravimétricos, podrán utilizar el método de la "Tolva Llena" para medir la cantidad de carbón consumido durante la prueba. Este método consiste en determinar al inicio de la prueba un nivel de referencia en la tolva, en el cual se rasa el material homogéneamente. Se suspende la alimentación a la tolva y se da inicio a la prueba.

Una vez terminada la misma, se suspende la alimentación al pulverizador de carbón y se repone la cantidad de combustible faltante hasta el nivel inicial de referencia, haciendo simultáneamente el pesaje, mediante una báscula instalada en la banda transportadora. La medida resultante en la báscula será equivalente al carbón consumido durante la prueba.

Con el fin de garantizar una óptima aplicación del método de "Tolva Llena", el Auditor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El nivel inicial de referencia, debe garantizar el suministro de carbón durante toda la prueba.
- Tomar las muestras de carbón en la descarga de la tolva, antes de pasar al alimentador. En el caso de las plantas que no tienen forma de tomar la muestra del carbón que está entrando a los alimentadores, deberán tomar muestras durante el llenado inicial de las tolvas, con el fin de garantizar que el carbón que se envíe para análisis en el laboratorio corresponda al consumido durante la prueba.
- Controlar que el carbón suministrado a las tolvas, sea triturado previamente y posea un tamaño uniforme.
- Garantizar que no exista alimentación a la tolva mientras se realiza la prueba.
- Verificar durante el llenado de reposición que el carbón tenga la misma característica física que el consumido durante la prueba.
- Comprobar que la báscula instalada en el sistema de transporte de carbón posea un certificado de calibración proveniente de una entidad competente en calibrar estas básculas.
- Confirmar que el nivel de referencia en las tolvas sea el mismo al inicio y al final de la prueba.
- Verificar que los alimentadores de carbón que suministran combustible para la prueba, sean detenidos al finalizar la prueba.
- Cotejar para efectos de cálculo, los datos iniciales y finales de pesado en la báscula.

Adicionalmente, en las centrales térmicas a carbón en las que no sea técnicamente factible suspender la alimentación al pulverizador, el Auditor podrá establecer con el agente generador térmico una metodología que haga factible la medición del carbón consumido durante la prueba.

B. Datos tomados durante la prueba

Las pruebas realizadas con combustibles gaseosos o líquidos tendrán una duración de una hora y se tomarán las siguientes lecturas:

i) Valores instantáneos

Se tomarán las siguientes lecturas instantáneas con intervalos de diez minutos:

- Temperatura ambiente, medida con un termómetro de columna de mercurio que tenga una precisión de ± 0,5 0C (Norma ISO 2314 o equivalente), instalados a la sombra y próximos a la toma de aire del compresor. Esta medición se efectúa solamente en el caso de las turbinas de gas.

- Humedad relativa, medida con un psicrómetro de doble termómetro de columna de mercurio y precisión de ± 0,5 0C. Esta medición se efectúa en las turbinas de gas que

cuentan con enfriador evaporativo u otro sistema de enfriamiento de aire de entrada que lo requiera.

- Generación, MW o kW en bornes del generador. Esta medición se toma solamente para controlar que la carga de la unidad permanezca constante (la desviación máxima de la carga con relación al promedio de la hora será de ± 5% durante la prueba, de acuerdo con la norma ANSI/ASME PTC 22 o equivalente) y no es utilizada en los cálculos de consumo térmico específico. Se utiliza el vatímetro propio de la unidad en prueba.

- Flujo volumétrico de gas o de combustible líquido (en pies cúbicos por hora o en galones por minuto, respectivamente). Esta medición también se toma como control de que la unidad haya operado a carga constante durante la hora de prueba. Se utiliza el medidor de flujo, que deberá tener una precisión de ± 1% en el caso de medición de gases, de acuerdo con lo estipulado en el RUT y en la Norma Internacional ANSI 2314, o de ± 0.5% en la medición de combustibles líquidos, según normas ASME PTC 22 e ISO 2314.

- Factor de potencia (cos ϕ),usando el medidor propio del generador. En caso de no poderse efectuar directamente esta lectura, se tomarán los datos de potencia activa y reactiva y se calculará el factor de potencia correspondiente.

Los termómetros y los psicrómetros a cargo del auditor para realizar la prueba, deben permitir medir las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo y calcular la humedad relativa. Estos instrumentos deberán tener un certificado de calibración expedido por el fabricante de los mismos o por una entidad competente.

En el caso de las centrales a carbón que estén en condiciones de realizar las mediciones de consumo de combustible con alimentadores de tipo gravimétrico, la prueba tendrá una duración de mínimo una hora y los datos instantáneos se tomarán cada diez minutos.

En el caso de las centrales a carbón que recurran al método de la "Tolva Llena", la prueba tendrá una duración de mínimo cuatro horas y los datos instantáneos se tomarán cada treinta minutos.

ii) Valores acumulados

Se utilizará un Método Directo para calcular el Consumo Térmico Específico Neto. Este método considera cada unidad térmica de generación como un sistema "Input-Output" o tipo "caja negra", es decir, se medirá la energía del combustible a la entrada de la unidad generadora y la correspondiente energía entregada por ella a la red del Sistema Interconectado Nacional.

Se tomarán los siguientes valores acumulados:

- Se medirá la energía eléctrica neta entregada al Sistema Interconectado Nacional en la frontera comercial, utilizando los instrumentos propios de la planta. Esta energía se medirá tomando las lecturas inicial y final del contador de la unidad y haciendo la diferencia. Si el contador está instalado en la salida de alta tensión del transformador principal, estas lecturas se anotarán en la columna Contador No.1, y el resultado es la energía eléctrica neta. Si el contador está instalado para medir energía generada en

bornes de generador y existe un acuerdo legal entre la planta y el Mercado de Energía Mayorista respecto a la medición de energía eléctrica, se tomarán también las lecturas del contador de auxiliares y se anotarán en la columna Contador No.2; y –si fuese necesario- en la columna Contador No. 3. La energía neta será en este caso la diferencia entre las columnas Contador No.1 (generación bruta) y la suma de las columnas Contador No.2 y Contador No.3 (consumo de auxiliares), en estos casos se deberán tener en cuenta las pérdidas del transformador elevador del generador. Las pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta se realizarán a plena carga y durante la prueba deberán estar en funcionamiento todos los equipos auxiliares propios de la unidad que sean necesarios para su operación, incluyendo aquellos servicios auxiliares tales como iluminación de las áreas de operación y aire acondicionado de la sala de control. En las centrales que tengan más de una unidad, la prueba debe realizarse estando los auxiliares alimentados del sistema propio de esa unidad, en lo posible teniendo abierto el interruptor de acople entre barrajes de auxiliares de diferentes unidades. En caso de no contar con dicho interruptor, se distribuirán las cargas proporcionalmente a las capacidades efectivas netas de las unidades.

- El consumo de combustible en el mismo período se medirá tomando las lecturas inicial y final en el medidor correspondiente, según el combustible que se haya utilizado durante la prueba. Esta medición (en pies cúbicos para el gas, galones para combustibles líquidos o kilogramos para el carbón) del combustible consumido en el período será la que se utilizará para los cálculos.

Cuando los contadores posean un software que permita la lectura automática de las mediciones, deben ser estos los valores oficiales de la prueba, ya que son más exactos (generalmente 3 cifras decimales) que los leídos físicamente por el Auditor.

La hoja de Datos Tomados Durante la Prueba (Formato 2 de 3) será firmada por el representante del Propietario u Operador de la central y por el representante de la Auditoría.

C. Datos de diseño y garantía

En esta sección se anotarán los datos originales de diseño y garantía en lo que respecta a capacidad de la unidad en kW, anotando si se trata de capacidad neta o bruta, consumo térmico específico (Heat Rate) en Btu/kWh, anotando igualmente si es bruto o neto, así como las condiciones del sitio (temperatura ambiente y humedad relativa) estipuladas para los valores garantizados. Esta información servirá como referencia para el análisis de resultados.

D. Resultados de las pruebas

En esta sección del formato se anotarán los datos medidos de combustible consumido durante el período de la prueba y la generación eléctrica neta en kWh. Se anotará el poder calorífico inferior (LHV) del combustible, que será el promedio aritmético de los resultados obtenidos según los análisis realizados a las muestras. Las muestras de gas y combustibles líquidos, serán tomadas al inicio y al final de la prueba. La toma de muestras será supervisada por un representante de la Auditoría, y el método de muestreo estará de

acuerdo con las normas ASME PTC 3.3, Combustibles Gaseosos, ASME PTC 3.1, Combustibles Líquidos, o ASTM 2234 y 2013 para muestreo y preparación de muestras de carbón, o normas equivalentes, según sea el caso.

Los análisis de las muestras no podrán provenir de los laboratorios propios de las centrales, sino que deberán ser enviadas por el operador de la planta a un laboratorio homologado por las autoridades competentes.

El Auditor vigilará la toma de las muestras pero es responsabilidad del agente el remitirlas al laboratorio para su análisis. Los resultados de los análisis deberán ser remitidos directamente por el laboratorio respectivo al Auditor.

Para el caso del gas, el Informe de laboratorio deberá especificar como mínimo, lo siguiente:

- Análisis cromatográfico en porcentaje volumétrico o molar que incluya el contenido de hidrocarburos (metano, etano, propano, isobutano, n-butano, isopentano, n-pentano, hexano y heptano), oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico (H2S)
- Peso molecular
- Gravedad específica
- Poderes calorífico bruto y neto (HHV y LHV).

Para el carbón, los análisis de laboratorio deberán ser efectuados a muestras del carbón tal como se quemó ("as burned") y el Informe deberá especificar lo siguiente:

- Análisis próximo según norma ANSI/ASME D3172 (o equivalente)
- Análisis último según norma ANSI/ASME D3176 (o equivalente)
- Poderes caloríficos bruto y neto (HHV y LHV).

El informe de laboratorio de las pruebas que se le deben realizar a los combustibles líquidos deberá especificar por lo menos lo siguiente:

- Composición química, en especial el contenido de hidrógeno, según Norma ASTM D1018 (o equivalente).
- Densidad y gravedad específica, según Norma ASTM D1480 (o equivalente)
- Poder calorífico bruto (HHV) según Norma ASTM D 2382 (o equivalente)
- Poder calorífico neto (LHV) calculado a partir del bruto y del contenido de hidrógeno.

El consumo térmico específico neto y la capacidad efectiva neta calculados con estos datos serán corregidos así:

Corrección por temperatura ambiente: Para el caso de las turbinas de gas se calculará el factor de corrección usando las curvas del fabricante, para hacer el ajuste de consumo térmico específico y la capacidad desde la temperatura ambiente promedio medida durante la prueba hasta la temperatura media multianual según certificación del IDEAM o entidad competente, para la estación más cercana a la planta. A las plantas de vapor no se les aplicará este factor de corrección.

Corrección por humedad relativa: Solamente para el caso de las turbinas de gas que tengan enfriador evaporativo u otro sistema para enfriamiento del aire de admisión que lo requiera, se calculará este factor de corrección usando las curvas del fabricante, para hacer el ajuste de consumo térmico específico y la capacidad efectiva neta desde la humedad relativa promedio medida durante la prueba hasta la humedad relativa media multianual según certificación del IDEAM o entidad que la sustituya para la estación más cercana a la planta.

Corrección por factor de potencia: El factor de potencia durante la prueba deberá ser, preferiblemente el valor de diseño de los generadores. Si el factor de potencia promedio medido durante la prueba es diferente, se calculará el correspondiente factor de corrección desde el valor medido hasta el valor de diseño de los generadores, utilizando las curvas de los fabricantes de los generadores y de los transformadores tanto para el consumo térmico específico neto como para la capacidad neta.

Corrección por Frecuencia en la red. En caso que la variación de frecuencia en la red del Sistema Interconectado Nacional sea mayor a ± 1%, según reporte del CND o CRC, se hará la corrección pertinente según las curvas del fabricante, las cuales serán anexadas al protocolo.

Corrección por presión. En caso de que la presión y temperatura base de los computadores de flujo de los medidores de gas, difiera de la presión y temperatura a la cual se mide el poder calorífico del gas por parte del Instituto Colombiano del Petróleo –ICP- u otro ente homologado, se corrige el volumen de gas medido en la planta a las condiciones de presión y temperatura que utiliza el laboratorio en cuestión.

La información para efectuar las correcciones por factor de potencia y frecuencia de la red, se deberá anexar al protocolo de pruebas y en caso de no estar disponible, el Auditor realizará los correspondientes ajustes, los cuales deberán ser aceptados por el operador o el dueño de la planta.

El consumo térmico específico neto corregido y la capacidad efectiva neta media multianual, son respectivamente el consumo térmico específico neto y la capacidad efectiva neta medidos, multiplicados por el producto de los anteriores factores de corrección. Los cálculos respectivos serán realizados por el Auditor en sus oficinas una vez reciba los resultados de los análisis de combustible.

E. Anexos

Para cumplir con los estándares del protocolo, será obligatorio anexar los siguientes documentos:

- Diagrama unifilar simplificado indicando el punto de medición de la energía neta generada.
- La información general de cada unidad, de acuerdo con la Sección A del formato de Protocolo (Hoja 1 de 3).

- Acta de verificación de calibración de los equipos de medición de combustibles.
- Para las turbinas de gas, curvas de corrección del consumo térmico específico y de la capacidad de la turbina por variaciones de temperatura ambiente y humedad relativa.
- Para las turbinas de gas, certificación del IDEAM (o entidad que la sustituya) de la temperatura ambiente y humedad relativa medias multianuales, y las respectivas curvas de corrección del consumo térmico específico y de la capacidad de la turbina por variaciones de temperatura ambiente y humedad relativa.
- Resultados de los análisis de combustible efectuados por el respectivo laboratorio autorizado.
- El auditor deberá diligenciar en su totalidad los formatos pertinentes para cada prueba del Anexo 2 y en caso de que alguna casilla no sea llenada, deberá ser aclarada por el auditor.

Es deseable además contar con la siguiente información:

- Diagrama que muestre el sistema de medición del combustible, indicando la localización del elemento de medición de flujo (orificio, turbina, Venturi, ultrasonido, medidor de desplazamiento positivo, alimentador de carbón, báscula en banda transportadora, etc.) así como los instrumentos asociados (manómetros, termómetros, transmisores, etc.).
- Curvas del fabricante para corrección por frecuencia en la red.
- Curvas de corrección por variaciones en el factor de potencia, para el generador y transformador.
- Datos de diseño y garantía de cada unidad, de acuerdo con la Sección C del formato de Protocolo.
- Podrán también anexarse los documentos que, a juicio del Auditor, contribuyan a dar claridad al informe.
- En las centrales de carbón, curva de calibración de peso contra densidad del carbón.

ANEXO 2
FORMATOS

Consejo Nacional de Operación
CNO

GAS NATURAL

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A GAS

A. INFORMACIÓN GENERAL						
Central			Unidad No.	Fecha de la prueba		
Propietario/Operador			Localización			
Tipo de Central	Turbogás - Ciclo Simple ☐ Turbogás - Ciclo Combinado ☐		Turbogás - STIG ☐ Turbina de Vapor ☐	Sí ☐ Enfriador Evaporativo u Otro Sistema No ☐		
TURBINA	Fabricante		Modelo	Inicio Operación Comercial		
CAPACIDAD, kW	Bruta	Neta	Condiciones del sitio (IDEAM)			
Nominal			Temperatura media multianual, °C			
Efectiva actual			Humedad relativa multianual, %			
Horas Operación	Totales	Desde último mant. mayor	Altura sobre nivel del mar, m			
GENERADOR	Fabricante		Capacidad, kVA	Voltaje, V	Cos ϕ	
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Marca	Tipo	No. de serie	Precisión	Clase	Fecha última calibración
Contador No. 1						
Contador No. 2						
Contador No. 3						
Medidor de gas						

Consejo Nacional de Operación
CNO

FORMATO 2 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A GAS		
Central	**Unidad No.**	**Fecha de la prueba**

B. DATOS TOMADOS DURANTE LA PRUEBA

1. VALORES INSTANTÁNEOS

HORA	TEMP.AMB. ^0C	HUM. RELAT. %	GENERACIÓN MW	FLUJO DE GAS ft^3/h	cos ϕ
Promedio					

2. VALORES ACUMULADOS

HORA	Lectura	Contador No. 1 kWh	Contador No. 2 kWh	Contador No. 3 kWh	Gas ft^3
	Inicial				
	Final				
	Diferencia				

Por el Propietario/Operador	Por la Auditoria

Consejo Nacional de Operación
CNO

FORMATO 3 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A GAS		
Central	**Unidad No.**	**Fecha de la prueba**

C. DATOS DE DISEÑO Y GARANTÍA			
Valores garantizados en el sitio		**Condiciones del sitio para garantía**	
Capacidad, kW		**Temperatura ambiente, ^{0}C**	
Heat rate, Btu/kWh		**Humedad relativa, %**	

D. RESULTADOS DE LA PRUEBA			
Volumen de gas consumido durante la prueba, ft ^{3}			
Poder calorífico inferior (LHV) del gas, Btu/ft ^{3}			
Energía neta generada durante la prueba, kWh			
Consumo térmico específico (Heat Rate) medido, Btu/kWh			
		Factores para Heat Rate	**Factores para Capacidad**
Factores de Corrección	**Por temperatura ambiente**		
	Por humedad relativa		
	Por factor de potencia		
	TOTAL		
Consumo térmico específico (Heat Rate) corregido, Btu/kWh			
Capacidad corregida o efectiva neta media multianual, kW			

OBSERVACIONES

Por la Auditoría

ACUERDO____

Consejo Nacional de Operación
CNO

ANEXO 2
FORMATOS
CARBÓN

FORMATO 1 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A CARBÓN

A. INFORMACIÓN GENERAL						
Central			Unidad No.	Fecha de la prueba		
Propietario/Operador			Localización			
TURBINA	Fabricante		Modelo	Inicio Operación Comercial		
CALDERA	Fabricante		Sistema de medición de carbón: En banda ☐ Tipo gravimétrico ☐ En alimentador ☐ Tipo volumétrico ☐			
CAPACIDAD, kW	Bruta	Neta	Horas de Operación			
Nominal			Totales	Desde último mantenimiento mayor		
Efectiva actual						
GENERADOR	Fabricante		Capacidad, kVA	Voltaje, V	Cos ϕ	

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Marca	Tipo	No. de serie	Precisión	Clase	Fecha última calibración
Contador No. 1						
Contador No. 2						
Contador No. 3						
Medición de carbón						

Consejo Nacional de Operación
CNO

FORMATO 2 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A CARBÓN		
Central	**Unidad No.**	**Fecha de la prueba**

B. DATOS TOMADOS DURANTE LA PRUEBA

1. VALORES INSTANTÁNEOS

HORA	GENERACIÓN MW	FLUJO DE COMBUSTIBLE kg/h	cos ϕ
Promedio			

2. VALORES ACUMULADOS

HORA	Lectura	Contador No. 1 kWh	Contador No. 2 kWh	Contador No. 3 kWh	Combustible kg
	Inicial				
	Final				
	Diferencia				

Por el Propietario/Operador	Por la Auditoría

Consejo Nacional de Operación
CNO

FORMATO 3 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A CARBÓN		
Central	Unidad No.	Fecha de la prueba

C. DATOS DE DISEÑO Y GARANTÍA			
Valores garantizados en el sitio		Condiciones del sitio para garantía	
Capacidad, kW		Temperatura ambiente, ^{0}C	
Heat rate, Btu/kWh		Humedad relativa, %	

D. RESULTADOS DE LA PRUEBA		
Combustible consumido durante la prueba, kg		
Poder calorífico inferior (LHV), kcal/kg		
Energía neta generada durante la prueba, kWh		
Consumo térmico específico (Heat Rate) medido, Btu/kWh		
	Heat Rate	Capacidad
Factor de corrección por factor de potencia		
Consumo térmico específico (Heat Rate) corregido, Btu/kWh		
Capacidad corregida, o efectiva neta media multianual kW		

OBSERVACIONES

Por la Auditoría

ACUERDO____

Consejo Nacional de Operación
CNO

ANEXO 2
FORMATOS
COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Consejo Nacional de Operación
CNO

FORMATO 1 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A COMBUSTIBLE LÍQUIDO

A. INFORMACIÓN GENERAL						
Central			Unidad No.	Fecha de la prueba		
Propietario/Operador		Localización		Tipo de combustible		
Tipo de Central	Turbogás - Ciclo Simple ☐ Turbogás - Ciclo Combinado ☐		Turbogás - STIG ☐ Turbina de Vapor ☐	Sí ☐ Enfriador Evaporativo No ☐		
TURBINA	Fabricante		Modelo	Inicio Operación Comercial		
CAPACIDAD, kW	Bruta	Neta	Condiciones del sitio (IDEAM)			
Nominal			Temperatura media multianual, ^{0}C			
Efectiva actual			Humedad relativa multianual, %			
Horas Operación	Totales	Desde último mant. mayor	Altura sobre nivel del mar, m			
GENERADOR	Fabricante		Capacidad, kVA	Voltaje, V	Cos ϕ	
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Marca	Tipo	No. de serie	Precisión	Clase	Fecha última calibración
Contador No. 1						
Contador No. 2						
Contador No. 3						
Medidor de combustible						

Consejo Nacional de Operación
CNO

FORMATO 2 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A COMBUSTIBLE LÍQUIDO		
Central	**Unidad No.**	**Fecha de la prueba**

B. DATOS TOMADOS DURANTE LA PRUEBA

1. VALORES INSTANTÁNEOS

HORA	TEMP.AMB. ^0C	HUM. RELAT. %	GENERACIÓN MW	FLUJO DE COMBUSTIBLE gal/min	cos ϕ
Promedio					

2. VALORES ACUMULADOS

HORA	Lectura	Contador No. 1 kWh	Contador No. 2 kWh	Contador No. 3 kWh	Combustible gal
	Inicial				
	Final				
	Diferencia				

Por el Propietario/Operador	Por la Auditoría

ACUERDO____

Consejo Nacional de Operación
CNO

FORMATO 3 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD NETA CENTRALES A COMBUSTIBLE LÍQUIDO		
Central	Unidad No.	Fecha de la prueba

C. DATOS DE DISEÑO Y GARANTÍA			
Valores garantizados en el sitio		Condiciones del sitio para garantía	
Capacidad, kW		Temperatura ambiente, ^{0}C	
Heat rate, Btu/kWh		Humedad relativa, %	

D. RESULTADOS DE LA PRUEBA			
Volumen de combustible consumido durante la prueba, gal			
Poder calorífico inferior (LHV) del combustible, Btu/gal			
Energía neta generada durante la prueba, kWh			
Consumo térmico específico (Heat Rate) medido, Btu/kWh			
		Factores para Heat Rate	Factores para Capacidad
Factores de Corrección	Por temperatura ambiente		
	Por humedad relativa		
	Por factor de potencia		
	TOTAL		
Consumo térmico específico (Heat Rate) corregido, Btu/kWh			
Capacidad corregida o efectiva neta media multianual, kW			

OBSERVACIONES

Por la Auditoría

ACUERDO____