



Santiago, 19 de junio 2013

GERENCIA GENERAL N° 09

Señor
Juan Carlos Monckeberg Fernández
Superintendente (S) de Medio Ambiente
Miraflores N°178, piso 7.
Santiago

**REF. : ENVÍO DE INFORME PREVIO
PARA VALIDACIÓN CEMS.**

De nuestra consideración:

Junto con saludarle, hacemos envío del informe previo para iniciar el proceso de validación del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones, CEMS, de la Central Termoeléctrica Tarapacá. Lo anterior de acuerdo con lo indicado en el punto 4.1 del Protocolo correspondiente, promulgado con Resolución N° 57 exenta, del 22 de enero de 2013.

El informe previo y los antecedentes de respaldo se encuentran en archivos digitales incluidos en el CD que se adjunta a esta carta.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Ud.,

**Eduardo Soto Trincado.
Gerente General**

Incl.: 1 CD con información digital que contiene informe previo y anexos.

c.c.: Gerencia de Explotación
Gerencia de Ingeniería
Central Tarapacá
Centrales Térmicas Convencionales

PROYECTO MONITOREO CONTINUO DE EMISIONES

CARATULA DE ESTADO DE PAGO N° 07⁰⁶

OC 5600004410

"Servicios de Evaluación de desempeño ed Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones de la Central Tarapacá "

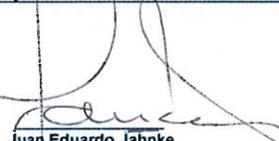
PROVEEDOR : JHG SERVICIOS AMBIENTALES LTDA.

ESTADO DE PAGO N° 07		
FECHA PRESENTACION:	30 may 2014	FORMA DE PAGO : 30 días hábiles después de presentada la factura
	UF	
CONTRATACIÓN ORIGINAL	5.520,0	
AMPLIACION OC Prevalidaciones	454,4	
AMPLIACION OC Recargos por Campaña 2013	265,1	
AMPLIACION OC Repetición de Ensayos	2.210,9	
TOTAL A LA FECHA	8.450,4	
DEVENGADO A LA FECHA	4.668,9	
SALDO A LA FECHA	3.781,5	

1.- ANTICIPOS					
1.1	ANTICIPO OTORGADO CONTRATACION ORIGINAL	UF			
				TOTAL ANTICIPO OTORGADO UF	0
2.- AVANCES DE LA OBRA					
		ACUMULADO PERÍODO ANTERIOR UF	EJECUTADO PERÍODO ACTUAL UF	ACUMULADO A LA FECHA UF	SALDO A LA FECHA UF
2.1	OBRAS Y SERVICIOS BASICOS DEL CONTRATO	1.858,5		1.858,5	3.781,5
2.2	AJUSTES DE PRECIOS	719,5	2.090,9	2.810,4	120,0
2.3	TOTAL CONTRATO	2.578,0	2.090,9	4.668,9	3.901,5
3.- DESCUENTO ANTICIPO 10%					
		ACUMULADO PERIODO ANTERIOR UF	EJECUTADO PERIODO ACTUAL UF	ACUMULADO A LA FECHA UF	SALDO A LA FECHA UF
3.1	OBRAS Y SERVICIOS BASICOS DEL CONTRATO	0	0	0	0
3.2	AJUSTES DE PRECIOS				
3.3	TOTAL CONTRATO	0	0	0	0
4.- RETENCION 5% SEGÚN CLAÚSULA 2.17.3 DE LAS BASES ADMINISTRATIVAS ESPECIALES					
		ACUMULADO PERIODO ANTERIOR UF	EJECUTADO PERIODO ACTUAL UF	ACUMULADO A LA FECHA UF	
4.1	OBRAS Y SERVICIOS BASICOS DEL CONTRATO	0	0	0	
4.2	AJUSTES DE PRECIOS	0	0	0	
4.3	TOTAL CONTRATO	0	0	0	
5.- PAGO DEL PERÍODO					
5.1		VALOR A PAGO UF	2.090,9	PAGO PERIODO	

FECHA DE PRESENTACIÓN	30 - 05 - 2014
FECHA DE APROBACION	- 06 - 2014
FECHA DE PAGO	30 días de recibida la factura en Oficina de Partes de ENDESA


 Juan Alberto Bravo
 JHG Servicios Ambientales


 Juan Eduardo Jahnke
 Inspector delegado
 ENDESA S.A.


 Roberto Pérez Hurtado
 DIRECTOR DE PROYECTO
 ENDESA S.A.

Santiago, a 30 de Mayo de 2014

Santiago, 21 de marzo de 2014.-

Señores
Endesa Chile S.A.
 Santa Rosa 76
 Santiago, Chile

Atención : Sr. Juan Eduardo Jahnke
 Ingeniero senior

Referencia : Repetición de ensayos de validación 2013
 Presupuesto JHG-128-0-14

Estimados señores:

En virtud de lo acordado, hacemos llegar nuestra propuesta para la repetición de los ensayos de validación de los Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) de las centrales térmicas de Endesa que se realizaron en el año 2013 y que no cumplieron las exigencias del protocolo.

1.- ALCANCES.

En el año 2013, JHG Servicios Ambientales dio cumplimiento al contrato ENDdes 334.12 "Servicios de Evaluación de desempeño de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones de las Centrales Térmicas de ENDESA", con excepción de la CT Taltal, la que por decisión de Endesa Chile, fue asignada a otro laboratorio de medición. A la fecha, todos los informes de validación de estas campañas han sido entregados a la Superintendencia de Medio Ambiente.

Por diferentes razones, algunas de estas pruebas no dieron los resultados esperados, y se deberán repetir.

De acuerdo a la disponibilidad de recursos, se ha acordado el siguiente programa para la realización de estas mediciones:

Central	Pruebas	Viaje ida + montaje equipos	Medición	Desmontaje equipos + viaje vuelta
Quintero 1A	DC y EL (CO2)	Lunes 24/02	Martes 25/02 - Lunes 03/03	Lunes 03/03
	ER (CO2)	Lunes 21/04	Martes 22/04 - Miércoles 23/04	Jueves 12/04
Bocamina 1	DC (flujo y NOx) + EL (NOx)	Domingo 23/03	Lunes 24/03 – domingo 30/03	Lunes 31/03
	EC	Domingo 23/03	Lunes 24/03 – domingo 30/03	Lunes 31/03
	DC + TR+ ME	Domingo 01/06	Lunes 02/06 – domingo 08/06	-
Bocamina 2	EL	-	Lunes 09/06	Lunes 09/06
	ER	Lunes 16/06	Martes 17/06 – Miércoles 18/06	Jueves 19/06
	EC	Lunes 16/06	Martes 17/06 – Miércoles 25/06	Jueves 26/06
San Isidro 1	ER (O2 y NOx)	Lunes 07/04	Martes 08/04 – miércoles 09/04	-
San Isidro 2	ER (O2)	-	Jueves 10/04 – viernes 11/04	Sábado 12/04
Tarapacá	DC (flujo y SO2) + ME	Domingo 06/04	Lunes 07/04 – domingo 13/04	-
	EL (SO2)	-	Lunes 14/04	Lunes 14/04
	ER (SO2)	Lunes 05/05	Martes 06/05 – Miércoles 07/05	Jueves 08/05
	EC	Lunes 05/05	Martes 06/05 – Lunes 12/05	Martes 13/05

Tabla 1 – Programa de repetición de ensayos

Además de la repetición de pruebas incumplidas, la programación incluye algunas pruebas que JHG ha recomendado, por el criterio que ha demostrado la SMA en la revisión de informes de validación de CEMS de otras empresas, al exigir que se cuente con el respaldo de los registros de los CEMS durante la ejecución de las pruebas.

Un caso particular es el caso de Bocamina 2, que independiente del resultado de la validación ya realizada, se ha programado rehacerla por completo ya que a fines del año 2013 su CEMS fue intervenido y destruido por intrusos que subieron a la chimenea por varios días. En esta central, su programación se ajustó a la llegada e instalación de un nuevo CEMS, lo que da correspondió al mes de junio, donde hay muchas posibilidades de lluvia, por lo que se dejó una reserva del equipo por 9 días para el Ensayo de Correlación (EC). Esto no afectó el precio base del servicio, sin embargo, si existieran retrasos por sobre los 7 días programados, se aplicará el recargo acordado en el contrato 2013.

2. OBJETIVOS.

Presentar el presupuesto de la repetición de los ensayos de validación de CEMS realizados en el año 2013, y que o no cumplieron las exigencias que impone el protocolo de validación, o porque hay un incompleto respaldo de los registros en el CEMS durante la realización de las campañas.

3. ALCANCES

De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1, las pruebas que se repetirán son:

- Desviación de la Calibración (DC)
- Tiempo de Respuesta (TR)
- Margen de Error (ME)
- Ensayo de Linealidad (EL)
- Exactitud Relativa (ER)
- Ensayo de Correlación (EC)

Estas pruebas son las mismas que se consideraron en el contrato ENDdes334.12, y serán ejecutadas con similares recursos de personal y del uso de laboratorio móvil de gases y/o MP dependiendo de cada ensayo. Sin embargo, en base a la experiencia de la campaña 2013, los ensayos fueron adecuados en los siguientes aspectos:

- a) La DC, TR y ME que se realizaron en 7 días; se extienden ahora en un día más por el efecto del viaje de ida o regreso, en donde se montan y desmontan los equipos.
- b) El EL se mantiene igual – 1 día de extensión
- c) La ER se mantiene igual – 2 días de extensión
- d) El EC que se programó en el año 2013 en 5 días, ahora se extiende en 2 días; esto es, a un total de 7 días.

Estas consideraciones de extensión de plazo son las que se reflejan en el programa de la Tabla 1 (excepto el caso del EC en Bocamina 2, que está asociado a una reserva de recurso por un efecto climático).

Al igual que en la campaña 2013, durante la ejecución de las pruebas Endesa Chile deberá hacer algunos importantes aportes, que para efectos de este presupuesto se dan como un hecho cierto:

- Operar las unidades con producción sobre el 50% de su capacidad.
- Disponer de los gases patrones (nacionales o EPA según corresponda)
- Contar con el personal técnico que manipule los equipos del CEMS para su correcta validación
- Entregar los registros del CEMS inmediatamente concluido cada ensayo
- Entregar oportunamente todos los antecedentes que JHG requiera para confeccionar el informe de validación de cada CEMS

4 PLAZOS DE EJECUCIÓN.

Los plazos de realización de las pruebas en cada CEMS, varían dependiendo de los ensayos que se deban realizar. El detalle está en la Tabla 1.

La entrega de los informes es de 2 semanas una vez concluidos los ensayos, para el caso de centrales que no se realiza el Ensayo de Correlación (EC) y de 5 semanas para los que sí, ya que se debe considerar el procesamiento de las muestras de MP que tarda del orden de 4 semanas.

5 RECARGOS

Dado que estas pruebas requieren los mismos recursos que los considerados en el contrato ENDdes 334.12, aplican los mismos recargos por reprogramación de ensayos y por extensión de las pruebas.

Para efecto de reprogramaciones, se debe aplicar el Artículo “Quinto: Reprogramación de unidades”, resumido en la Tabla 2:

Anticipación del aviso	recargo
> 30 días	0%
entre 22 y 30 días	10%
entre 15 y 21 días	20%
≤ 14 días	30%

Tabla 2 – Recargo por reprogramaciones

Respecto de las extensiones, se debe considerar lo indicado en la tabla 3, que es la misma presentada en el presupuesto JHG 024-2-2012 complemento B del 9 de julio de 2013, que forma parte de dicho contrato (ver artículo “Segundo: El contrato y sus documentos”).

	Escenario 1	UF/día extensión
1	Revisión de condiciones para medir	20
2	Desv. Calibración, T. Respuesta, M. Error o Error de Linealidad	15
3	Exactitud Relativa gases	40
4	Curvas de Correlación (Material Particulado)	85

Tabla 3 – Recargo por extensión de ensayos

6 VALOR DE LA OFERTA

El valor de este servicio está basado en los precios del contrato ENDdes 334.12, con un aumento proporcional en las pruebas que se extendieron, como se explicó en el punto 3 anterior (ALCANCES). Adicionalmente, se agregó un ítem por la dedicación a la confección de los informes. El detalle de los precios base de cada servicio se presenta en la tabla 4:

Central	Ensayo	Servicio (UF)	Confec. Informe (UF)	Total UF
1 Tarapacá		2.091	120	2.211
	DC (flujo y SO ₂), ME y EL (SO ₂)	375,3	20,0	395,3
	ER (SO ₂)	798,7	40,0	838,7
	EC (MP)	916,9	60,0	976,9
2 San Isidro 1		513,9	40,0	553,9
	ER (O ₂)	513,9	40,0	553,9
3 San Isidro 2		513,9	40,0	553,9
	ER (O ₂)	513,9	40,0	553,9
4 Quintero 1 A		878,7	60,0	938,7
	DC y EL (CO ₂)	364,9	20,0	384,9
	ER (CO ₂)	513,9	40,0	553,9
5 Bocamina 1		1.316,8	80,0	1.396,8
	DC (flujo y NO _x) y EL (NO _x)	417,2	20,0	437,2
	EC (MP)	899,6	60,0	959,6
6 Bocamina 2		1.848,8	120,0	1.968,8
	DC, ME, TR y EL	417,2	20,0	437,2
	ER (gases)	532,0	40,0	572,0
	EC (MP)	899,6	60,0	959,6
total		7.162,9	460,0	7.622,9

Tabla 4 – Valor del servicio

En definitiva, el valor base del total del servicio asciende a **7.622,9 UF + IVA**, que podrían verse modificado por concepto de recargos en caso de incurrir en reprogramaciones o extensiones.

6 VALIDEZ DE LA OFERTA, FORMA DE PAGO Y DISPONIBILIDAD

Esta oferta tienen una validez de 30 días, y la forma de pago es contra avances respaldados por estados de pago mensuales, desagregados en:

- 50% al concluir la fase de terreno
- 50% contra entrega del informe de validación

Para realizar estas mediciones nuestro laboratorio asegura disponibilidad para las fechas comprometidas en la Tabla 1. En caso de existir reprogramaciones, esta reserva se pierde y JHG definirá la fecha en que puedan realizarse los ensayos reprogramados, de acuerdo a la disponibilidad de sus recursos.

Sin otro particular, saluda atentamente a Uds.



Juan Alberto Bravo C.
Ingeniero Senior



Santiago, 15 de enero de 2014

Señor
Juan Carlos Monckeberg Fernández
Superintendente de Medio Ambiente
Superintendencia de Medio Ambiente
Miraflores 178, piso 7,
Santiago, Chile



Presente

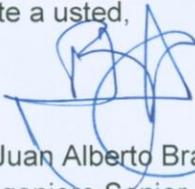
Ref.: Informe de Resultados Ensayos de Validación Equipos de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) Unidad de Vapor, Central Termoeléctrica Tarapacá Endesa S.A.

De nuestra consideración,

A través de la presente, y de acuerdo a lo indicado en la sección 4.4 del Protocolo para Validación de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones en Centrales Termoeléctricas, hacemos entrega de la siguiente documentación:

- Informe de Resultados Ensayos de Validación Equipos de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) Unidad de Vapor, Central Termoeléctrica Tarapacá (formato impreso).
- Anexos Informe de Resultados Ensayos de Validación Equipos de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) Unidad de Vapor, Central Termoeléctrica Tarapacá (formato impreso).
- CD con Informe, Anexos y memorias de cálculo en formato digital.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



Juan Alberto Bravo
Ingeniero Senior JHG

Santiago, 06 de Noviembre de 2013

GERENCIA GENERAL N° 24 / 2013



Señor
Juan Carlos Monckeberg Fernández.
Superintendente (S) de Medio Ambiente.
Miraflores N°178, piso 7.
Santiago

Ref.: ACTUALIZACIÓN DEL INFORME DE AVISO DE EJECUCIÓN.

De nuestra consideración:

Junto con saludarle, le hacemos llegar a Usted el documento Informe de Aviso de Ejecución actualizado, según las observaciones remitidas por el Sr. José Hernández Riera a través de correo electrónico de fecha 29 de agosto de 2013, tal como fue comprometido en nuestra carta Gerencia General N° 14/2013 de fecha 09 de agosto de 2013.

Asimismo, por la presente, reitero que el inicio del proceso de validación de los CEMS de la CT Tarapacá está previsto a partir del 11 de noviembre de 2013.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Ud.,

Eduardo Soto Trincado
GERENTE GENERAL

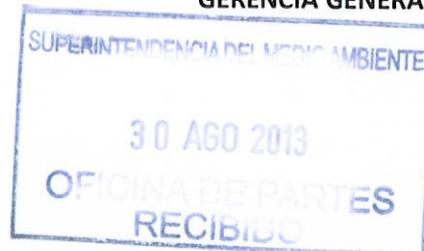
Incluye: - 1 CD.
c.c.: - Gerencia de Explotación
- CT Tarapacá



Santiago, 29 de Agosto de 2013

GERENCIA GENERAL N° 14 / 2013

Señor
Juan Carlos Monckeberg Fernández.
Superintendente (S) de Medio Ambiente.
Miraflores N°178, piso 7.
Santiago



REF.: AVISO DE POSTERGACIÓN DE LOS ENSAYOS DE VALIDACIÓN CEMS DE CENTRAL TARAPACÁ

De nuestra consideración:

Junto con saludarle, nos referimos a nuestra carta Gerencia General N° 12/2013 de fecha 09 de agosto de 2013, enviada a Uds. con el Aviso de Ejecución para iniciar el proceso de ensayos de validación del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones, CEMS, de la Central Termoeléctrica Tarapacá. En dicha carta informamos que las pruebas de validación partirían el 02 de septiembre de 2013.

Al respecto, debemos informarle que la iniciación de esas pruebas de validación ha debido ser postergada por los siguientes motivos:

- Nuestro contratista Siemens, a cargo del suministro, montaje y puesta en servicio de los CEMS, en una interpretación distinta del contrato suscrito con Endesa, nos suministró gases patrones "tipo EPA", de origen nacional, en vez de los gases EPA Protocol que son los que establece el protocolo para validación de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones en Centrales Termoeléctricas. A partir de la fecha de comunicación de tal error, hemos hecho infructuosos esfuerzos por obtener gases EPA Protocol en otras instalaciones de Endesa, tanto en Chile como Latinoamérica y en Europa, además de otras empresas generadoras. Por lo tanto, iniciamos inmediatamente la importación de gases EPA Protocol a través de Linde Chile quien ofreció los menores plazos de suministro, por ello el plazo de entrega es de 60 días a partir del 14 de agosto de 2013. Esto significa que contaremos con los gases EPA Protocol durante la tercera semana de octubre del 2013.
- La CT Tarapacá requiere salir de servicio para la integración de los equipos necesarios para la operación del nuevo filtro de mangas de la unidad, el cual debe estar operando de manera satisfactoria antes del 23 de diciembre de 2013, fecha en que inicia su vigencia el límite de emisión de material particulado establecido en el D.S. N°13/11 del Ministerio del Medio Ambiente. Se contempla que esta detención tendrá una duración de cinco semanas y su inicio está siendo coordinado con el CDEC-SING, quien ha solicitado que la parada no sea antes del 08 de octubre de 2013, lo que implicará que el proceso de validación no podrá ser iniciado antes de la segunda semana de noviembre de 2013.



Por los motivos antes expuestos, el inicio del proceso de validación de los CEMS de la CT Tarapacá está previsto a partir del 11 de noviembre de 2013. Estamos haciendo las gestiones ante el CDEC – SING para anticipar esta fecha, de contar con algún cambio en la programación de la detención de la unidad producto de dichas conversaciones, le informaremos oportunamente.

Por último, respecto de las observaciones remitidas por el Sr. José Hernández a través de correo electrónico de fecha 29 de agosto de 2013 al informe de Aviso de Ejecución enviado a vuestra repartición mediante carta N°12/2013 de fecha 9 de agosto de 2013, le informamos que haremos llegar el informe actualizado en un fecha cercana al inicio de las pruebas de validación.

Quedamos disponibles para reunirnos a tratar este tema si Ud. Lo considera conveniente.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Ud.,

Eduardo Soto Trincado.
GERENTE GENERAL

c.c.:

- Gerencia de Explotación.
- Central Tarapacá

INFORME DE AVISO DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE VALIDACIÓN CEMS DE CENTRAL TERMOELÉCTRICA TARAPACÁ.

1. OBJETIVO

Entregar a la Superintendencia de Medioambiente, de acuerdo a lo indicado en el punto 4.2, "Aviso de ejecución de los ensayos de validación" del Protocolo para Validación de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones "CEMS" en central termoeléctrica, los antecedentes necesarios para informar y formalizar el proceso de validación de los sistemas de monitoreo continuo de emisiones, CEMS, de la central termoeléctrica Tarapacá.

La unidad mencionada se localizan el kilometro 344,44 de la ruta A1, en el sector Punta Patache, comuna de Iquique, Región de Tarapacá.

En el proceso de validación se someterá a ensayos la siguiente unidad generadora térmica:

- Unidad 1: Turbina de Vapor (Carbón) de 150 MW

En el proceso de validación, el laboratorio validador tendrá como referencia lo indicado en los párrafos correspondientes de la Parte 75 del volumen 40 del Código de Regulaciones Federales (CFR) de la Agencia Ambiental de Estados Unidos (US-EPA), de acuerdo con lo indicado en el Decreto Supremo N° 13/11.

2. ENSAYOS QUE SE REALIZARÁN

Los ensayos se realizarán a los siguientes analizadores que conforman el equipamiento del CEMS de central Tarapacá

- Analizador de SO₂
- Analizador de NO_x
- Analizador de CO
- Analizador de O₂
- Analizador de CO₂
- Medidor de material particulado
- Medidor de humedad
- Medidor de flujo o caudal en la chimenea

Los ensayos que realizará el laboratorio validador son los siguientes:

- Desviación de la Calibración (DC)
- Tiempo de Respuesta (TR)
- Margen de Error (ME) para material particulado.
- Ensayo de Linealidad (EL)
- Exactitud Relativa (ER) para gases.
- Curvas de Correlación (CC) para material particulado.

En Anexo 1, adjunto al final del este documento, se detalla el alcance de dichos ensayos.

El proceso de validación considera todos los ensayos mencionados arriba, además el procesamiento de las muestras y el informe emitido por el laboratorio validador, evaluando el cumplimiento de las máximas dispersiones permitidas.

3. MÉTODOS DE MEDICIÓN Y DE ANÁLISIS QUE SE APLICARÁN

La resolución N°1349 del Ministerio de Salud de fecha 25 de octubre de 1997 y la N° 559 del Ministerio de Salud, de fecha 17 de Marzo de 1999, establecen los métodos de medición oficiales en Chile para emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes fijas.

A continuación se presenta los métodos de muestreo utilizados para el muestreo y análisis de contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas que se ejecutarán durante la validación del CEMS.

TABLA N°A1: MÉTODOS DE MUESTREO DE REFERENCIA		
PARÁMETROS	MÉTODO	SISTEMA UTILIZADO
Dióxido de Carbono (CO ₂)	CH-3A	Determinación de las concentraciones de oxígeno y anhídrido carbónico en las emisiones de fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental.).
Oxígeno (O ₂)	CH-3A	Determinación de las concentraciones de oxígeno y anhídrido carbónico en las emisiones de fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental.).
Óxido de Nitrógeno (NO _x)	CH-7E	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno desde fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental.).
Dióxido de Azufre (SO ₂)	CH-6C	Determinación de las emisiones de dióxido de azufre desde fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental.).
Material Particulado (MP)	CH-5	Determinaciones de emisiones de partículas desde fuentes fijas.
Humedad (H ₂ O)	CH-4	Determinación del contenido de humedad en gases en chimenea
Flujo	CH-2	Determinación de la velocidad y flujo volumétrico en gases de chimenea (tubo pitot tipo S.).

3.1.a) Método CH-3A

Esta metodología es aplicada para la determinación de las concentraciones de Oxígeno (O₂) y Anhídrido carbónico (CO₂) en las emisiones de gases generadas por fuentes fijas. Una muestra es continuamente extraída; una porción de la muestra es transportada a unos analizadores instrumentales para determinar las concentraciones de O₂ y CO₂.

3.1.b) Método CH-7E

Este método es aplicado cuando se encuentra especificado en las reglamentaciones para determinar las concentraciones de NO_x provenientes de fuentes fijas. Es extraída de forma continua una muestra de gases desde una chimenea y se lleva una parte de la muestra a un analizador instrumental para determinar la concentración de NO_x.

3.1.c) Método CH-6C

Este método al igual que el CH-7E y es aplicado cuando se encuentra especificado en las reglamentaciones para determinar las concentraciones de SO₂ en fuentes fijas. Es extraída de forma continua una muestra de gases desde una chimenea y se lleva una parte de la muestra a un analizador instrumental para determinar la concentración de NO_x.

3.1.d) Método CH-5

La determinación de la concentración de partículas y, por ende, de los niveles de arrastre de sólido en la corriente gaseosa, considerando todo material que condense dentro de la sonda de muestreo; es determinado mediante un analizador isocinético de acuerdo al método CH-5, que incluye los métodos CH-1-2-3-4.

El material particulado se extrae isocineticamente de una muestra de gas de la fuente y es retenido en un filtro y en las paredes de la sonda de muestreo.

3.1.e) Método CH-4

Este método se aplica para determinar el contenido de humedad en gases de chimenea, se extrae una muestra de gas a flujo constante desde una fuente, la humedad es removida de la muestra de gas y determinada volumétricamente o gravimétricamente.

3.1.f) Método CH-2

Este método es aplicado para la determinación de la velocidad y flujo volumétrico de una corriente de gas a través de un tubo Pitot tipo "S".

4. ENTIDAD DE INSPECCIÓN QUE EJECUTARÁ LOS ENSAYOS

La entidad de inspección que ejecutará los ensayos es:

Empresa: JHG Servicios Ambientales
Dirección: José Domingo Cañas 2802, Ñuñoa, Santiago.
Teléfono: +56 2 22744377

JHG Servicios Ambientales Ltda. cuenta con las autorizaciones para operar como laboratorio de ensayos para gases y partículas, de acuerdo a la resolución 6342 del 12 de Marzo de 2002 del Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana.

5. CARTA GANTT DE LOS ENSAYOS

Los ensayos serán realizados en las siguientes fechas:

- Desviación de la Calibración (DC): 02 al 09 de septiembre de 2013
- Tiempo de Respuesta (TR): 02 al 09 de septiembre de 2013
- Margen de Error (ME) para MP: 02 al 09 de septiembre de 2013
- Ensayo de Linealidad (L) para cada unidad: 08 de septiembre de 2013.
- Exactitud Relativa (ER) para gases. 23 al 25 de septiembre de 2013
- Curvas de Correlación (CC) para MP. 23 al 27 de septiembre de 2013

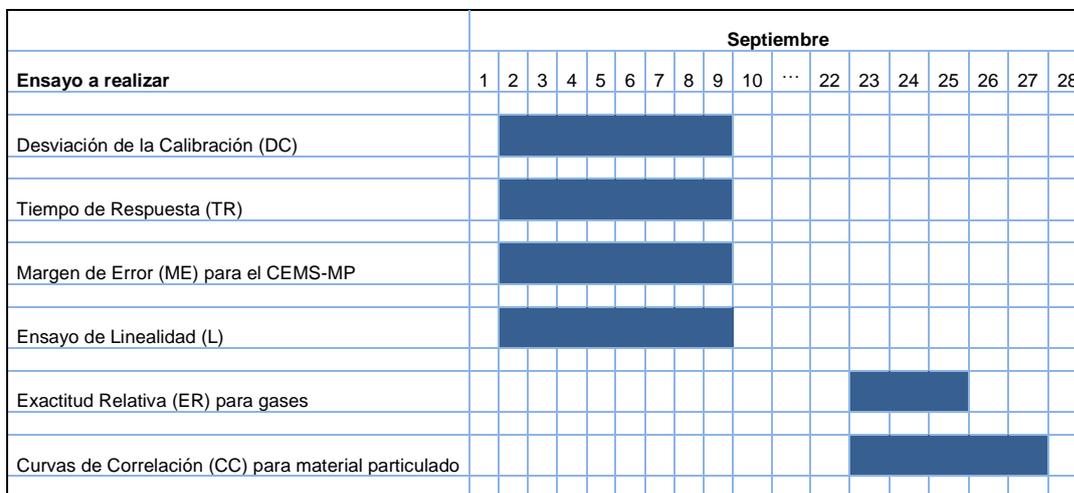
Luego de finalizados los trabajos de validación del CEMS se reportarán los siguientes resultados:

- a) Resultados del ensayo de desviación de la calibración obtenidos luego de la inyección de gases patrones.
- b) Resultados del ensayo de linealidad de los equipos.
- c) Resultados de exactitud relativa obtenida en base a los resultados de las mediciones de gases realizadas por laboratorio autorizado por la Secretaria Ministerial de Salud.
- d) Resultados del margen de error del sistema de monitoreo continuo de material particulado
- e) Resultados del ensayo para obtener curvas de correlación del sistema de monitoreo continuo de material particulado.

El informe con los resultados de validación del CEMS instalado en chimenea de Central Tarapacá, se entregará en formato impreso y digital. Debido a la necesidad de transportar por medio terrestre las muestras de material particulado recuperado con acetona, más el lento proceso de análisis gravimétrico, es posible que se requiera una extensión máxima de 5 días hábiles en la entrega del informe final respecto del plazo establecido en el punto 4.4 del Protocolo de Validación.

Con todo, se estima que los resultados de los ensayos de validación estarán disponibles para ser presentados a la Superintendencia de Medio Ambiente para optar a la certificación de los sistemas de medición el día 11 de noviembre de 2013.

Figura 1: Carta Gantt de los ensayos de validación.



6. CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA FUENTE DURANTE LOS ENSAYOS

Durante los ensayos la central Tarapacá operará con carbón bituminoso pulverizado. De acuerdo con el régimen de producción en que se encuentra operando la central, ésta operará el 100% del tiempo mientras duren los ensayos a un régimen de carga que asegurará mantener por sobre el 50% de la carga base de acuerdo con lo indicado en el protocolo para la validación de sistema de monitoreo continuo de emisiones CEMS del 22 de enero 2013.

No obstante lo anterior, durante este periodo pueden ocurrir imprevistos que nos obligue a detener la operación continua de la unidad por lo tanto las contingencias serán debidamente comunicadas para su conocimiento.

Tabla N° A2 Condiciones de operación	
Parámetro	Unidad CT Tarapacá
Combustible Principal	Carbón bituminoso
Consumo de combustible a plena carga	50 t/h
Potencia Carga Base	150 MW
Mínimo Técnico	100 MW
Horario de funcionamiento	24 hrs

7. UBICACIÓN DE LOS PUERTOS DE MUESTREO PARA TODAS LAS PRUEBAS QUE SE REALIZARÁN

Los puertos de muestreo que se utilizarán para la realización de las pruebas están ubicados en la plataforma de muestreo de la chimenea de la unidad I de la central Tarapacá y corresponden a los puertos habilitados para las medidas isocinéticas y gases.

Tabla N° A3 Descripción puntos de muestreos	
Parámetro	Unidad CT Tarapacá
Diámetro Interno equivalente	3,8 mts
Distancia "A" aguas arriba*	33 mts
Distancia "B" aguas abajo**	42,3 mts
Posición del ducto	Vertical
Largo coplas	25 cm
Sección del ducto	Circular

*Aguas arriba: Atmosfera

** Aguas abajo: Empalme ingreso de gases

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS A REALIZAR

Los trabajos para la validación del CEMS de la unidad 1 de CT Tarapacá consideran la realización de los procedimientos establecidos en el protocolo aprobado por resolución N°57/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que establece la realización de los siguientes ensayos de validación para CEMS de gases y flujo en el siguiente orden:

- a. Ensayo de Desviación de la Calibración (DC)
- b. Ensayo de Linealidad (EL)
- c. Determinación del Tiempo de Respuesta (TR)
- d. Ensayo de Exactitud Relativa (ER)

Para la validación de los CEMS de Material Particulado se realizarán dos ensayos, en el siguiente orden:

- e. Ensayo de Margen de Error (ME)
- f. Ensayos para Obtener Curvas de Correlación (CC)

Para efectos prácticos, por la extensión de estos trabajos, los ensayos de DC, TR y ME se realizan simultáneamente en la misma semana, como se indica en el programa de trabajo.

a) Ensayo de Desviación de la Calibración (DC)

El Ensayo de Desviación de la Calibración (DC), se realizará inyectando los gases patrones de calibración en los analizadores de la unidad I. Este ensayo consiste en inyectar los gases patrones para los niveles cero y alto (span). Este procedimiento se realizará para los gases: O₂, CO₂, NO_x y SO₂.

También se realizará una medición de flujo mediante método CH-2 y humedad mediante método CH-4. Luego se realizarán los cálculos del Ensayo de Desviación de la Calibración de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Ecuación N°1

$$DC = \frac{\text{Valor gas calibración} - \text{Valor del monitor}}{\text{Valor de la escala de medición}} \times 100$$

Ecuación N°2

$$DC = \text{Valor Gas Calibración} - \text{Valor del monitor}$$

Los valores del ensayo de desviación de la calibración deben cumplir con los máximos establecidos en la tabla N°A4:

Tabla N°A4. Valores Límites de Desviación de la Calibración	
Parámetro	Límite de Desviación de la Calibración
SO ₂ (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • ±2.5% del valor de Span utilizado en la ecuación N°1. • 5 ppm cuando el valor de Span es igual o inferior a 200 ppm utilizando la ecuación N°2.
NO _x (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • ±2.5% del valor de Span utilizado en la ecuación N°1. • 5 ppm cuando el valor de Span es igual o inferior a 200 ppm utilizando la ecuación N°2.

Tabla N°A4. Valores Límites de Desviación de la Calibración	
Parámetro	Límite de Desviación de la Calibración
O ₂ (%)	• ±0.5% O ₂ utilizando la ecuación N°2.
CO ₂ (%)	• ±0.5% O ₂ utilizando la ecuación N°2.
Humedad (%)	• ±0.5% de H ₂ O utilizando ecuación N°2.
Flujo (m ³ N/h)	• ±3.0% del valor Span utilizando la ecuación N°1.
Tiempo de Respuesta	• 15 minutos

Este ensayo se realiza inyectando los gases patrones una vez al día en cada nivel (cero y alto), por un período de 7 días y sin que entre una y otra medida exista menos de 24 horas de diferencia.

En forma normal, esta prueba se realiza cuando la fuente opera en forma continua con al menos un 50% de su carga máxima. También se permiten condiciones especiales de paradas no programadas, siempre y cuando la prueba total no supere los 14 días.

Por exigencia del protocolo, para SO₂ y NO_x los gases patrones que se utilizan son del tipo “EPA-Protocol” que cuentan con un certificado del fabricante y con una desviación menor o igual al 2%.

b) Ensayo de Linealidad (EL)

EL ensayo de linealidad (EL) se realiza inyectando gases de calibración para los niveles bajo, medio y alto, directamente a los analizadores de gases, considerando como concentración nivel bajo entre 20 a 30 (%) del Span, concentración de nivel medio 50 a 60 (%) del Span y concentración de nivel alto entre 80 a 100 (%) del Span.

Los gases de referencia utilizados se ingresarán al sistema de monitoreo continuo, tres veces, no utilizando el mismo gas dos veces consecutivas. Para cada concentración, se debe calcular el promedio de las respuestas para determinar el error de linealidad utilizando las ecuaciones que se detallan a continuación según corresponda:

Ecuación N°3

$$EL = \frac{\text{Valor gas calibración} - \text{Valor del monitor}}{\text{Valor gas calibración}} \times 100$$

Ecuación N°4

$$EL = \text{Valor gas calibración} - \text{Valor del monitor}$$

Los gases patrones a utilizar son EPA Protocol para el SO₂ y NO_x.

Esta prueba también debe realizarse estando la fuente por sobre el 50% de su carga máxima.

Los resultados del error de linealidad, se deben calcular para cada concentración de gas de calibración y son aceptables si ninguno de los resultados de los niveles evaluados, arroja valores superiores a los indicados en la tabla N°A5.

Tabla N°A5 Valores Límite de Linealidad	
Parámetro	Límite de Error de Linealidad
SO₂ (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % según Ecuación N°3 • 5 ppm utilizando ecuación N°4
NO_x (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % según Ecuación N°3 • 5 ppm utilizando ecuación N°4
O₂ (%)	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % según Ecuación N°3 • 5 ppm utilizando ecuación N°4
CO₂	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % según Ecuación N°3 • 5 ppm utilizando ecuación N°4

c) Determinación del Tiempo de Respuesta

Este ensayo pretende determinar cuánto tarda el sistema de monitoreo en tomar el registro de una concentración de gases, por lo que debe realizarse para cada uno de los gases. Se debe ejecutar con la fuente operando sobre el 50% de su máxima carga, y por eso se realiza en paralelo con los 7 días de las pruebas de DC.

En esta prueba también se utilizarán los gases patrones de calidad EPA protocol en el caso del SO₂ y el NO_x, de nivel cero y nivel alto de manera alternada.

Estando el sistema con un registro estable, se inyecta el gas de calibración de nivel alto, y se contabiliza lo que tarda el sistema en registrar de forma estable la concentración del gas inyectado.

El tiempo de ciclo ascendente corresponde a lo que tardó entre las lecturas estables iniciales y el 95% del valor estable final. Asimismo se determina el tiempo de ciclo descendente, inyectando gases patrones de nivel cero. El tiempo de ciclo del analizador será el mayor de ambos.

Para el CEMS se realiza la inyección de cada gas, y para los CEMS-MP se utilizan las señales electrónicas de referencia que traen los equipos, tanto para nivel cero como de escala superior.

Tal como se indica en la Tabla N°A4, el máximo retardo de respuesta aceptable es de 15 minutos tanto para gases como para MP.

d) Ensayo de Exactitud Relativa

La determinación de gases SO₂, NO_x, O₂ y CO₂ se realizara mediante monitoreo continuo, con analizadores de gases implementados en un vehículo acondicionado para tales efectos.

El ensayo de Exactitud Relativa (ER) consiste en la contrastación entre los valores registrados entre el CEMS instalado en la chimenea de la unidad de central Tarapacá, y los valores obtenidos por el Laboratorio Autorizado, aplicando los métodos de medición de referencia aprobados por la autoridad.

Para este efecto se realizaran 12 corridas de muestreo de 21 minutos de duración cada una, pudiéndose eliminar un máximo de tres corridas. De acuerdo a la experiencia del laboratorio autorizado, esta prueba tarda del orden de 3 días.

Los resultados del Ensayo de Exactitud Relativa deben cumplir con los límites de Exactitud Relativa indicados en la Tabla N°A6, de acuerdo a la siguiente fórmula:

Ecuación N°5

$$ER = \frac{d \text{ promedio} - CC}{\text{Valor promedio método de referencia}} \times 100$$

Dónde:

d_{promedio}

= Media Aritmética de las diferencias d_i

d_i

= (valor método de referencia) $_i$ – (Valor monitor continuo) $_i$

CC

= Coeficiente de confianza. Considera la probabilidad que el valor medido tenga un 95 (%) de nivel de confianza para las 9 corridas.

$$CC = t_{0.025} \frac{Sd}{\sqrt{n}}$$

CC

= 0.76867 x Sd

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_i^2 d - \frac{1}{n} (\sum di)^2}{n - 1}}$$

Dónde:

Sd

= Desviación estándar

n

= Número de corridas

Ecuación N°6

$$ER = (\text{Valor monitor continuo prom} - \text{valor método de referencia prom})$$

Ecuación N°7

$$ER = (\text{Valor monitor continuo} - \text{valor método de referencia}) \text{ prom}$$

Tabla N°A6. Valor Límite de Exactitud Relativa		
Parámetro	Exactitud Relativa	Método de Referencia
SO ₂ (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • ≤20% cuando se utiliza el Método de Referencia en el denominador de la ecuación N°5 para calcular ER (las emisiones promedio durante la prueba son mayores al 50% del estándar de emisiones.). • ≤10% cuando el estándar de emisión aplicable es usada como denominador de la ecuación N°5 para calcular la ER (las emisiones promedio durante la prueba son menores al 50% del estándar de las emisiones) • ≤15 ppm cuando el promedio de las mediciones obtenidas por el MR es menor o igual a 250 ppm, utilizando la ecuación N°6, donde sea que la especificación de 20 y 10% no se logre. 	CH-6C
NO _x (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • ≤20% cuando se utiliza el Método de Referencia en el denominador de la ecuación N°5 para calcular ER (las emisiones promedio durante la prueba son mayores al 50% del estándar de emisiones.). • ≤10% cuando el estándar de emisión aplicable es usada como denominador de la ecuación N°5 para calcular la ER (las emisiones promedio durante la 	CH-7E

Tabla N°A6. Valor Límite de Exactitud Relativa		
Parámetro	Exactitud Relativa	Método de Referencia
	prueba son menores al 50% del estándar de las emisiones) • ≤15 ppm cuando el promedio de las mediciones obtenidas por el MR es menor o igual a 250 ppm, utilizando la ecuación N°6, donde sea que la especificación de 20 y 10% no se logre.	
O ₂ (%)	• 10% utilizando ecuación N°5 • 1% de O ₂ utilizando ecuación N°7	CH-3A
CO ₂ (%)	• 10% utilizando la ecuación N°5 • 1% de CO ₂ utilizando la ecuación N°7	CH-3A
Humedad (%)	• 10% utilizando la ecuación N°5 • 1.5% de H ₂ O utilizando la ecuación N°6	CH-4
Flujo (m/s)	• ≤20% utilizando el promedio del MR en ecuación N°5 • 10% en cualquier carga utilizando la ecuación N°5 • 0.6 (m/s) si la velocidad es igual a inferior a 3,05 (m/s), utilizando la ecuación N°6	CH-2

e) Ensayo de Margen de Error

Cabe señalar que para la realización de los ensayos de Margen de Error (ME) se realizarán las verificaciones electrónicas de los niveles cero y span del analizador de Material Particulado mientras la fuente esté operando normalmente, una vez al día, por 7 días consecutivos (intervalos de al menos 24 horas).

El valor de referencia para determinar el error de escala superior, deberá ser capaz de producir una respuesta entre 50 y 100% del rango de respuesta el CEMS-MP. Para el chequeo de ME en cero, deberá producirse una respuesta entre 0 y 20%, del rango de respuesta del CEMS-MP. Cualquier ajuste a ser realizado a los valores de seteo de nivel cero y en escala superior, deberá hacerse posterior a la realización de los ensayos, para así verificar el margen de los errores.

Se podrá ajustar diariamente a los valores de seteo (cero y span) cada vez que el valor de % ME sea cercano al valor límite del cumplimiento establecido del 2%. No obstante, el valor entregado por el CEMS-MP previa la realización del ajuste debe ser registrado.

Para hacer más eficiente el uso de los recursos, esta prueba se programa en paralelo con los 7 días de la DC.

El porcentaje de ME se calculará en base a las siguientes ecuaciones:

Ecuación N°8

$$ES = \frac{(R_{cem} - R_u)}{R_u} \times 100$$

Dónde:

R_{cem} = Respuesta del CEMS-MP al estándar de referencia de escala superior.

R_u = Valor numérico preestablecido del estándar de referencia de escala superior.

Ecuación N°9

$$ES = \frac{(R_{cem} - RI)}{R_u} \times 100$$

Dónde:

R_{cem} = Répuesta del CEMS-MP al estándar de referencia en cero.

RI = Valor numérico preestablecido del estándar de referencia en cero.

R_u = Valor numérico preestablecido del estándar de referencia de escala superior.

f) Ensayo para Obtener Curvas de Correlación

Se realizarán 20 corridas de mediciones de material particulado en la chimenea de acuerdo a la metodología CH-5 y podrán descartarse 5 corridas sin justificación, siempre que obtenga al final como mínimo un total de 5 ensayos para el desarrollo de la correlación. No obstante Endesa Chile informará aquellas corridas de medición descartadas. Con estos datos y los entregados en un CEMS MP se obtendrá la mejor correlación respecto modelos matemáticos definidos, estos son: lineal, polinomial, logarítmico, exponencial o de potencia.

Durante cada ensayo se debe coordinar las operaciones de proceso, muestreo del CH-5 (método de referencia) realizado por el laboratorio autorizado y los datos entregados por el CEMS-MP para que exista información simultánea.

Idealmente las muestras serán obtenidas al menos, el 20% de las 15 muestras mínimas, en tres niveles: nivel de concentración cero, medio y concentración máxima, los que corresponden a valores entre 0-50, 25-75, 50-100%, referidas al valor de máxima concentración de material particulado. Sólo es posible emplear datos individuales a cada nivel, aun cuando los niveles se traslapen.

En caso de no ser posible obtener los tres niveles anteriores, se realizarán los ensayos de correlación en el máximo rango de concentración de material particulado, que sea práctico en el CEMS-MP para asegurar que el rango del equipo sea máximo.

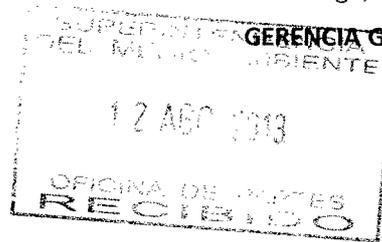
La unidad de Central Tarapacá operará preferentemente en carga base (150 MW) y excepcionalmente de acuerdo a los requerimientos del Centro de Despacho Económico de Carga podría regular carga hasta su mínimo técnico (100 MW); por lo cual en estos dos escenarios de operación se efectuarán las mediciones para la obtención de las curvas de correlación por sobre el 50% de la carga base.

De acuerdo a la experiencia del Laboratorio Autorizado, esta prueba tarda del orden de 5 días, y se hace en paralelo con la ER, con un equipo diferente de operadores.



Santiago, 09 de agosto de 2013

Señor
Juan Carlos Monckeberg Fernández.
Superintendente (S) de Medio Ambiente.
Miraflores N°178, piso 7.
Santiago



REF.: AVISO DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE VALIDACIÓN CEMS DE CENTRAL TARAPACÁ

De nuestra consideración:

Junto con saludarle, hacemos envío del Aviso de Ejecución para iniciar el proceso de ensayos de validación del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones, CEMS, de la Central Termoeléctrica Tarapacá. Lo anterior de acuerdo con lo indicado en el punto 4.2 del Protocolo correspondiente, promulgado con Resolución N° 57 exenta, del 22 de enero de 2013.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Ud.,

Eduardo Soto Trincado.
Gerente General

Incl.: Informe de Aviso de ejecución de ensayos de validación CEMS Central Tarapacá

c.c.:

- Gerencia de Explotación.
- Central Tarapacá

INFORME DE AVISO DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE VALIDACIÓN CEMS DE CENTRAL TERMOELÉCTRICA TARAPACÁ.

1. OBJETIVO

Entregar a la Superintendencia de Medioambiente, de acuerdo a lo indicado en el punto 4.2, "Aviso de ejecución de los ensayos de validación" del Protocolo para Validación de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones "CEMS" en central termoeléctrica, los antecedentes necesarios para informar y formalizar el proceso de validación de los sistemas de monitoreo continuo de emisiones, CEMS, de la central termoeléctrica Tarapacá.

La unidad mencionada se localizan el kilometro 344,44 de la ruta A1, en el sector Punta Patache, comuna de Iquique, Región de Tarapacá.

En el proceso de validación se someterá a ensayos la siguiente unidad generadora térmica:

- Unidad 1: Turbina de Vapor (Carbón) de 150 MW

En el proceso de validación, el laboratorio validador tendrá como referencia lo indicado en los párrafos correspondientes de la Parte 75 del volumen 40 del Código de Regulaciones Federales (CFR) de la Agencia Ambiental de Estados Unidos (US-EPA), de acuerdo con lo indicado en el Decreto Supremo N° 13/11.

2. ENSAYOS QUE SE REALIZARÁN

Los ensayos se realizarán a los siguientes analizadores que conforman el equipamiento del CEMS de central Tarapacá

- Analizador de SO₂
- Analizador de NO_x
- Analizador de CO
- Analizador de O₂
- Analizador de CO₂
- Medidor de material particulado
- Medidor de humedad
- Medidor de flujo o caudal en la chimenea

Los ensayos que realizará el laboratorio validador son los siguientes:

- Desviación de la Calibración (DC)
- Tiempo de Respuesta (TR)
- Margen de Error (ME) para material particulado.
- Ensayo de Linealidad (EL)
- Exactitud Relativa (ER) para gases.
- Curvas de Correlación (CC) para material particulado.

En Anexo 1, adjunto al final del este documento, se detalla el alcance de dichos ensayos.

El proceso de validación considera todos los ensayos mencionados arriba, además el procesamiento de las muestras y el informe emitido por el laboratorio validador, evaluando el cumplimiento de las máximas dispersiones permitidas.

3. MÉTODOS DE MEDICIÓN Y DE ANÁLISIS QUE SE APLICARÁN

La resolución N°1349 del Ministerio de Salud de fecha 25 de octubre de 1997 y la N° 559 del Ministerio de Salud, de fecha 17 de Marzo de 1999, establecen los métodos de medición oficiales en Chile para emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes fijas.

A continuación se presenta los métodos de muestreo utilizados para el muestreo y análisis de contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas que se ejecutarán durante la validación del CEMS.

TABLA N°A1: MÉTODOS DE MUESTREO DE REFERENCIA		
PARÁMETROS	MÉTODO	SISTEMA UTILIZADO
Dióxido de Carbono (CO ₂)	CH-3A	Determinación de las concentraciones de oxígeno y anhídrido carbónico en las emisiones de fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental.).
Oxígeno (O ₂)	CH-3A	Determinación de las concentraciones de oxígeno y anhídrido carbónico en las emisiones de fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental.).
Oxido de Nitrógeno (NO _x)	CH-7E	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno desde fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental.).
Dióxido de Azufre (SO ₂)	CH-6C	Determinación de las emisiones de dióxido de azufre desde fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental.).
Material Particulado (MP)	CH-5	Determinaciones de emisiones de partículas desde fuentes fijas.
Humedad (H ₂ O)	CH-4	Determinación del contenido de humedad en gases en chimenea
Flujo	CH-2	Determinación de la velocidad y flujo volumétrico en gases de chimenea (tubo pitot tipo S.).

3.1.a) Método CH-3A

Esta metodología es aplicada para la determinación de las concentraciones de Oxígeno (O₂) y Anhídrido carbónico (CO₂) en las emisiones de gases generadas por fuentes fijas. Una muestra es continuamente extraída; una porción de la muestra es transportada a unos analizadores instrumentales para determinar las concentraciones de O₂ y CO₂.

3.1.b) Método CH-7E

Este método es aplicado cuando se encuentra especificado en las reglamentaciones para determinar las concentraciones de NO_x provenientes de fuentes fijas. Es extraída de forma continua una muestra de gases desde una chimenea y se lleva una parte de la muestra a un analizador instrumental para determinar la concentración de NO_x.

3.1.c) Método CH-6C

Este método al igual que el CH-7E y es aplicado cuando se encuentra especificado en las reglamentaciones para determinar las concentraciones de SO₂ en fuentes fijas. Es extraída de forma continua una muestra de gases desde una chimenea y se lleva una parte de la muestra a un analizador instrumental para determinar la concentración de NO_x.

3.1.d) Método CH-5

La determinación de la concentración de partículas y, por ende, de los niveles de arrastre de sólido en la corriente gaseosa, considerando todo material que condense dentro de la sonda de muestreo; es determinado mediante un analizador isocinético de acuerdo al método CH-5, que incluye los métodos CH-1-2-3-4.

El material particulado se extrae isocineticamente de una muestra de gas de la fuente y es retenido en un filtro y en las paredes de la sonda de muestreo.

3.1.e) Método CH-4

Este método se aplica para determinar el contenido de humedad en gases de chimenea, se extrae una muestra de gas a flujo constante desde una fuente, la humedad es removida de la muestra de gas y determinada volumétricamente o gravimétricamente.

3.1.f) Método CH-2

Este método es aplicado para la determinación de la velocidad y flujo volumétrico de una corriente de gas a través de un tubo Pitot tipo "S".

4. ENTIDAD DE INSPECCIÓN QUE EJECUTARÁ LOS ENSAYOS

La entidad de inspección que ejecutará los ensayos es:

Empresa: JHG Servicios Ambientales
Dirección: José Domingo Cañas 2802, Ñuñoa, Santiago.
Teléfono: +56 2 22744377

JHG Servicios Ambientales Ltda. cuenta con las autorizaciones para operar como laboratorio de ensayos para gases y partículas, de acuerdo a la resolución 6342 del 12 de Marzo de 2002 del Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana.

5. CARTA GANTT DE LOS ENSAYOS

Los ensayos serán realizados en las siguientes fechas:

- Desviación de la Calibración (DC): 02 al 09 de septiembre de 2013
- Tiempo de Respuesta (TR): 02 al 09 de septiembre de 2013
- Margen de Error (ME) para MP: 02 al 09 de septiembre de 2013
- Ensayo de Linealidad (L) para cada unidad: 08 de septiembre de 2013.
- Exactitud Relativa (ER) para gases. 23 al 25 de septiembre de 2013
- Curvas de Correlación (CC) para MP. 23 al 27 de septiembre de 2013

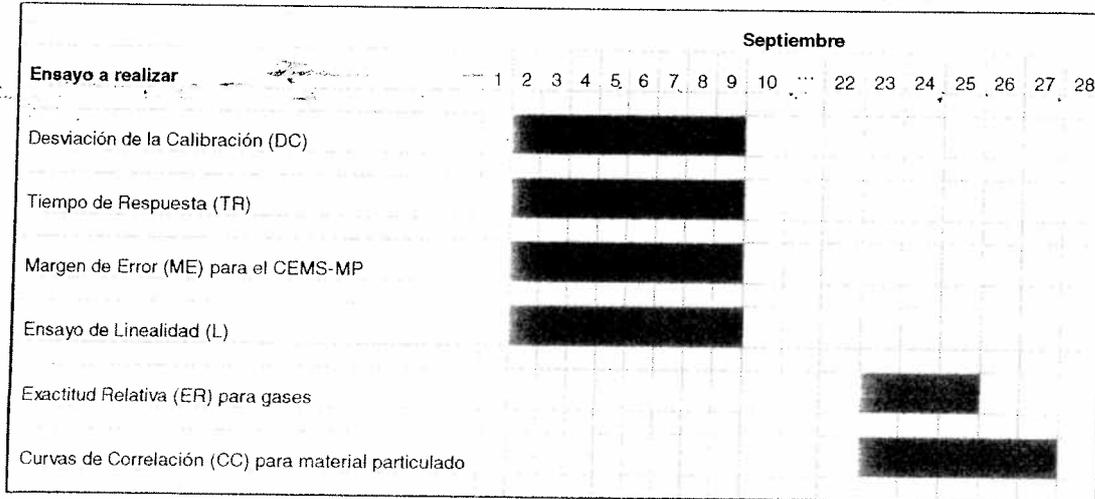
Luego de finalizados los trabajos de validación del CEMS se reportarán los siguientes resultados:

- a) Resultados del ensayo de desviación de la calibración obtenidos luego de la inyección de gases patrones.
- b) Resultados del ensayo de linealidad de los equipos.
- c) Resultados de exactitud relativa obtenida en base a los resultados de las mediciones de gases realizadas por laboratorio autorizado por la Secretaria Ministerial de Salud.
- d) Resultados del margen de error del sistema de monitoreo continuo de material particulado
- e) Resultados del ensayo para obtener curvas de correlación del sistema de monitoreo continuo de material particulado.

El informe con los resultados de validación del CEMS instalado en chimenea de Central Tarapacá, se entregará en formato impreso y digital. Debido a la necesidad de transportar por medio terrestre las muestras de material particulado recuperado con acetona, más el lento proceso de análisis gravimétrico, es posible que se requiera una extensión máxima de 5 días hábiles en la entrega del informe final respecto del plazo establecido en el punto 4.4 del Protocolo de Validación.

Con todo, se estima que los resultados de los ensayos de validación estarán disponibles para ser presentados a la Superintendencia de Medio Ambiente para optar a la certificación de los sistemas de medición el día 11 de noviembre de 2013.

Figura 1: Carta Gantt de los ensayos de validación.



6. CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA FUENTE DURANTE LOS ENSAYOS

Durante los ensayos la central Tarapacá operará con carbón bituminoso pulverizado. De acuerdo con el régimen de producción en que se encuentra operando la central, ésta operará el 100% del tiempo mientras duren los ensayos a un régimen de carga que asegurará mantener por sobre el 50% de la carga base de acuerdo con lo indicado en el protocolo para la validación de sistema de monitoreo continuo de emisiones CEMS del 22 de enero 2013.

No obstante lo anterior, durante este periodo pueden ocurrir imprevistos que nos obligue a detener la operación continua de la unidad por lo tanto las contingencias serán debidamente comunicadas para su conocimiento.

Tabla N°A2 Condiciones de operación	
Parámetro	Unidad CT Tarapacá
Combustible Principal	Carbón bituminoso
Consumo de combustible a plena carga	50 t/h
Potencia Carga Base	150 MW
Mínimo Técnico	100 MW
Horario de funcionamiento	24 hrs

7. UBICACIÓN DE LOS PUERTOS DE MUESTREO PARA TODAS LAS PRUEBAS QUE SE REALIZARÁN

Los puertos de muestreo que se utilizarán para la realización de las pruebas están ubicados en la plataforma de muestreo de la chimenea de la unidad I de la central Tarapacá y corresponden a los puertos habilitados para las medidas isocinéticas y gases.

Tabla N°A3 Descripción puntos de muestreos	
Parámetro	Unidad CT Tarapacá
Diámetro Interno equivalente	3,8 mts
Distancia "A" aguas arriba*	33 mts
Distancia "B" aguas abajo**	42,3 mts
Posición del ducto	Vertical
Largo coplas	25 cm
Sección del ducto	Circular

*Aguas arriba: Atmosfera

** Aguas abajo: Empalme ingreso de gases

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS A REALIZAR

Los trabajos para la validación del CEMS de la unidad 1 de CT Tarapacá consideran la realización de los procedimientos establecidos en el protocolo aprobado por resolución N°57/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que establece la realización de los siguientes ensayos de validación para CEMS de gases y flujo en el siguiente orden:

- a. Ensayo de Desviación de la Calibración (DC)
- b. Ensayo de Linealidad (EL)
- c. Determinación del Tiempo de Respuesta (TR)
- d. Ensayo de Exactitud Relativa (ER)

Para la validación de los CEMS de Material Particulado se realizarán dos ensayos, en el siguiente orden:

- e. Ensayo de Margen de Error (ME)
- f. Ensayos para Obtener Curvas de Correlación (CC)

Para efectos prácticos, por la extensión de estos trabajos, los ensayos de DC, TR y ME se realizan simultáneamente en la misma semana, como se indica en el programa de trabajo.

a) Ensayo de Desviación de la Calibración (DC)

El Ensayo de Desviación de la Calibración (DC), se realizará inyectando los gases patrones de calibración en los analizadores de la unidad I. Este ensayo consiste en inyectar los gases patrones para los niveles cero y alto (span). Este procedimiento se realizará para los gases: O₂, CO₂, NO_x y SO₂.

También se realizará una medición de flujo mediante método CH-2 y humedad mediante método CH-4. Luego se realizarán los cálculos del Ensayo de Desviación de la Calibración de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Ecuación N°1

$$DC = \frac{\text{Valor gas calibración} - \text{Valor del monitor}}{\text{Valor de la escala de medición}} \times 100$$

Ecuación N°2

$$DC = \text{Valor Gas Calibración} - \text{Valor del monitor}$$

Los valores del ensayo de desviación de la calibración deben cumplir con los máximos establecidos en la tabla N°A4:

Tabla N°A4. Valores Límites de Desviación de la Calibración	
Parámetro	Límite de Desviación de la Calibración
SO ₂ (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • ±2.5% del valor de Span utilizado en la ecuación N°1. • 5 ppm cuando el valor de Span es igual o inferior a 200 ppm utilizando la ecuación N°2.
NO _x (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • ±2.5% del valor de Span utilizado en la ecuación N°1. • 5 ppm cuando el valor de Span es igual o inferior a 200 ppm utilizando la ecuación N°2.

Tabla N°A4. Valores Límites de Desviación de la Calibración	
Parámetro	Límite de Desviación de la Calibración
O ₂ (%)	• ±0.5% O ₂ utilizando la ecuación N°2.
CO ₂ (%)	• ±0.5% O ₂ utilizando la ecuación N°2.
Humedad (%)	• ±0.5% de H ₂ O utilizando ecuación N°2.
Flujo (m ³ N/h)	• ±3.0% del valor Span utilizando la ecuación N°1.
Tiempo de Respuesta	• 15 minutos

Este ensayo se realiza inyectando los gases patrones una vez al día en cada nivel (cero y alto), por un período de 7 días y sin que entre una y otra medida exista menos de 24 horas de diferencia.

En forma normal, esta prueba se realiza cuando la fuente opera en forma continua con al menos un 50% de su carga máxima. También se permiten condiciones especiales de paradas no programadas, siempre y cuando la prueba total no supere los 14 días.

Por exigencia del protocolo, para SO₂ y NO_x los gases patrones que se utilizan son del tipo "EPA-Protocol" que cuentan con un certificado del fabricante y con una desviación menor o igual al 2%.

b) Ensayo de Linealidad (EL)

EL ensayo de linealidad (EL) se realiza inyectando gases de calibración para los niveles bajo, medio y alto, directamente a los analizadores de gases, considerando como concentración nivel bajo entre 20 a 30 (%) del Span, concentración de nivel medio 50 a 60 (%) del Span y concentración de nivel alto entre 80 a 100 (%) del Span.

Los gases de referencia utilizados se ingresarán al sistema de monitoreo continuo, tres veces, no utilizando el mismo gas dos veces consecutivas. Para cada concentración, se debe calcular el promedio de las respuestas para determinar el error de linealidad utilizando las ecuaciones que se detallan a continuación según corresponda:

Ecuación N°3

$$EL = \frac{\text{Valor gas calibración} - \text{Valor del monitor}}{\text{Valor gas calibración}} \times 100$$

Ecuación N°4

$$EL = \text{Valor gas calibración} - \text{Valor del monitor}$$

Los gases patrones a utilizar son EPA Protocol para el SO₂ y NO_x.

Esta prueba también debe realizarse estando la fuente por sobre el 50% de su carga máxima.

Los resultados del error de linealidad, se deben calcular para cada concentración de gas de calibración y son aceptables si ninguno de los resultados de los niveles evaluados, arroja valores superiores a los indicados en la tabla N°A5.

Tabla N°A5 Valores Límite de Linealidad	
Parámetro	Límite de Error de Linealidad
SO ₂ (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % según Ecuación N°3 • 5 ppm utilizando ecuación N°4
NO _x (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % según Ecuación N°3 • 5 ppm utilizando ecuación N°4
O ₂ (%)	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % según Ecuación N°3 • 5 ppm utilizando ecuación N°4
CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % según Ecuación N°3 • 5 ppm utilizando ecuación N°4

c) Determinación del Tiempo de Respuesta

Este ensayo pretende determinar cuánto tarda el sistema de monitoreo en tomar el registro de una concentración de gases, por lo que debe realizarse para cada uno de los gases. Se debe ejecutar con la fuente operando sobre el 50% de su máxima carga, y por eso se realiza en paralelo con los 7 días de las pruebas de DC.

En esta prueba también se utilizarán los gases patrones de calidad EPA protocol en el caso del SO₂ y el NO_x, de nivel cero y nivel alto de manera alternada.

Estando el sistema con un registro estable, se inyecta el gas de calibración de nivel alto, y se contabiliza lo que tarda el sistema en registrar de forma estable la concentración del gas inyectado.

El tiempo de ciclo ascendente corresponde a lo que tardó entre las lecturas estables iniciales y el 95% del valor estable final. Asimismo se determina el tiempo de ciclo descendente, inyectando gases patrones de nivel cero. El tiempo de ciclo del analizador será el mayor de ambos.

Para el CEMS se realiza la inyección de cada gas, y para los CEMS-MP se utilizan las señales electrónicas de referencia que traen los equipos, tanto para nivel cero como de escala superior.

Tal como se indica en la Tabla N°A4, el máximo retardo de respuesta aceptable es de 15 minutos tanto para gases como para MP.

d) Ensayo de Exactitud Relativa

La determinación de gases SO₂, NO_x, O₂ y CO₂ se realizara mediante monitoreo continuo, con analizadores de gases implementados en un vehículo acondicionado para tales efectos.

El ensayo de Exactitud Relativa (ER) consiste en la contrastación entre los valores registrados entre el CEMS instalado en la chimenea de la unidad de central Tarapacá, y los valores obtenidos por el Laboratorio Autorizado, aplicando los métodos de medición de referencia aprobados por la autoridad.

Para este efecto se realizaran 12 corridas de muestreo de 21 minutos de duración cada una, pudiéndose eliminar un máximo de tres corridas. De acuerdo a la experiencia del laboratorio autorizado, esta prueba tarda del orden de 3 días. Los resultados del Ensayo de Exactitud Relativa deben cumplir con los límites de Exactitud Relativa indicados en la Tabla N°A6, de acuerdo a la siguiente fórmula:

Ecuación N°5

$$ER = \frac{d_{\text{promedio}} - CC}{\text{Valor promedio método de referencia}} \times 100$$

Dónde:

d_{promedio}

= Media Aritmética de las diferencias d_i

d_i

= (valor método de referencia)_i - (Valor monitor continuo)_i

CC

= Coeficiente de confianza. Considera la probabilidad que el valor medido tenga un 95 (%) de nivel de confianza para las 9 corridas.

$$CC = t_{0.025} \frac{Sd}{\sqrt{n}}$$

CC

= 0.76867 x Sd

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_i^2 d - \frac{1}{n} (\sum di)^2}{n - 1}}$$

Dónde:

Sd

= Desviación estándar

n

= Número de corridas

Ecuación N°6

$$ER = (\text{Valor monitor continuo prom} - \text{valor método de referencia prom})$$

Ecuación N°7

$$ER = (\text{Valor monitor continuo} - \text{valor método de referencia}) \text{ prom}$$

Tabla N°A6. Valor Límite de Exactitud Relativa		
Parámetro	Exactitud Relativa	Método de Referencia
SO ₂ (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • ≤20% cuando se utiliza el Método de Referencia en el denominador de la ecuación N°5 para calcular ER (las emisiones promedio durante la prueba son mayores al 50% del estándar de emisiones.). • ≤10% cuando el estándar de emisión aplicable es usada como denominador de la ecuación N°5 para calcular la ER (las emisiones promedio durante la prueba son menores al 50% del estándar de las emisiones) • ≤15 ppm cuando el promedio de las mediciones obtenidas por el MR es menor o igual a 250 ppm, utilizando la ecuación N°6, donde sea que la especificación de 20 y 10% no se logre. 	CH-6C
NO _x (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • ≤20% cuando se utiliza el Método de Referencia en el denominador de la ecuación N°5 para calcular ER (las emisiones promedio durante la prueba son mayores al 50% del estándar de emisiones.). • ≤10% cuando el estándar de emisión aplicable es usada como denominador de la ecuación N°5 para calcular la ER (las emisiones promedio durante la 	CH-7E

Tabla N°A6. Valor Límite de Exactitud Relativa		
Parámetro	Exactitud Relativa	Método de Referencia
	prueba son menores al 50% del estándar de las emisiones) • ≤15 ppm cuando el promedio de las mediciones obtenidas por el MR es menor o igual a 250 ppm, utilizando la ecuación N°6, donde sea que la especificación de 20 y 10% no se logre.	
O ₂ (%)	• 10% utilizando ecuación N°5 • 1% de O ₂ utilizando ecuación N°7	CH-3A
CO ₂ (%)	• 10% utilizando la ecuación N°5 • 1% de CO ₂ utilizando la ecuación N°7	CH-3A
Humedad (%)	• 10% utilizando la ecuación N°5 • 1.5% de H ₂ O utilizando la ecuación N°6	CH-4
Flujo (m/s)	• ≤20% utilizando el promedio del MR en ecuación N°5 • 10% en cualquier carga utilizando la ecuación N°5 • 0.6 (m/s) si la velocidad es igual a inferior a 3,05 (m/s), utilizando la ecuación N°6	CH-2

e) Ensayo de Margen de Error

Cabe señalar que para la realización de los ensayos de Margen de Error (ME) se realizarán las verificaciones electrónicas de los niveles cero y span del analizador de Material Particulado mientras la fuente esté operando normalmente, una vez al día, por 7 días consecutivos (intervalos de al menos 24 horas).

El valor de referencia para determinar el error de escala superior, deberá ser capaz de producir una respuesta entre 50 y 100% del rango de respuesta el CEMS-MP. Para el chequeo de ME en cero, deberá producirse una respuesta entre 0 y 20%, del rango de respuesta del CEMS-MP. Cualquier ajuste a ser realizado a los valores de seteo de nivel cero y en escala superior, deberá hacerse posterior a la realización de los ensayos, para así verificar el margen de los errores.

Se podrá ajustar diariamente a los valores de seteo (cero y span) cada vez que el valor de % ME sea cercano al valor límite del cumplimiento establecido del 2%. No obstante, el valor entregado por el CEMS-MP previa la realización del ajuste debe ser registrado.

Para hacer más eficiente el uso de los recursos, esta prueba se programa en paralelo con los 7 días de la DC.

El porcentaje de ME se calculará en base a las siguientes ecuaciones:

Ecuación N°8

$$ES = \frac{(Rcem - Ru)}{Ru} \times 100$$

Dónde:

Rcem = Respuesta del CEMS-MP al estándar de referencia de escala superior.

Ru = Valor numérico preestablecido del estándar de referencia de escala superior.

Ecuación N°9

$$ES = \frac{(R_{cem} - RI)}{Ru} \times 100$$

Dónde:

Rcem = Repuesta del CEMS-MP al estándar de referencia en cero.

RI = Valor numérico preestablecido del estándar de referencia en cero.

Ru = Valor numérico preestablecido del estándar de referencia de escala superior.

f) Ensayo para Obtener Curvas de Correlación

Se realizarán 20 corridas de mediciones de material particulado en la chimenea de acuerdo a la metodología CH-5 y podrán descartarse 5 corridas sin justificación, siempre que obtenga al final como mínimo un total de 5 ensayos para el desarrollo de la correlación. No obstante Endesa Chile informará aquellas corridas de medición descartadas. Con estos datos y los entregados en un CEMS MP se obtendrá la mejor correlación respecto modelos matemáticos definidos, estos son: lineal, polinomial, logarítmico, exponencial o de potencia.

Durante cada ensayo se debe coordinar las operaciones de proceso, muestreo del CH-5 (método de referencia) realizado por el laboratorio autorizado y los datos entregados por el CEMS-MP para que exista información simultánea.

Idealmente las muestras serán obtenidas al menos, el 20% de las 15 muestras mínimas, en tres niveles: nivel de concentración cero, medio y concentración máxima, los que corresponden a valores entre 0-50, 25-75, 50-100%, referidas al valor de máxima concentración de material particulado. Sólo es posible emplear datos individuales a cada nivel, aun cuando los niveles se traslapen.

En caso de no ser posible obtener los tres niveles anteriores, se realizarán los ensayos de correlación en el máximo rango de concentración de material particulado, que sea práctico en el CEMS-MP para asegurar que el rango del equipo sea máximo.

La unidad de Central Tarapacá operará preferentemente en carga base (150 MW) y excepcionalmente de acuerdo a los requerimientos del Centro de Despacho Económico de Carga podría regular carga hasta su mínimo técnico (100 MW); por lo cual en estos dos escenarios de operación se efectuarán las mediciones para la obtención de las curvas de correlación por sobre el 50% de la carga base.

De acuerdo a la experiencia del Laboratorio Autorizado, esta prueba tarda del orden de 5 días, y se hace en paralelo con la ER, con un equipo diferente de operadores.



ENDESA CHILE S.A.

**ADENDA Nº 1 AL INFORME DE RESULTADOS ENSAYOS DE
VALIDACIÓN DE EQUIPOS DE MONITOREO CONTINUO DE
EMISIONES (CEMS) CENTRAL TERMOELÉCTRICA TARAPACÁ,
UNIDAD DE VAPOR**

**ENSAYOS REALIZADOS: DESVIACIÓN DE LA CALIBRACIÓN DE SO₂ Y
FLUJO, ERROR DE LINEALIDAD DE SO₂, EXACTITUD RELATIVA DE
SO₂ Y FLUJO, ENSAYOS PARA SISTEMAS OPACÍMETROS (COMS),
MARGEN DE ERROR Y ENSAYO DE CORRELACIÓN DE MATERIAL
PARTICULADO**

**ADENDA Nº1
IREV-009-2014**

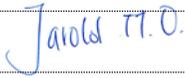
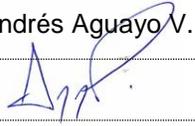
PREPARADO POR:

JHG SERVICIOS AMBIENTALES LTDA.



JUNIO 2014

ESTADO DE REVISIONES

TÍTULO		ADENDA Nº 1 AL INFORME DE RESULTADOS ENSAYOS DE VALIDACIÓN DE CEMS CENTRAL TERMOELÉCTRICA TARAPACÁ, UNIDAD DE VAPOR			
REVISIÓN		JHG SERVICIOS AMBIENTALES LTDA.			
REV	DESCRIPCIÓN	Por	Revisó	Aprobó	
A	EMITIDO PARA APROBACIÓN	<small>NOMBRE</small> Jarold Montes O. <small>FIRMA</small>  <small>FECHA</small> 04/06/2014	<small>NOMBRE</small> Catalina Puentes <small>FIRMA</small>  <small>FECHA</small> 05/06/2014	<small>NOMBRE</small> Andrés Aguayo V. <small>FIRMA</small>  <small>FECHA</small> 09/06/2014	
		<small>NOMBRE</small> <small>FIRMA</small> <small>FECHA</small>			

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	7
2.	GASES Y SEÑALES PATRONES UTILIZADAS DURANTE LOS ENSAYOS DE VALIDACIÓN	9
3.	CÁLCULOS Y RESULTADOS DE DESVIACIÓN DE LA CALIBRACIÓN (DC) Y TIEMPO DE RESPUESTA (TR)	10
3.1.	Consideraciones.....	10
3.2.	Cálculos y resultados.	11
3.3.	Gráficos de cada parámetro evaluado.	12
4.	ENSAYO DE ERROR DE LINEALIDAD DE SO₂	16
4.1.	Consideraciones.....	16
4.2.	Cálculos y resultados.	16
4.3.	Gráficos de cada parámetro evaluado.	17
5.	ENSAYO DE EXACTITUD RELATIVA (ER) DE SO₂ Y FLUJO	18
5.1.	Consideraciones.....	18
5.2.	Cálculos y resultados.	19
5.3.	Gráficos de cada parámetro evaluado.	21
6.	ENSAYO DE MARGEN DE ERROR	23
6.1.	Consideraciones.....	23
6.2.	Cálculos y resultados.	23
6.3.	Gráficos de cada parámetro evaluado.	24
7.	CÁLCULOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORRELACIÓN (EC)	26
7.1.	Consideraciones.....	26
7.2.	Cálculos y resultados.	27
7.3.	Gráficos de cada parámetro evaluado.	30
8.	CÁLCULOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA SISTEMAS OPACÍMETROS (COMS)	33
8.1.	Consideraciones.....	33
8.2.	Cálculos y resultados.	34
8.3.	Gráficos de cada parámetro evaluado.	37
9.	CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA FUENTE	39
10.	CONCLUSIONES	41

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

Avisos y Comunicaciones con la Autoridad

ANEXO 2

Condiciones de operación de la fuente.

ANEXO 3

Informe de medición de la entidad de inspección y análisis JHG Servicios Ambientales.

ANEXO 4

Informe de Medición del CEMS

ANEXO 5

Registros procesados y planillas de cálculo para los ensayos ejecutados

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Fecha de Ejecución de Ensayos	8
Tabla 2: Característica CEMS de SO ₂	8
Tabla 3: Característica CEMS de Flujo.	8
Tabla 4: Característica CEMS de Opacidad y Material Particulado.....	8
Tabla 5: Gases patrones utilizados en los ensayos de DC y EL de SO ₂	9
Tabla 6: Señales patrones para DC de flujo.....	9
Tabla 7: Ejemplo de estimación de TR y Respuesta del CEMS en DC	10
Tabla 8: Resultados DC en CEMS de SO ₂	11
Tabla 9: Resultados DC en CEMS de flujo.	12
Tabla 10: Convención de Colores Tiempo de Respuesta.	14
Tabla 11: Resultados ensayo EL en CEMS de SO ₂	17
Tabla 12: Tiempo de Respuesta Entidad de Inspección y CEMS Unidad de Vapor.	19
Tabla 13: Resultados de ER del Método de Referencia v/s CEMS para SO ₂	20
Tabla 14: Resultados de ER del Método de Referencia v/s CEMS para flujo.....	21
Tabla 15: Datos Ensayos ME de 7 días para CEMS-MP, Nivel cero.....	23
Tabla 16: Datos Ensayos ME de 7 días para CEMS-MP, Nivel Superior.	24
Tabla 17: Resultados Material Particulado CEMS y Método de Referencia.	28
Tabla 18: Resultados y parámetros de las EC.	29
Tabla 19: Criterios Estadísticos obtenidos del EC.....	29
Tabla 20: Detalle Pruebas Funcionamiento y Auditorías de campo según PS-1.....	33
Tabla 21: Chequeo de Error de Calibración, filtro atenuador nivel bajo.....	34
Tabla 22: Chequeo de Error de Calibración, filtro atenuador nivel medio.....	35
Tabla 23: Chequeo de Error de Calibración, filtro atenuador nivel alto.....	35
Tabla 24: Chequeo del Tiempo de Respuesta del COMS.	36
Tabla 25: Datos de DC para CEMS-MP, Nivel Cero según PS-1.....	36
Tabla 26: Datos de DC para CEMS-MP, Nivel Span según PS-1.	37
Tabla 27: Potencia durante Repetición Central Tarapacá TV.....	40
Tabla 28: Resumen de resultados de los ensayos de gases.....	41
Tabla 29: Resumen de cumplimiento de los ensayos de MP	41
Tabla 30: Resumen de cumplimiento de Sistemas Opacímetros.	42

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Gráfico 1: DC Nivel Cero en analizador de SO ₂	12
Gráfico 2: DC Nivel Alto en analizador de SO ₂	13
Gráfico 3: DC Nivel Cero en analizador de Flujo.....	13
Gráfico 4: DC Nivel Alto en analizador de Flujo	14
Gráfico 5: TR Nivel Cero en analizador de SO ₂	15
Gráfico 6: TR Nivel Alto en analizador de SO ₂	15
Gráfico 7: EL CEMS de SO ₂	17
Gráfico 8: Concentraciones de SO ₂ medidas durante ensayo de ER.....	22
Gráfico 9: Flujo medido durante ensayo de ER.....	22
Gráfico 10: Margen de Error nivel cero.	24
Gráfico 11: Margen de Error nivel alto.	25
Gráfico 12: Correlación Lineal para MP.	30
Gráfico 13: Correlación Polinomial para MP.	31
Gráfico 14: Correlación Logarítmica para MP.	31
Gráfico 15: Correlación Exponencial para MP.....	32
Gráfico 16: Correlación Potencial para MP.	32
Gráfico 17: DC COMS nivel cero.	38
Gráfico 18: DC COMS nivel Span.....	38

1. ANTECEDENTES

La central Tarapacá cuenta con una unidad de vapor de 150 MW alimentada desde una caldera de vapor, producido por la combustión de carbón. En base a este valor se determinó el porcentaje de carga para los ensayos de validación realizados.

Endesa solicitó a la Entidad de Inspección JHG Servicios Ambientales Ltda. la ejecución de los ensayos y el informe de validación, los cuales han pasado por las siguientes etapas:

- Durante el periodo comprendido entre los días 12 de noviembre y 7 de diciembre del año 2013, la Entidad de Inspección JHG Servicios Ambientales Ltda. llevó a cabo los ensayos de validación del CEMS exigidos en el Protocolo para esta unidad, excepto los ensayos de Error de Linealidad y Exactitud Relativa para SO₂ puesto que el titular no disponía del gas de rango medio para este parámetro. El informe con los resultados de los ensayos ejecutados fueron ingresados a la oficina de partes de la SMA el 15 de enero de 2014 (Anexo 1.2), y en él se reportó la aprobación de todos los ensayos ejecutados, excepto el Ensayo de Correlación para material particulado.
- El 16 de diciembre de 2013 entró en operación un filtro de mangas en reemplazo del precipitador electrostático existente, hecho que fue informado por el titular a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región de Tarapacá mediante carta GETT Nº 112/13 del 12 de diciembre de 2013 (Anexo 1.4). Dado el efecto que tuvo el nuevo filtro sobre la concentración del material particulado en chimenea, se programó la repetición de todos los ensayos correspondientes a los CEMS de opacidad y material particulado. Para ello, el titular de la fuente presentó un Aviso de Repetición de los Ensayos de Validación con fecha 7 de marzo de 2014, según carta de Gerencia General Nº 11 del 2014 (Anexo 1.1).
- El titular decidió repetir el ensayo de desviación de la calibración de flujo y SO₂ dado que no se contaba con los registros necesarios para el respaldo de la información anotada en la planilla de terreno.
- El 29 de abril de 2014, la SMA emitió la Resolución Exenta Nº 205, donde aprueba parcialmente el informe de validación de CEMS de la unidad de vapor de la central Tarapacá, e indica que se deben repetir los ensayos de Desviación de la Calibración de flujo y SO₂, Error de Linealidad y Exactitud Relativa de SO₂, y Margen de Error y Ensayo de Correlación para material particulado.

En la Tabla 1 se presentan las fechas en que se llevaron a cabo la repetición de los ensayos de validación. Estas presentan diferencia respecto de lo indicado en la carta de repetición (Anexo 1.1), dado los efectos que tuvo sobre la zona el sismo de magnitud 8,2 que afectó la zona norte del país el pasado 1 de abril de 2014.

Tabla 1: Fecha de Ejecución de Ensayos

Ensayo	Fecha de Ejecución
Desviación de la Calibración (DC) Flujo	24 al 30 de abril de 2014
Desviación de la Calibración (DC) de SO ₂	24, 25, 26, 27, 29 y 30 de abril y 1 de mayo de 2014
Error de Linealidad (EL) de SO ₂	1 de mayo de 2014
Exactitud Relativa (ER) de SO ₂ y flujo	6 de mayo de 2014
Margen de Error (ME)	24 al 30 de abril de 2014
Ensayo de Correlación (EC)	7 al 12 de mayo de 2014

El CEMS de SO₂, de marca Siemens, utiliza como principio de medición la espectrometría de absorción de resonancia de rayos UV. El equipo de material particulado (MP) de marca Durag del tipo “in situ” utiliza como principio de medición Transmisión – Absorción de Luz. Por su parte, la medición de flujo volumétrico se realiza a través de un sistema Durag D-FL200, el cual utiliza el método ultrasónico.

De la Tabla 2 a la Tabla 4 se muestran detalles para los equipos que fueron sometidos a repetición de ensayos:

Tabla 2: Característica CEMS de SO₂.

Principio de Funcionamiento:	Espectrometría de absorción de resonancia de rayos UV
Escalas de medición actual:	0-1.000 ppm
Tipo de Sistema:	Extractivo
Modelo	Siprocess UV600
Nº de Serie	7MB2621-1CA21-0XX0

Tabla 3: Característica CEMS de Flujo.

Principio de Funcionamiento:	Ultrasónico
Escalas de medición actual:	0-650.000 m ³ N/h
Tipo de Sistema:	In-situ
Modelo	D-FL 200
Nº de Serie	1233665

Tabla 4: Característica CEMS de Opacidad y Material Particulado.

Principio de Funcionamiento:	Transmisión - Absorción de la luz
Escalas de medición actual:	0-80 mg/Nm ³
Tipo de Sistema:	In-situ
Modelo	D-R 290
Nº de Serie	1231343

2. GASES Y SEÑALES PATRONES UTILIZADAS DURANTE LOS ENSAYOS DE VALIDACIÓN

En la Tabla 5 se muestra los gases patrones que se utilizaron en los ensayos de Desviación de la Calibración (DC) y Error de Linealidad (EL) para SO₂:

Tabla 5: Gases patrones utilizados en los ensayos de DC y EL de SO₂.

Nivel	Gas	SO ₂	N° Cilindro
	Escala Considerada	1.000 ppm	
Cero (N2 UHP)	Concentración	0 ppm	90935
	Porcentaje Respecto a Escala	0%	
Bajo	Concentración	241,8 ppm	CC442478
	Porcentaje Respecto a Escala	24,2%	
Medio	Concentración	543,5 ppm	CC442347
	Porcentaje Respecto a Escala	54,4%	
Alto	Concentración	950,2 ppm	CC442389
	Porcentaje Respecto a Escala	95,0%	
	Concentración	961,1 ppm	CC442357
	Porcentaje Respecto a Escala	96,1%	

Los certificados de los gases patrones se encuentran en el Anexo 4.2.

Para la Desviación de la Calibración (DC) del parámetro de flujo, se utilizaron señales electrónicas como patrones para el nivel cero y Span. Para el nivel span la señal electrónica se obtuvo a través de una medición de flujo con el método de referencia, e ingresada como señal electrónica. Para el nivel cero se utilizó la respuesta con la unidad fuera de servicio. En Anexo 4.3 se adjunta la medición de flujo realizada por el laboratorio AIRÓN para la creación de la señal de referencia de rango alto.

Tabla 6: Señales patrones para DC de flujo.

Nivel	Parámetro	Flujo (m ³ /h)	Porcentaje Respecto a Escala (%)
	Escala Considerada	650.000	100
Cero	Valor	0	0
Alto	Valor	421.186	64,8

De acuerdo a la Tabla 5 y Tabla 6, se verifica que los patrones de referencia se encuentran dentro de los rangos exigidos en el Protocolo.

3. CÁLCULOS Y RESULTADOS DE DESVIACIÓN DE LA CALIBRACIÓN (DC) Y TIEMPO DE RESPUESTA (TR)

3.1. Consideraciones.

El ensayo de Desviación de la Calibración de SO₂ se realizó inyectando gases patrones certificados (especificados en la Tabla 5) a través de la bocatoma del sistema de muestreo para los nivel cero y Span. Para el parámetro flujo, los valores de referencia cero y Span corresponden a señales electrónicas ingresadas al equipo.

Para estos dos parámetros, SO₂ y flujo, la Desviación de la Calibración se reportará en porcentajes, obtenidos dividiendo la diferencia absoluta entre el valor de referencia y la respuesta del analizador, por el valor de la escala de medición del equipo.

Los valores obtenidos del ensayo de DC se comparan con los límites aceptables descritos en la *Tabla Nº2* del Protocolo:

- Para SO₂ ± 2,5% del valor del Span utilizando la *Ecuación 1* del Protocolo.
- Para el flujo ± 3,0% del valor del Span utilizando la *Ecuación 1* del Protocolo.

En relación al ensayo de Tiempo de Respuesta (TR), este se realizó en paralelo con el ensayo de DC y el cálculo se hizo de acuerdo a las indicaciones de la *Figura 1* del Protocolo. Se tomó como referencia el reloj del CEMS, y se consideraron las horas en las que se inyectó el gas y la hora en que se estabilizó la lectura del analizador. Como criterio de estabilización se utilizó un salto menor al 2% de la escala en dos minutos, reportándose la última lectura en ese lapso. Luego se registró la hora en que se produjo el 95% del salto en la concentración, y la diferencia en minutos entre esta hora y la de inyección, es lo que se reporta como Tiempo de Respuesta (TR).

En la Tabla 7 se muestra un ejemplo de la estimación de TR y DC para el CEMS de SO₂ cuando se inyectó el gas Span el día 24 de abril de 2014:

Tabla 7: Ejemplo de estimación de TR y Respuesta del CEMS en DC

Hora	Concentración (ppm)
19:30	455,27
19:31	453,98
19:32	457,31
19:33	745,45
19:34	915,82
19:35	931,35
19:36	938,37
19:37	940,83

El gas se inyectó a las 19:31 hrs (resaltado en amarillo, equivalente al punto B de la *Figura 1* del Protocolo), se estimó que el valor de estabilización corresponde a 940,83 ppm (resaltado en verde, equivalente al punto D de la *Figura 1* del Protocolo), por lo tanto, el 95% del salto en la concentración entre las lecturas estables de chimenea (resaltado en rojo, equivalente al punto A de la *Figura 1* del Protocolo) y las lecturas estables del gas de calibración, ocurrió a las 19:35 hrs (resaltado en azul, equivalente al punto C de la *Figura 1* del Protocolo). Teniendo en cuenta esto, el tiempo de respuesta que se registró es de 4 minutos, y la hora y valor de estabilización corresponden a las 19:37 hrs y 940,83 ppm, respectivamente. Con este último valor se calculó la DC. En el Anexo 5.1 del CD adjunto se presentan los registros seleccionados para cada inyección de gas, utilizando la misma convención de colores.

3.2. Cálculos y resultados.

A continuación se presentan los cálculos y resultados obtenidos en el analizador, luego del envío de los patrones de niveles cero y alto para los CEMS de SO₂ y flujo de la Unidad de Vapor de la Central Termoelectrónica Tarapacá. Dado que los cálculos que se presentan a continuación están basados en los registros del CEMS, que hace promedios de cada minuto, pueden presentarse diferencias menores con los valores registrados en la hoja de terreno, que corresponden a valores instantáneos observados por el operador de terreno. Los registros procesados para esta prueba se encuentran en el Anexo 5.1 del CD adjunto:

- Registros CEMS ER SO₂+Flujo CT Tarapacá TV

Las planillas de cálculo se encuentran en Anexo 5.2 del CD adjunto:

- DC+TR+ME+ COMS+EL CT Tarapacá TV

Las hojas de terreno se encuentran en el Anexo 3.1 para SO₂ y en Anexo 3.2 para flujo.

Tabla 8: Resultados DC en CEMS de SO₂.

GAS SO ₂									
Día	Fecha	Nivel	Hora Inicio (hi)	Hora Respuesta (hr)	Tiempo de Respuesta (hr-hi)	Hora Estabilización (hr)	Valor Gas Patrón (R)	Respuesta del CEMS (A)	DC (Abs (R-A)/S-100) (Ec. 1)
Nº	(dd/mm/aaaa)	S (ppm): 1.000	(hh:mm)	(hh:mm)	(min)	(hh:mm)	(ppm)	(ppm)	(%)
1	24/04/2014	Cero	19:12	19:16	4	19:18	0,00	3,91	0,39
		Alto	19:31	19:35	4	19:37	950,20	940,83	0,94
2	25/04/2014	Cero	23:41	23:44	3	23:46	0,00	7,19	0,72
		Alto	23:57	0:01	4	0:03	950,20	941,47	0,87
3	26/04/2014	Cero	23:42	23:45	3	23:47	0,00	5,25	0,53
		Alto	23:58	0:02	4	0:04	950,20	941,14	0,91
4	27/04/2014	Cero	23:43	23:46	3	23:48	0,00	5,19	0,52
		Alto	23:59	0:03	4	0:05	950,20	941,26	0,89
5	29/04/2014	Cero	0:03	0:07	4	0:08	0,00	5,90	0,59
		Alto	0:19	0:23	4	0:25	950,20	939,68	1,05
6	30/04/2014	Cero	0:05	0:07	2	0:09	0,00	5,65	0,57
		Alto	0:20	0:24	4	0:26	950,20	940,95	0,93
7	01/05/2014	Cero	0:06	0:08	2	0:10	0,00	5,09	0,51
		Alto	0:21	0:25	4	0:27	950,20	942,55	0,77

La prueba terminó al día siguiente de la fecha señalada

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de DC para SO₂ (**registro máximo 1,05% < 2,5%**) y Tiempo de Respuesta (**registro máximo 4 min < 15 min**).

Tabla 9: Resultados DC en CEMS de flujo.

Flujo										
Día	Fecha	Nivel	Hora Inicio (hi)	Hora Respuesta (hr)	Tiempo de Respuesta (hr-hi)	Hora Estabilización (hr)	Valor Señal Patrón (R) (m³/h)	Respuesta del CEMS (A) (m³/h)	DC (Abs (R-A)/S-100) (Ec. 1) (%)	
Nº	(dd/mm/aaaa)	S (Mm³/h): 650.000	(hh:mm)	(hh:mm)	(min)	(hh:mm)	(m³/h)	(m³/h)		
1	24/04/2014	Cero	16:29	16:30	1	16:30	0,00	23,15	0,00	
		Alto	16:31	16:32	1	16:33	421.186,00	420.543,98	0,10	
2	25/04/2014	Cero	22:27	22:29	2	22:29	0,00	92,59	0,01	
		Alto	22:30	22:31	1	22:31	421.186,00	421.527,78	0,05	
3	26/04/2014	Cero	22:27	22:28	1	22:28	0,00	601,85	0,09	
		Alto	22:29	22:30	1	22:30	421.186,00	421.006,94	0,03	
4	27/04/2014	Cero	22:27	22:28	1	22:28	0,00	46,30	0,01	
		Alto	22:29	22:30	1	22:30	421.186,00	422.557,87	0,21	
5	28/04/2014	Cero	23:26	23:27	1	23:27	0,00	0,00	0,00	
		Alto	23:28	23:29	1	23:29	421.186,00	421.608,80	0,07	
6	29/04/2014	Cero	23:26	23:27	1	23:27	0,00	46,30	0,01	
		Alto	23:28	23:29	1	23:29	421.186,00	421.817,13	0,10	
7	30/04/2014	Cero	23:25	23:26	1	23:26	0,00	0,00	0,00	
		Alto	23:27	23:28	1	23:28	421.186,00	421.018,52	0,03	

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de DC para flujo (**registro máximo 0,21% < 3,0%**) y Tiempo de Respuesta (**registro máximo 2 min < 15 min**).

3.3. Gráficos de cada parámetro evaluado.

A continuación se muestran los gráficos obtenidos a partir de los resultados presentados en el punto anterior. En ellos, se puede identificar los parámetros SO₂ y flujo evaluados en nivel cero y alto, en el CEMS de la unidad de vapor de la Central Termoeléctrica Tarapacá.

Gráfico 1: DC Nivel Cero en analizador de SO₂.

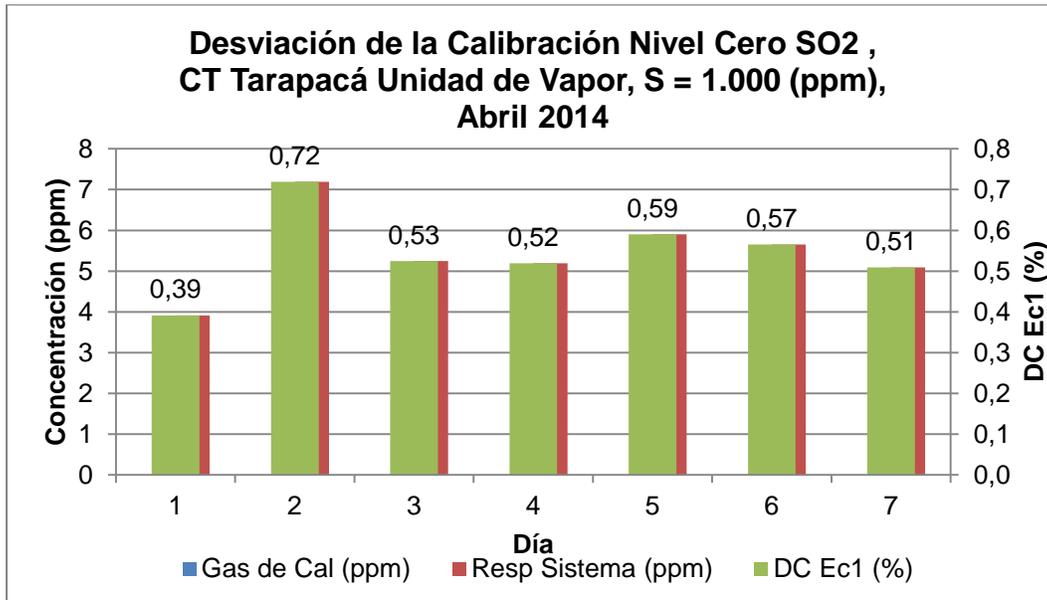


Gráfico 2: DC Nivel Alto en analizador de SO₂.

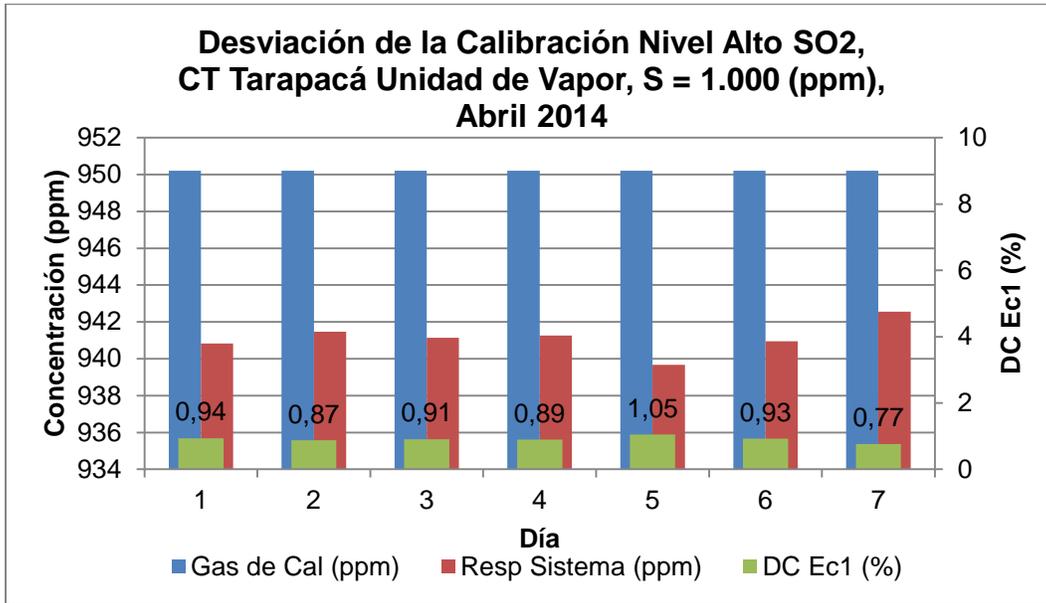


Gráfico 3: DC Nivel Cero en analizador de Flujo

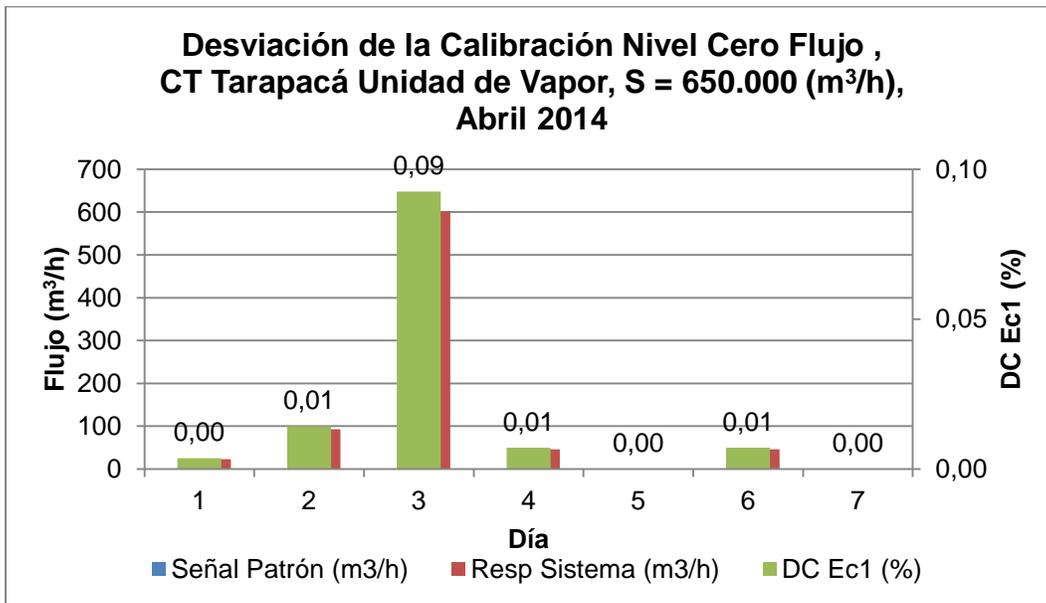
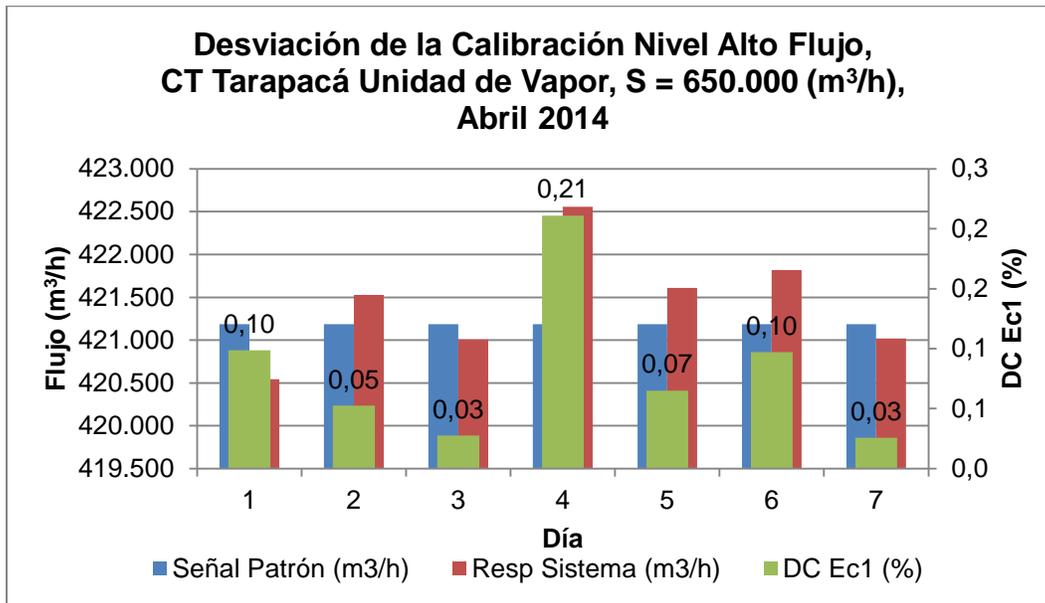


Gráfico 4: DC Nivel Alto en analizador de Flujo



A continuación se muestran los gráficos para el Tiempo de Respuesta (TR) para el SO₂ que están basados en la *Figura 1* del Protocolo, y utilizan la siguiente convención de colores:

Tabla 10: Convención de Colores Tiempo de Respuesta.

Color	Significado según <i>Figura 1</i> Protocolo
	Lectura estable del monitor, Punto A
	Inyección del gas patrón Punto B,
	Concentración correspondiente al salto en el cambio de concentración del 95%, Punto C
	Concentración de estabilización, Punto D

Gráfico 5: TR Nivel Cero en analizador de SO₂.

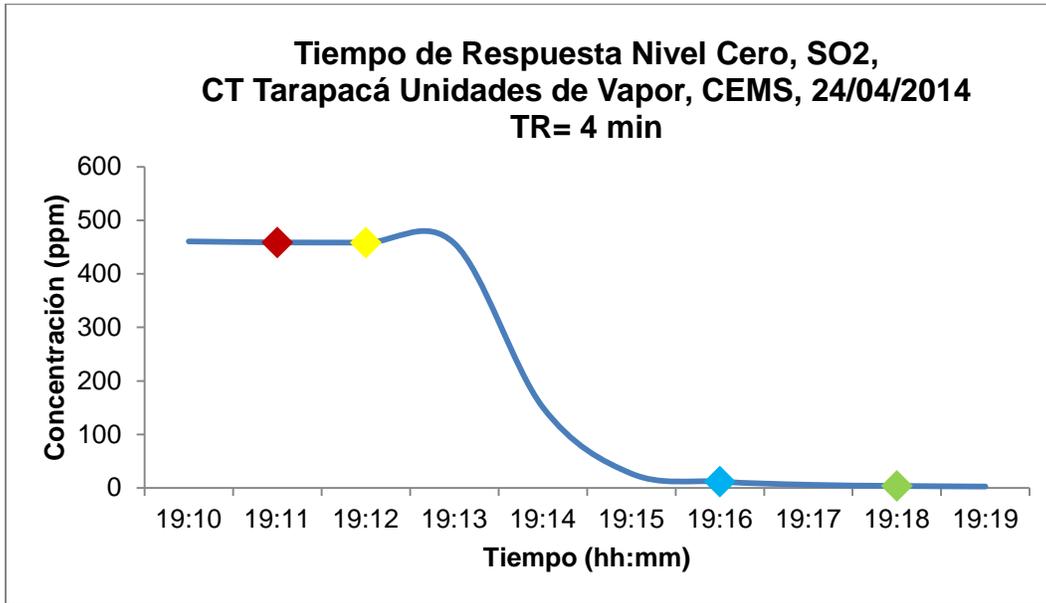
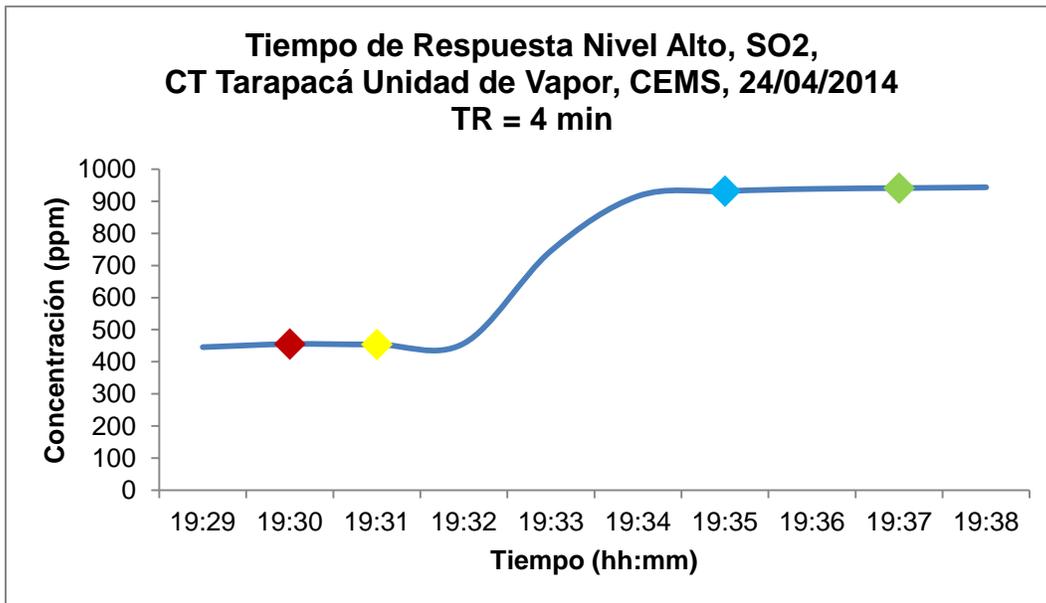


Gráfico 6: TR Nivel Alto en analizador de SO₂.



4. ENSAYO DE ERROR DE LINEALIDAD DE SO₂

4.1. Consideraciones

El ensayo de Error de Linealidad (EL) se realizó inyectando gases de calibración certificados (indicados en la Tabla 5 de este informe) para los niveles bajo, medio y alto, a través de la bocatoma de la sonda de muestreo al analizador. Estos gases se ingresaron tres veces, no utilizando el mismo gas dos veces consecutivas. Para cada concentración, se calcula el promedio de las respuestas para determinar el Error de Linealidad utilizando las *Ecuaciones 3 y 4* detalladas en el Protocolo.

El analizador superará la prueba, si ninguno de los resultados de los niveles evaluados arroja valores superiores a los indicados en la *Tabla N°3* del Protocolo. Para Error de Linealidad (EL), se puede utilizar cualquiera de los dos límites establecidos para cada parámetro. Para el SO₂ se presenta la evaluación de cumplimiento con ambos criterios, y se indica con cuál(es) se aprueba el ensayo.

Durante el ensayo se tomó como referencia el reloj del CEMS, y se registró la hora de inyección del gas y a partir de los registros que entrega el CEMS se estimó la hora en que se estabilizó la lectura del analizador.

4.2. Cálculos y resultados.

A continuación se presentan los cálculos y resultados obtenidos luego de la inyección de gases en los niveles bajo, medio y alto, a través de la bocatoma del sistema de muestreo, para el CEMS de SO₂ de la unidad de vapor de la Central Termoeléctrica Tarapacá. Dado que los cálculos que se presentan a continuación están basados en los registros del CEMS, que hace promedios de cada minuto, pueden presentarse diferencias menores con los valores registrados en la hoja de terreno, que corresponden a valores instantáneos observados por el operador de terreno. Para mayor detalle de los registros del CEMS ver Anexo 5.1:

- Registros CEMS EL SO₂ CT Tarapacá TV

La planilla de cálculo se encuentra en el Anexo 5.2 en CD adjunto:

- DC+TR+ME+ COMS+EL CT Tarapacá TV

Las hojas de terreno se encuentran en el Anexo 3.1.

Tabla 11: Resultados ensayo EL en CEMS de SO₂.

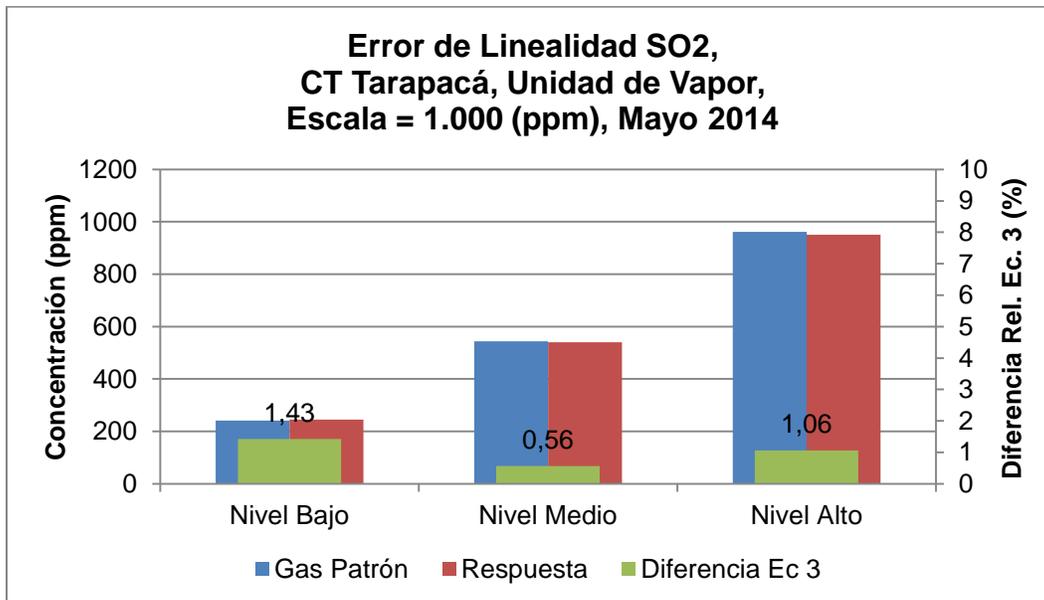
Gas SO ₂								
Fecha	Nivel	Hora Inicio (hi)	Hora Estabilización (hr)	Valor Gas Patrón (R)	Respuestas del CEMS (A)	Promedio respuestas del CEMS (Ā)	EL ((R-A)·100/R) (Ec. 3)	EL Abs(R-A) (Ec. 4)
(dd/mm/aaaa)	S (ppm): 1.000	(hh:mm)	(hh:mm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	(ppm)
01/05/2014	Bajo	0:32	0:38	241,80	244,4	245,25	1,43	3,45
		1:00	1:05		245,8			
		1:27	1:32		245,6			
	Medio	0:42	0:47	543,50	540,2	540,45	0,56	3,05
		1:09	1:14		540,7			
		1:36	1:41		540,5			
	Alto	0:51	0:57	961,10	951,1	950,87	1,06	10,23
		1:18	1:24		950,9			
		1:45	1:51		950,6			

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de EL para SO₂ de acuerdo a la ecuación 3 del Protocolo (**registro máximo 1,43% < 5%**).

4.3. Gráficos de cada parámetro evaluado.

A continuación se muestra el gráfico obtenido a partir de los resultados presentados en el punto anterior. En él, se puede identificar la respuesta del analizador de SO₂ a la inyección de los gases patrones en los tres niveles de concentración establecidos, y el resultado del Error de Linealidad.

Gráfico 7: EL CEMS de SO₂.



5. ENSAYO DE EXACTITUD RELATIVA (ER) DE SO₂ Y FLUJO.

5.1. Consideraciones.

El ensayo de Exactitud Relativa (ER) consiste en la comparación de los valores registrados por el CEMS instalado en la chimenea de la unidad de vapor de la central Tarapacá y los valores obtenidos por la Entidad de Inspección JHG Servicios Ambientales, aplicando los métodos de medición de referencia aprobados por la autoridad.

Para este efecto, por cada parámetro se realizaron 12 corridas, eliminando las 3 corridas que presentaron la mayor diferencia cuadrática. La duración de las corridas de SO₂ fue de 21 minutos, y para el caso de flujo, la duración estuvo determinada por la duración de la implementación del Método de Referencia.

La medición de SO₂, se realizó mediante monitoreo continuo con el analizador de gases implementado en el laboratorio móvil de la Entidad de Inspección JHG Servicios Ambientales, acreditado por la autoridad sanitaria, con resolución N°006342 del 12 de marzo del 2002. En paralelo con el SO₂, se realizó la medición referencial de O₂ a través de la metodología CH-3A, para ser utilizado en la corrección de la concentración de SO₂ y hacer la comparación con el estándar de emisión aplicable.

Estos analizadores fueron calibrados con gases patrones EPA (SO₂) y nacionales (N₂ y O₂). Se calibraron de acuerdo a métodos de referencia y se verificaron cada cuatro corridas de gases, en cero, rango medio y alto, cumpliendo valores límites de desviación. Los certificados de los gases patrones utilizados por la Entidad de Inspección se adjuntan en Anexo 3.5.

Durante este periodo de calibración se determinaron los Tiempos de Respuesta (TR) de los equipos de la Entidad de Inspección JHG Servicios Ambientales en base a la misma metodología descrita anteriormente en el ensayo de DC del CEMS.

El flujo de gases con la unidad operando a una potencia de 142 MW corresponde a 484.500 (m³N/h). Este valor ha sido obtenido mediante mediciones isocinéticas, empleando el método de referencia. En Anexo 4.3 se adjunta informe realizado por el Laboratorio AIRÓN. De acuerdo a esto, los rangos requeridos por el protocolo serían:

- Rango Bajo de 0 a 145.350 (m³N/h)
- Rango Medio de 145.350 a 290.700 (m³N/h)
- Mayor a 290.700 (m³N/h)

La operación normal de la Unidad de Vapor de la central Tarapacá es en rango alto; por lo cual, para la medición de flujo, la prueba de Exactitud Relativa se realizó sólo en el nivel alto, es decir sobre los 290.700 (m³N/h).

Los resultados del Ensayo de Exactitud Relativa se calcularon según las *Ecuación 5* del Protocolo, los cuales deben cumplir con los límites indicados en la *Tabla N°4* del Protocolo. Según dicha Tabla, se utilizan los siguientes criterios de aprobación de los ensayos:

- Para el SO₂ se considera como criterio el cumplimiento de la *Ecuación 5* del Protocolo, con un máximo de 20% de error cuando las concentraciones del Método de Referencia son mayores al 50% del estándar de emisión, mediante el Método de Referencia CH-6C. En este caso las mediciones promedio corresponden a 367,2 (ppm) medidos a un oxígeno promedio de 6,7%. Esto equivale a 1008,4 (mg/m³N) corregido al 6% de oxígeno, por lo tanto este valor es superior a 200 (mg/m³N) corregido al 6% de oxígeno, que corresponde al 50% del estándar de emisiones para una fuente existente que utiliza combustible sólido.
- Para Flujo de gases se considera como criterio de cumplimiento un máximo de 20,0% utilizando el promedio del Método de Referencia en el denominador de la *Ecuación 5*. El Método de Referencia aplicable es el CH-2.

5.2. Cálculos y resultados.

En la siguiente tabla, se presentan los valores máximos de Tiempo de Respuesta (en minutos) para el SO₂ y el flujo, tanto para la Entidad de Inspección durante el ensayo de ER, como para el CEMS durante el ensayo de DC. Considerando esto, se calcula el desfase para cada parámetro, permitiendo contrastar de forma sincronizada ambos registros.

Tabla 12: Tiempo de Respuesta Entidad de Inspección y CEMS Unidad de Vapor.

Parámetro	SO ₂	Flujo
Tiempo de Respuesta máximo de JHG en ER (min)	4	0
Tiempo de Respuesta máximo del CEMS en DC (min)	4	2
Desfase Tiempo de Respuesta (TR) (min)	0	2

Para el cálculo de los promedios por corrida del CEMS, se utilizó como referencia el tiempo de la Entidad de Inspección, y se corrieron los tiempos del CEMS para hacerlos comparables minuto a minuto. Esto pueden ser verificado en el archivo Excel en formato digital que se encuentra en el Anexo 5.1 del CD adjunto.

- Registros CEMS ER SO₂+Flujo CT Tarapacá TV

En este archivo están señalados los registros que se utilizaron para el cálculo de la Exactitud Relativa (ER) aplicando el Tiempo de Respuesta (TR). Además, se agregó una hoja adicional donde se muestran los promedios por corrida.

En el Anexo 5.1 también se encuentran los registros de la Entidad de Inspección, donde se señalan las corridas realizadas y los promedios en cada una de ellas para cada parámetro:

- Registros JHG ER SO₂ CT Tarapacá TV

A continuación se presentan los cálculos y resultados obtenidos del ensayo de Exactitud Relativa de SO₂ y flujo, para la unidad de vapor de la Central Termoeléctrica Tarapacá. La planilla de cálculo se encuentra en el Anexo 5.2 del CD adjunto:

- ER SO₂+Flujo CT Tarapacá TV

Para el caso del SO₂, el tiempo de respuesta del CEMS fue de 4 (min) y para el caso de la Entidad de Inspección fue de 4 (min), por lo tanto no existe desfase y los registros se compararon de forma directa.

Tabla 13: Resultados de ER del Método de Referencia v/s CEMS para SO₂.

Medición N°	Fecha	Hora Inicio MR	Hora Término MR	Hora Inicio CEMS	Hora Término CEMS	SO ₂				
						Método Referencia MR _i	CEMS RCEM _i	Diferencia d _i	Diferencia ² (d _i) ²	
						(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm) ²	
1	06/05/2014	14:30	14:50	14:30	14:50	366,84	365,73	1,1105	1,23	
2	06/05/2014	14:57	15:17	14:57	15:17	368,74	365,03	3,7090	13,76	
3	06/05/2014	15:24	15:44	15:24	15:44	369,52	364,14	5,3800	28,94	
4	06/05/2014	15:51	16:11	15:51	16:11	369,71	364,71	4,9986	24,99	
5	06/05/2014	16:35	16:55	16:35	16:55	366,98	362,30	4,6824	21,92	
6	06/05/2014	17:02	17:22	17:02	17:22	367,93	361,96	5,9719	35,66	
7*	06/05/2014	17:29	17:49	17:29	17:49	370,39	361,81	8,5833	73,67	
8	06/05/2014	17:56	18:16	17:56	18:16	365,17	359,82	5,3529	28,65	
9	06/05/2014	8:35	8:55	8:35	8:55	365,41	360,96	4,4495	19,80	
10*	06/05/2014	19:02	19:22	19:02	19:22	366,96	358,66	8,2990	68,87	
11	06/05/2014	19:29	19:49	19:29	19:49	364,76	357,19	7,5657	57,24	
12*	06/05/2014	19:56	20:16	19:56	20:16	364,74	356,39	8,3500	69,72	
						sumas =		43,220	232,2	
						MR promedio=	367,2	Dif. Prome	4,802	Ecuación 5
								Sd=	1,755	
								CC=	1,349	
								ER (%) =	1,7%	

Nota : " * " son las corridas excluidas según PS 3

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de ER para SO₂ de acuerdo al criterio de cumplimiento de la Ecuación 5 del Protocolo (**resultado 1,7% < 20%**).

Para el caso del flujo, el tiempo de respuesta del CEMS fue de 2 (min) y para la Entidad de Inspección fue de 0 (min), por lo tanto el tiempo de desfase es de 2-0= 2 (min), por lo tanto, para la comparación de los registros en una misma ventana de tiempo, se tomaron los registros del CEMS desde 2 minutos después al horario indicado de ejecución del Método de Referencia.

Tabla 14: Resultados de ER del Método de Referencia v/s CEMS para flujo.

Medición Nº	Fecha	Hora Inicio MR	Hora Término MR	Hora Inicio CEMS	Hora Término CEMS	Q				
						Método Referencia MR _i	CEMS RCEM _i	Diferencia d _i	Diferencia ² (d _i) ²	
						(m ³ N/h)	(m ³ N/h)	(m ³ N/h)	(m ³ N/h) ²	
1	06/05/2014	14:43	14:57	14:45	14:59	459.496	416.245	43.250	1.870.589.768	
2	06/05/2014	15:20	15:30	15:22	15:32	472.097	419.394	52.703	2.777.645.946	
3*	06/05/2014	15:32	15:44	15:34	15:46	473.713	415.559	58.154	3.381.894.508	
4*	06/05/2014	15:46	15:56	15:48	15:58	473.348	415.510	57.838	3.345.239.673	
5	06/05/2014	16:00	16:10	16:02	16:12	472.742	415.598	57.145	3.265.500.718	
6	06/05/2014	16:14	16:25	16:16	16:27	471.429	417.079	54.349	2.953.834.188	
7	06/05/2014	16:27	16:37	16:29	16:39	471.904	422.009	49.895	2.489.542.519	
8	06/05/2014	16:39	16:50	16:41	16:52	471.607	417.544	54.062	2.922.739.888	
9*	06/05/2014	16:52	17:02	16:54	17:04	472.787	414.732	58.055	3.370.392.629	
10	06/05/2014	17:05	17:14	17:07	17:16	469.652	414.748	54.904	3.014.488.327	
11	06/05/2014	17:16	17:25	17:18	17:27	473.611	416.075	57.535	3.310.330.031	
12	06/05/2014	17:27	17:37	17:29	17:39	470.223	413.676	56.547	3.197.526.887	
						sumas =	480.391,6	25.802.198.272,5		
						MR promedio=	470.306,7	dif promedio=	53376,85	Ecuación 5
							Sd =	4477,83		
							CC=	3441,96		
							ER (%) =	12,1		

Nota : " * " son los valores excluidos según PS 3

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de ER para flujo de gases de acuerdo al criterio de cumplimiento de la Ecuación 5 del Protocolo (**resultado 12,1% < 20% respecto del promedio del MR**).

5.3. Gráficos de cada parámetro evaluado.

A continuación se muestran los gráficos obtenidos a partir de los resultados presentados en el punto anterior. En ellos, se puede identificar para cada parámetro evaluado los promedios por corrida de las mediciones hechas tanto por el CEMS como por la Entidad de Inspección.

Gráfico 8: Concentraciones de SO₂ medidas durante ensayo de ER.

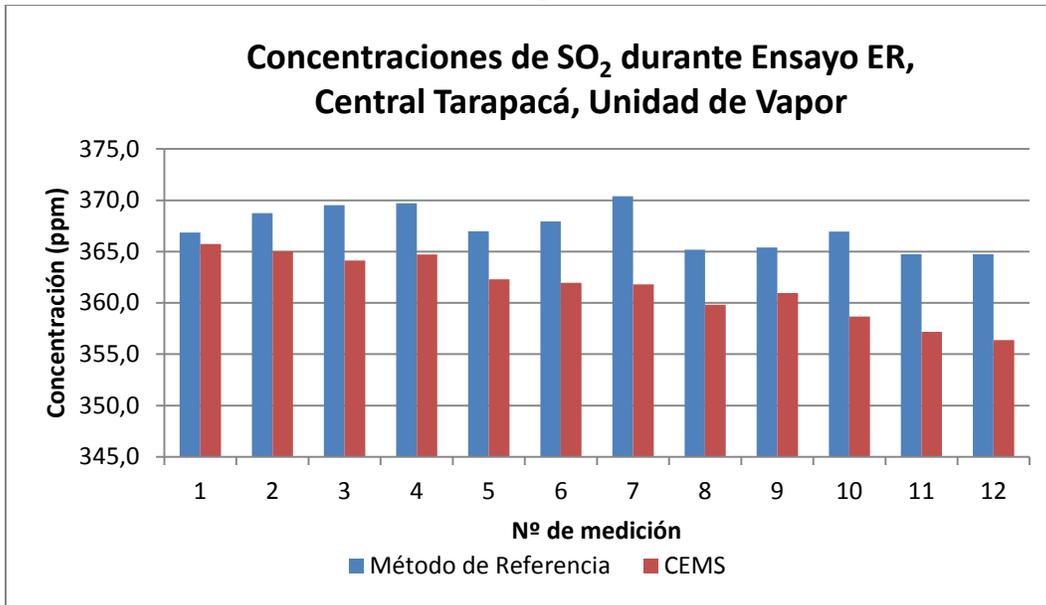
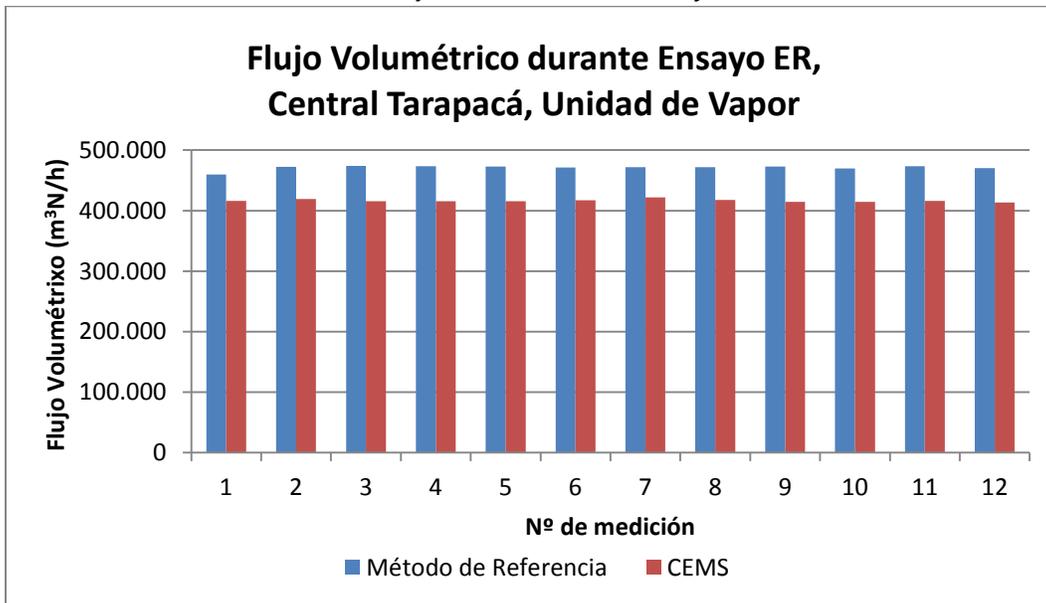


Gráfico 9: Flujo medido durante ensayo de ER.



6. ENSAYO DE MARGEN DE ERROR

6.1. Consideraciones.

Para la realización de los ensayos de Margen de Error (ME) se realizaron las verificaciones electrónicas de los niveles cero y escala superior del analizador de material particulado mientras la fuente operaba normalmente. Esto se hizo una vez al día por siete días consecutivos (intervalos mínimos de 24 horas).

El límite máximo para el cumplimiento de la prueba diaria de ME del CEMS-MP, es del 2,0% del valor del estándar de escala superior. Para obtener los valores de los chequeos, se emplearon las *Ecuaciones 8 y 9* del Protocolo, debiendo entregar los resultados según *Tabla N°5* del Protocolo. Además los Tiempos de Respuesta no deben ser mayores de 15 minutos.

6.2. Cálculos y resultados.

A continuación se presentan los cálculos y resultados obtenidos del ensayo de ME, para la unidad de vapor de la Central Termoeléctrica Tarapacá. Para mayor detalle de los registros ver Anexo 5.1 en CD adjunto:

- Registros CEMS PS1+ECal+ME CT Tarapacá TV

Para las planillas de cálculo ver Anexo 5.2:

- DC+TR+ME+ COMS+EL CT Tarapacá TV

Las hojas de terreno se encuentran en Anexo 3.4.

Tabla 15: Datos Ensayos ME de 7 días para CEMS-MP, Nivel cero.

ME Nivel Cero								
Día	Fecha	Hora Inicio (hi)	Hora Respuesta (hr)	Respuesta (hr-hi)	Hora Estabilización (hr)	Valor chequeo (R _L)	Respuesta CEMS (R _{CEM})	EC (R _{CEM} -R _L)/R _U *100 (Ec. 9)
Nº	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)	(min)	(hh:mm)	(%)	(%)	(%)
1	24/04/2014	18:43	18:44	1	18:45	0,00	0,00	0,00
2	25/04/2014	23:21	23:22	1	23:24	0,00	0,00	0,00
3	26/04/2014	23:22	23:24	2	23:26	0,00	0,00	0,00
4	27/04/2014	23:23	23:25	2	23:27	0,00	0,00	0,00
5	28/04/2014	23:25	23:26	1	23:28	0,00	0,00	0,00
6	29/04/2014	23:26	23:28	2	23:30	0,00	0,00	0,00
7	30/04/2014	23:27	23:29	2	23:31	0,00	0,00	0,00

Nota: Ru = valor de chequeo en escala superior (71,7 %)

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de ME para MP nivel cero de acuerdo al criterio de la *Ecuación 9* del Protocolo (**registro máximo 0,00% < 2,0%**) y Tiempo de Respuesta (**registro máximo 2 min < 15 min**).

Tabla 16: Datos Ensayos ME de 7 días para CEMS-MP, Nivel Superior.

ME Nivel Superior								
Día	Fecha	Hora Inicio (hi)	Hora Respuesta (hr)	Respuesta (hr-hi)	Hora Estabilización (hr)	Valor chequeo (R _U)	Respuesta CEMS (R _{CEM})	ES (R _{CEM} -R _U)/R _U -100 (Ec. 8)
Nº	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)	(min)	(hh:mm)	(%)	(%)	(%)
1	24/04/2014	18:50	18:51	1	18:53	71,70	72,20	0,70
2	25/04/2014	23:31	23:33	2	23:35	71,70	72,19	0,68
3	26/04/2014	23:32	23:34	2	23:36	71,70	72,20	0,70
4	27/04/2014	23:33	23:35	2	23:37	71,70	72,16	0,64
5	28/04/2014	23:35	23:37	2	23:39	71,70	72,16	0,64
6	29/04/2014	23:37	23:39	2	23:41	71,70	72,16	0,64
7	30/04/2014	23:38	23:40	2	23:42	71,70	72,18	0,67

Nota: R_U = valor de chequeo en escala superior (71,7 %)

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de ME para MP nivel superior de acuerdo al criterio de la *Ecuación 9* del Protocolo (**registro máximo 0,70% < 2,0%**) y Tiempo de Respuesta (**registro máximo 2 min < 15 min**).

6.3. Gráficos de cada parámetro evaluado.

A continuación se muestran los gráficos del Margen de Error para los niveles cero y alto. En el nivel cero se obtuvieron cero como respuesta para los 7 días de la prueba lo que se evidencia en el Gráfico 10:

Gráfico 10: Margen de Error nivel cero.

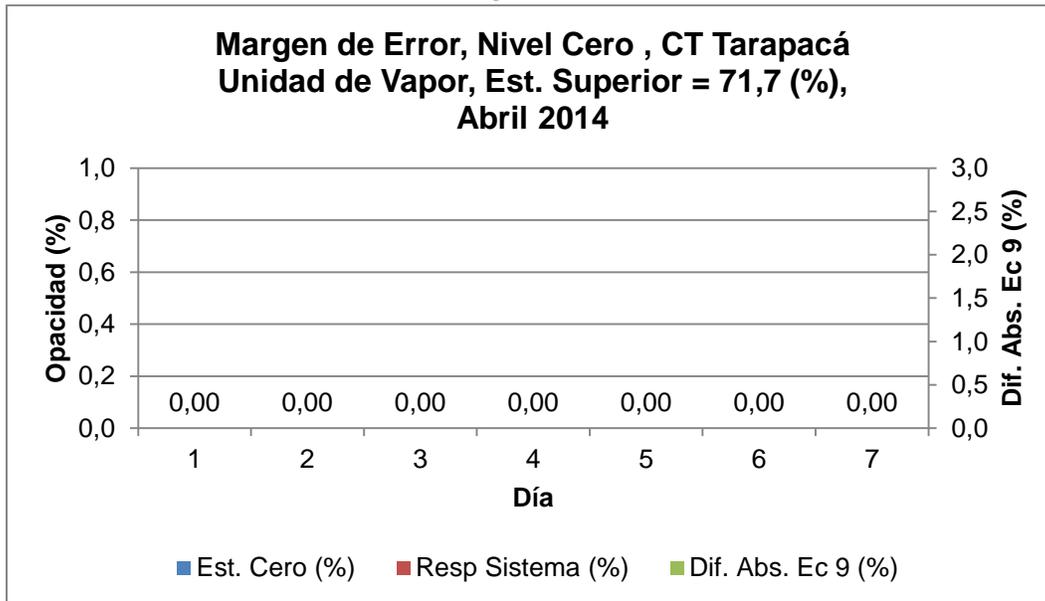
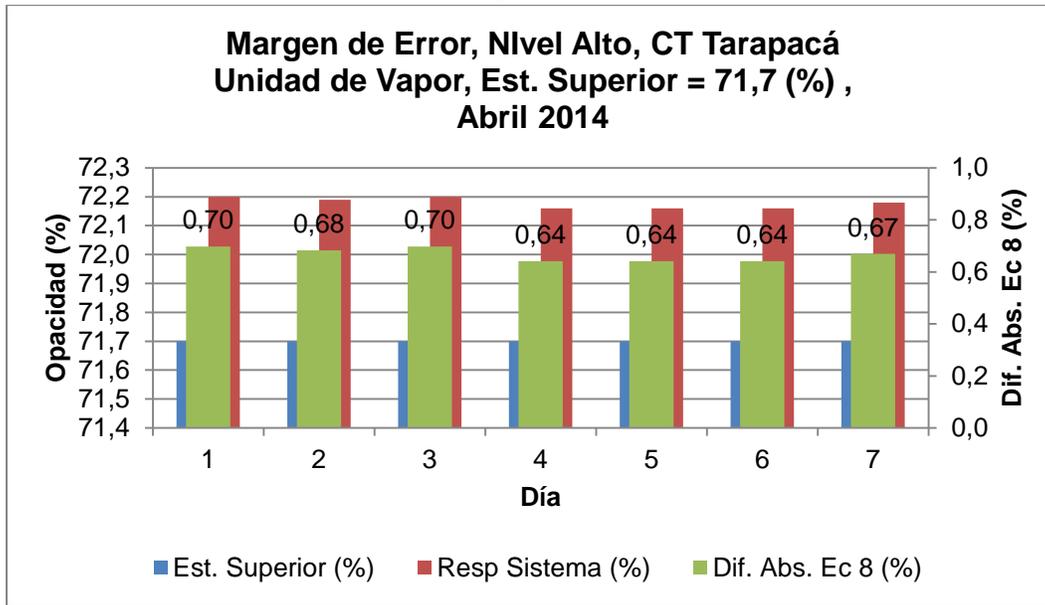


Gráfico 11: Margen de Error nivel alto.



7. CÁLCULOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORRELACIÓN (EC)

7.1. Consideraciones.

Para el Ensayo de Correlación (EC) se realizaron 20 corridas de mediciones de material particulado en la chimenea de acuerdo al Método de Referencia, con la metodología CH-5. Durante cada corrida se coordinó con planta para mantener condiciones estables durante la ejecución de cada corrida, y además se sincronizaron los horarios de la realización del muestreo del CH-5 por la Entidad de Inspección y la entrega de los datos del CEMS-MP para que exista información simultánea.

Para el caso del Método de Referencia se registraron los tiempos utilizados para los cambios de puertos entre travesas y los períodos de detención entre corridas de medición del método CH-5, los cuales no se consideraron dentro del análisis. Además se alinearon los períodos de tiempo del CEMS-MP y el Método de Referencia, con el fin de considerar el Tiempo de Respuesta del CEMS-MP para el ajuste de los datos de salida (2 minutos).

El sistema de control de las emisiones de material particulado corresponde a un filtro de mangas instalado a la salida de la caldera, y dado que este fue diseñado para contar con emisiones menores al valor límite de la norma ($50 \text{ mg/m}^3\text{N}$), no se asegura la obtención de los tres niveles de concentración de material particulado exigidos en el Protocolo con variaciones en las condiciones de proceso. Por lo anterior, y teniendo en cuenta que el Protocolo no exige que haya unos niveles de carga específicos para la realización de esta prueba, el Ensayo de Correlación se realizó a la carga técnicamente factible durante los días en que el equipo de medición de la Entidad de Inspección estuvo en las instalaciones de la Central. Durante este periodo la carga máxima alcanzable (70 MW aproximadamente) estuvo condicionada por la intervención al precalentador de aire regenerativo Nº 1, ya que estaba comprometida la integridad de algunos rodamientos del equipo. Es importante señalar, que la SMA autorizó la realización del Ensayo de Correlación bajo estas condiciones, según consta en el correo electrónico que se adjunta en Anexo 1.5.

Para determinar la mejor correlación, se siguieron las indicaciones entregadas en el Protocolo para la evaluación de los datos recolectados, a través de la utilización de la planilla de cálculo de correlaciones y QA (Quality Assurance) elaborada por la EPA, "PS-11 calcs-ver2-6.xls".

Para el desarrollo de las Curvas de Correlación, se utilizaron los registros del CEMS-MP (según nomenclatura 1_Dust [mg/Nm^3]) que se encuentran en condiciones normales (base seca, a una atmósfera de presión y una temperatura de temperatura de 25°C) y corregidos con un oxígeno de referencia de 6%. Para mayores detalles de los registros ver Anexo 7.1 del CD adjunto:

- Registros CEMS EC CT Tarapacá TV

Por parte del Método de Referencia, los resultados fueron entregados en las mismas condiciones que las del CEMS-MP. Las hojas de terreno, y los resultados se adjuntan en el Anexo 3.4.

Teniendo en cuenta que el Protocolo indica que si se utiliza un solo nivel de concentración, debe imponerse un valor equivalente a cuando no hay material particulado en el gas de emisión, se incluyó un valor de origen o cero. Con el fin de que las correlaciones Logarítmica, Exponencial y de Potencia no se indeterminen se utilizó como estimación para este valor de emisión cero el punto (0,0001, 0,0001). Con estas 21 corridas se descartaron las 5 corridas con el mayor error cuadrático respecto de la correlación lineal, quedando un total de 16 corridas, garantizando así el cumplimiento del número mínimo de corridas para la realización de la correlación, y el máximo de corridas descartadas sin justificación que establece el Protocolo. No obstante esto, se informan todas la corridas.

7.2. Cálculos y resultados.

En la Tabla 17 se encuentra un resumen con los resultados de la concentración de Material Particulado obtenidas de la ejecución del Método de Referencia (CH-5), y en paralelo se indican los promedios correspondientes del CEMS-MP. Además, se indican los horarios de medición tanto para el Método de Referencia como para el CEMS-MP (aplicando Tiempo de Respuesta (TR)).

El límite de emisión aplicable para esta unidad, correspondiente a 50 mg/m³N corregidos con un oxígeno de referencia de 6%, y considerando las 20 corridas del Método de Referencia, se obtiene un promedio de 25,7 (mg/m³N), siendo mayor que el 50% de la norma. Por lo tanto, para el factor de correlación se deberá cumplir con un mínimo de 0,85; y el Intervalo de Confianza e Intervalo de Tolerancia deben ser menores a 10% y 25%, respectivamente.

Tabla 17: Resultados Material Particulado CEMS y Método de Referencia.

Corrida	Fecha		Puerto 1		Puerto 2		Puerto 3		Puerto 4		Promedio CEMS (mg/m ³ N)	Método de Referencia (mg/m ³ N)
			Hora Inicio	Hora Fin								
1	07/05/2014	MR	14:05	14:21	14:24	14:40	14:41	14:57	14:59	15:15	20,8	28,0
		CEMS	14:07	14:23	14:26	14:42	14:43	14:59	15:01	15:17		
2	07/05/2014	MR	15:40	15:56	15:57	16:13	16:17	16:33	16:35	16:51	20,7	23,7
		CEMS	15:42	15:58	15:59	16:15	16:19	16:35	16:37	16:53		
3*	08/05/2014	MR	10:35	10:51	10:53	11:09	11:10	11:26	11:28	11:44	20,5	13,7
		CEMS	10:37	10:53	10:55	11:11	11:12	11:28	11:30	11:46		
4	08/05/2014	MR	12:05	12:19	12:21	12:35	12:38	12:52	12:56	13:10	20,5	26,7
		CEMS	12:07	12:21	12:23	12:37	12:40	12:54	12:58	13:12		
5	08/05/2014	MR	13:37	13:51	13:53	14:08	14:11	14:25	14:28	14:42	21,2	27,4
		CEMS	13:39	13:53	13:55	14:10	14:13	14:27	14:30	14:44		
6*	08/05/2014	MR	15:15	15:29	15:31	15:45	15:48	16:02	16:04	16:18	21,4	32,0
		CEMS	15:17	15:31	15:33	15:47	15:50	16:04	16:06	16:20		
7*	09/05/2014	MR	9:50	10:04	10:05	10:19	10:21	10:35	10:36	10:50	20,4	29,3
		CEMS	9:52	10:06	10:07	10:21	10:23	10:37	10:38	10:52		
8	09/05/2014	MR	11:10	11:24	11:25	11:39	11:41	11:55	11:57	12:11	21,2	28,5
		CEMS	11:12	11:26	11:27	11:41	11:43	11:57	11:59	12:13		
9	09/05/2014	MR	12:35	12:49	12:54	13:08	13:11	13:25	13:29	13:43	21,1	25,5
		CEMS	12:37	12:51	12:56	13:10	13:13	13:27	13:31	13:45		
10	09/05/2014	MR	14:23	14:37	14:38	14:53	14:54	15:08	15:10	15:24	21,5	27,9
		CEMS	14:25	14:39	14:40	14:55	14:56	15:10	15:12	15:26		
11	10/05/2014	MR	10:35	10:49	10:51	11:05	11:06	11:20	11:21	11:35	21,1	28,7
		CEMS	10:37	10:51	10:53	11:07	11:08	11:22	11:23	11:37		
12	10/05/2014	MR	11:52	12:06	12:07	12:21	12:24	12:38	12:40	12:54	21,2	24,9
		CEMS	11:54	12:08	12:09	12:23	12:26	12:40	12:42	12:56		
13	10/05/2014	MR	13:15	13:29	13:32	13:46	13:48	14:02	14:04	14:18	20,9	25,8
		CEMS	13:17	13:31	13:34	13:48	13:50	14:04	14:06	14:20		
14	10/05/2014	MR	14:35	14:49	14:50	15:04	15:05	15:19	15:21	15:35	20,5	27,0
		CEMS	14:37	14:51	14:52	15:06	15:07	15:21	15:23	15:37		
15	11/05/2014	MR	10:17	10:31	10:33	10:47	10:48	11:02	11:04	11:18	20,9	25,2
		CEMS	10:19	10:33	10:35	10:49	10:50	11:04	11:06	11:20		
16	11/05/2014	MR	11:34	11:48	11:49	12:03	12:04	12:18	12:21	12:35	21,3	23,8
		CEMS	11:36	11:50	11:51	12:05	12:06	12:20	12:23	12:37		
17	11/05/2014	MR	12:50	13:04	13:08	13:22	13:24	13:38	13:42	13:56	21,0	24,0
		CEMS	12:52	13:06	13:10	13:24	13:26	13:40	13:44	13:58		
18	11/05/2014	MR	14:20	14:34	14:35	14:49	14:51	15:05	15:06	15:20	20,9	24,2
		CEMS	14:22	14:36	14:37	14:51	14:53	15:07	15:08	15:22		
19*	12/05/2014	MR	10:16	10:30	10:31	10:46	10:47	11:01	11:02	11:16	22,6	23,5
		CEMS	10:18	10:32	10:33	10:48	10:49	11:03	11:04	11:18		
20*	12/05/2014	MR	11:30	11:44	11:46	12:00	12:01	12:15	12:16	12:30	23,0	23,3
		CEMS	11:32	11:46	11:48	12:02	12:03	12:17	12:18	12:32		

* Corrida Descartada

A continuación se presentan los resultados extraídos de la planilla de cálculo de correlaciones y QA, "PS-11 CT Tarapacá TV.xls", que incluye el punto para cero emisión, y de la que se desprenden los principales parámetros para cada correlación.

Tabla 18: Resultados y parámetros de las EC.

Resultados Correlación Lineal		Resultados Correlación Polinomial		Resultados Correlación Logarítmica		Resultados Correlación Exponencial		Resultados Correlación Potencial	
Variable	Valor	Variable	Valor	Variable	Valor	Variable	Valor	Variable	Valor
n	16	n	16	n	16	n	16	n	16
x~	19,68	S1	315	x'~	2,28	x~	19,68	x'~	2,278
Sxx	414	S2	6.613	Sx'x'	140,79	Sxx	414,3	Sx'x'	140,79
y~	24,46	S3	138.884	y~	24,5	y'~	2,480	y'~	2,480
Syy	682	S4	2.917.308	Syy	682	Sy'y'	145,84	Sy'y'	145,84
Sxy	514,2	S5	391	Sx'y	299,7	Sxy'	245,46	Sx'y'	143,26
b0	0,027	S6	8.216	b0	19,606	b0'	-9,181	b0'	0,162
b1	1,241	S7	172.543	b1	2,129	b0	0,000	b0	1,175
SL	1,768	det A	3,145E+06	SL	1,770	b1	0,592	b1	1,018
y^mean	24,456	b0	0,002	y^mean	24,456	SL	0,172	SL	0,068
tf	2,145	b1	1,744	tf	2,145	y^mean	2,480	y^mean	2,480
CI	0,948	b2	-0,02388	CI	0,949	tf	2,145	tf	2,145
EL	50,0	Sp	1,829	EL	50,0	CI'	0,0922	CI'	0,036
CI%	1,90%	D	3,145E+06	CI%	1,90%	LCL'	2,388	LCL'	2,443
n'	16	C0	1,000	n'	16	UCL'	2,572	UCL'	2,516
v'	1,460	C1	-0,0955	v'	1,460	CI	1,103	CI	0,435
un'	1,182	C2	2,280E-03	un'	1,182	EL	50,0	EL	50,0
kT	1,726	C3	9,368E-01	kT	1,726	CI%	2,21%	CI%	0,87%
TI	3,051	C4	-4,438E-02	TI	3,05	n'	16	n'	16
TI%	6,1%	C5	2,108E-03	TI%	6,1%	v'	1,460	v'	1,460
Sy	6,743	tf	2,160	Sy	6,743	un'	1,182	un'	1,182
r2	0,931	EL	50,0	r2	0,931	kT	1,726	kT	1,726
r	0,965	CI	1,020	r	0,965	TI'	0,297	TI'	0,117
		CI%	2,04%			LTL'	2,183	LTL'	2,363
		v'	1,485			UTL'	2,777	UTL'	2,597
		un'	1,184			TI	3,598	TI	1,404
		n'	14,99			TI%	7,2%	TI%	2,8%
		kT	1,759			Sy'	3,118	Sy'	3,118
		TI	3,217			r2	0,997	r2	1,000
		TI%	6,4%			r	0,998	r	1,000
		y~	24,46						
		Sy	6,74						
		r2	0,926						
		r	0,963						
		Max-min?	maximum						
		xmax-min	36,52						
		1.25xmax	26,88						

A continuación se presentan los resultados de los criterios estadísticos y los indicadores de cumplimiento respectivos indicados en el Protocolo.

Tabla 19: Criterios Estadísticos obtenidos del EC.

Modelo	Coefficiente de Correlación	≥ 0,85 ?	Rango medio de intervalo de confianza	≤ 10% ?	Rango medio de intervalo de tolerancia	≤ 25% ?	¿Min/max dentro del rango permitido?	¿el modelo cumple con todos los criterios?
	[-]		[%]		[%]			
Lineal	0,965	Sí	1,90%	Sí	6,1%	Sí	(b)	Sí
Polinomial	0,963	Sí	2,04%	Sí	6,4%	Sí	Si	Sí
Logarítmico	0,965	Sí	1,90%	Sí	6,1%	Sí	(b)	Sí
Exponencial	0,998	Sí	2,21%	Sí	7,2%	Sí	(b)	Sí
Potencial	1,000	Sí	0,87%	Sí	2,8%	Sí	(b)	Sí

(b) No aplica, los criterios sólo aplican al modelo Polinomial

Mejor Modelo: Potencial

Considerando la tabla anterior basada en la aplicación de la “PS-11 calcs-ver2-6.xls” se aprecia que se aprueba el Ensayo de Correlación con todos los modelos establecidos en el Protocolo, siendo el Potencial el que mejor se ajusta.

7.3. Gráficos de cada parámetro evaluado.

A continuación se muestran los gráficos obtenidos a partir de los resultados presentados en el punto anterior. En ellas, se puede identificar las Curvas de Correlación, para el CEMS de la Unidad de Vapor de la Central Termoeléctrica Tarapacá:

Gráfico 12: Correlación Lineal para MP.

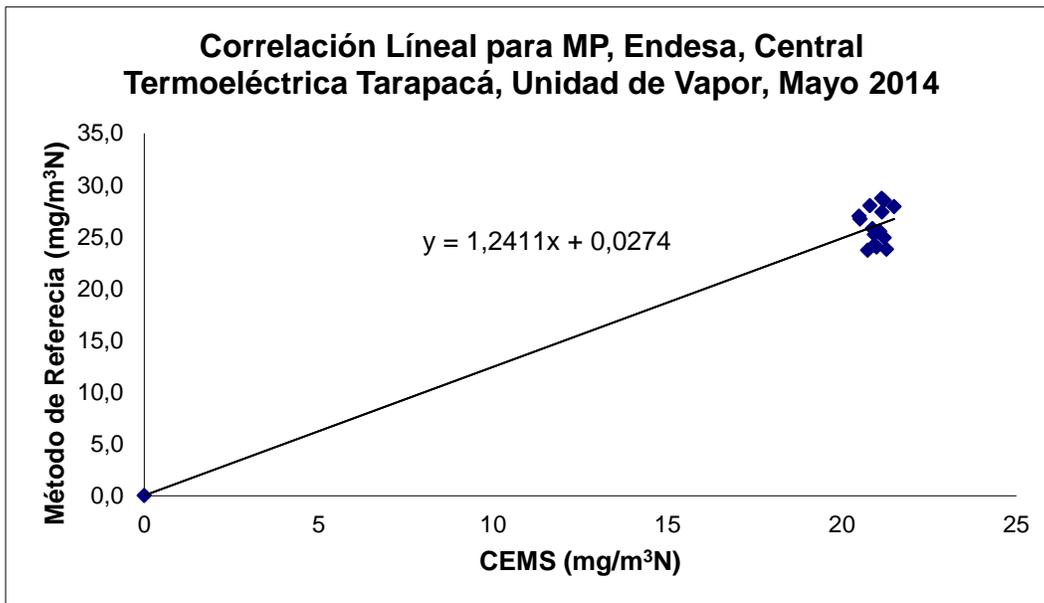


Gráfico 13: Correlación Polinomial para MP.

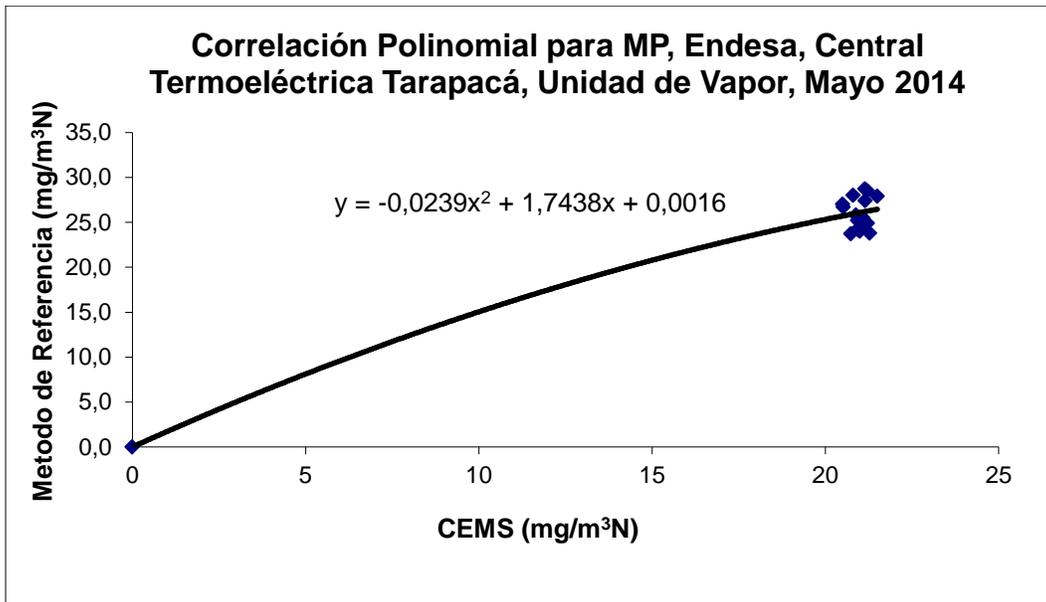


Gráfico 14: Correlación Logarítmica para MP.

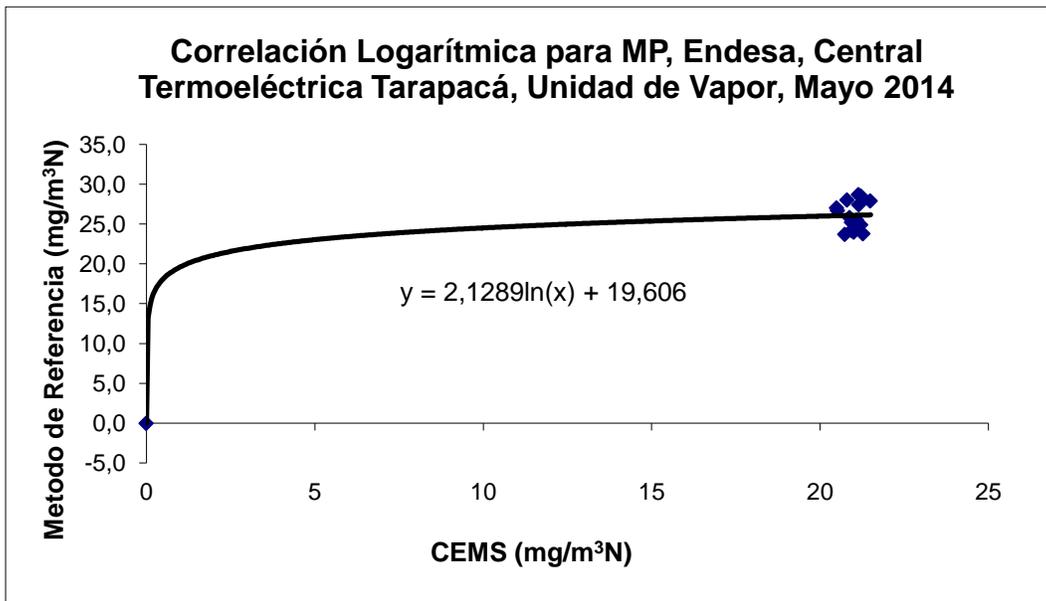


Gráfico 15: Correlación Exponencial para MP.

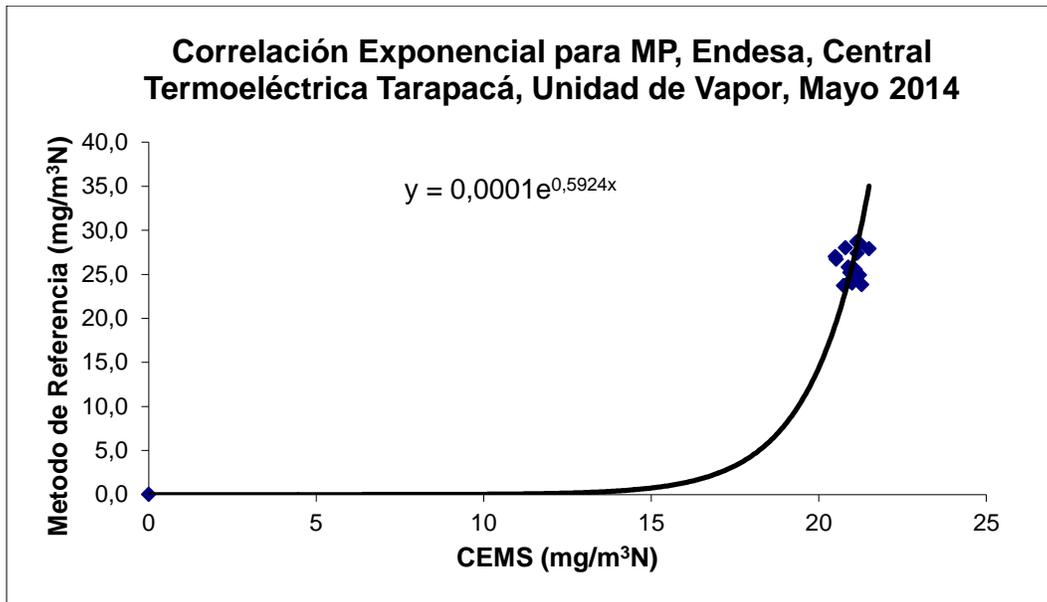
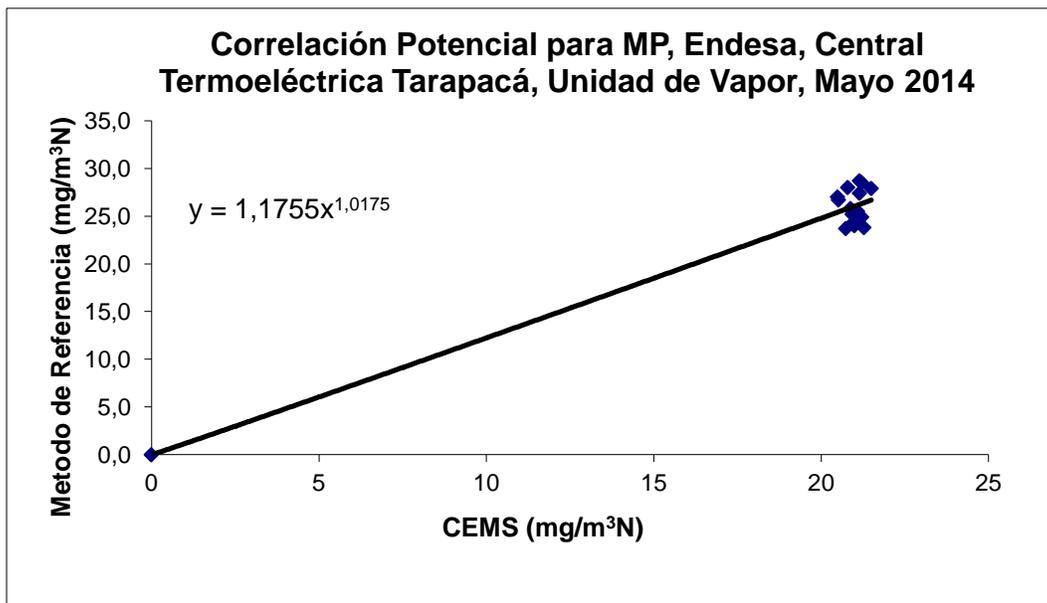


Gráfico 16: Correlación Potencial para MP.



8. CÁLCULOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA SISTEMAS OPACÍMETROS (COMS)

8.1. Consideraciones.

Para los ensayos de sistemas opacímetros, se deben realizar las “Pruebas de funcionamiento y auditoría de campo” y cumplir con un “Período de prueba operacional” de acuerdo a lo establecido en el PS-1 (*numeral 6.3 del Protocolo*).

Previo a la realización de las pruebas de funcionamiento y auditorías de campo, se efectuó el ensayo de alineación óptica de acuerdo a lo establecido en el Protocolo. Este ensayo fue realizado por la empresa proveedora del CEMS. La Entidad de Inspección fue testigo de este ensayo, lo que posteriormente se corroboró con los buenos resultados del ensayo PS-1.

Luego se realizó el Chequeo de Error de Calibración de acuerdo a lo establecido en el PS-1, en tres puntos o niveles (bajo, medio y alto) utilizando para ello filtros atenuadores certificados cuya acreditación se encuentra adjunta en Anexo 4.4.

De acuerdo a lo indicado en la Tabla 1-1 del CFR Volumen 40 Parte 60 Apéndice B (PS-1), el límite para el chequeo de Error de Calibración debe ser menor a 3% de opacidad para cada uno de los tres atenuadores.

Tabla 20: Detalle Pruebas Funcionamiento y Auditorías de campo según PS-1.

TABLE 1-1 -- PERFORMANCE SPECIFICATIONS	
Parameter	Specifications
1. Calibration error a	</= 3 percent opacity.
2. Response time	</= 10 seconds.
3. Conditioning period b	</= 168 hours.
4. Operational test period b	</= 168 hours.
5. Zero drift (24-hour) a	</= 2 percent opacity.
6. Calibration drift (24-hour) a	</= 2 percent opacity.
7. Data recorder resolution	</= 0.5 percent opacity.

Luego se realiza el chequeo del Tiempo promedio de Respuesta del sistema para filtros atenuadores de nivel bajo y alto (en segundos).

Según lo establecido en el Protocolo, los Tiempos de Respuesta deben ser menores o iguales a 10 segundos medidos desde el registrador de datos del COMS.

Por otra parte, para las pruebas de período operacional, se incluyen resultados de pruebas de Desviación de la Calibración de Cero y Span, por un periodo de 168 (hrs) (7 días). Para la aplicación de estas pruebas se utilizan las ecuaciones 1-3 a 1-6 del PS-1.

Las pruebas de Desviación de la Calibración se realizan considerando los valores históricos asociados a cada filtro atenuador expresado como porcentaje (%).

De acuerdo a lo indicado en el numeral 6.3 del Protocolo se debe cumplir y demostrar que los resultados de las pruebas de Desviación de la Calibración cumplen con lo establecido en el PS-1 (Valor máximo de 2%).

8.2. Cálculos y resultados.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las pruebas de Chequeo de Error de Calibración para los 3 filtros atenuadores de niveles bajo, medio y alto. Los registros se encuentran en Anexo 5.1 del CD adjunto:

- Registros CEMS PS1+ECal+ME CT Tarapacá TV

La planilla de cálculo se adjunta en Anexo 5.2:

- DC+TR+ME+ COMS+EL CT Tarapacá TV

Las planillas de terreno se encuentran en Anexo 3.3

Tabla 21: Chequeo de Error de Calibración, filtro atenuador nivel bajo.

Chequeo Opacidad Nivel Bajo	Fecha Verificación	Hora Verificación	Valor Chequeo (R _L) (%)	Respuesta CEMS (R _{CEM}) (%)	Diferencia Aritmética (R _{CEM} -R _L) (%)	(R _{CEM} -R _L) ² (%) ²
1	24/04/2014	16:56	5,7	5,95	0,25	0,06
2		17:19	5,7	5,99	0,29	0,08
3		17:38	5,7	6,11	0,41	0,17
4		17:58	5,7	6,11	0,41	0,17
5		18:17	5,7	6,11	0,41	0,17
Suma =					1,77	0,65
Promedio =					0,35	
Sd =					0,08	
t _{0,975} =					2,776	
CC =					0,10	
CE =					0,45	

Se verifica cumplimiento del límite aceptable de Error de Calibración (nivel bajo) de acuerdo al criterio de cumplimiento establecido en el Protocolo (**resultado 0,45% < 3,0%**).

Tabla 22: Chequeo de Error de Calibración, filtro atenuador nivel medio.

Chequeo Opacidad Nivel Medio	Fecha Verificación	Hora Verificación	Valor Chequeo (R _L)	Respuesta CEMS (R _{CEM})	Diferencia Aritmética (R _{CEM} -R _L)	Abs(R _{CEM} -R _L) ²
	dd/mm/aaaa	hh:mm	(%)	(%)	(%)	(%) ²
1	24/04/2014	17:04	15,4	15,48	0,08	0,01
2		17:25	15,4	15,51	0,11	0,01
3		17:46	15,4	15,61	0,21	0,04
4		18:05	15,4	15,63	0,23	0,05
5		18:23	15,4	15,54	0,14	0,02
Suma =					0,77	0,14
Promedio =					0,15	
Sd =					0,06	
t _{0,975} =					2,776	
CC =					0,08	
CE =					0,23	

Se verifica cumplimiento del límite aceptable de Error de Calibración (nivel medio) de acuerdo al criterio de cumplimiento establecido en el Protocolo (**resultado 0,23% < 3,0%**).

Tabla 23: Chequeo de Error de Calibración, filtro atenuador nivel alto.

Chequeo Opacidad Nivel Alto	Fecha Verificación	Hora Verificación	Valor Chequeo (R _L)	Respuesta CEMS (R _{CEM})	Diferencia Aritmética (R _{CEM} -R _L)	Abs(R _{CEM} -R _L) ²
	dd/mm/aaaa	hh:mm	(%)	(%)	(%)	(%) ²
1	24/04/2014	17:12	24,9	25,10	0,20	0,04
2		17:32	24,9	25,27	0,37	0,14
3		17:52	24,9	25,22	0,32	0,10
4		18:11	24,9	25,23	0,33	0,11
5		18:30	24,9	25,75	0,85	0,72
Suma =					2,07	1,11
Promedio =					0,41	
Sd =					0,25	
t _{0,975} =					2,776	
CC =					0,31	
CE =					0,73	

Se verifica cumplimiento del límite aceptable de Error de Calibración (nivel alto) de acuerdo al criterio de cumplimiento establecido en el Protocolo (**resultado 0,73% < 3,0%**).

Por otra parte, se presentan los resultados obtenidos del chequeo del Tiempo de Respuesta del sistema para atenuador de nivel bajo y alto, obteniéndose lo siguiente:

Tabla 24: Chequeo del Tiempo de Respuesta del COMS.

Chequeo tiempo respuesta	Filtro Bajo (seg)		Filtro Alto (seg)	
	95%	5%	95%	5%
1	8	8	8	8
2	9	9	9	9
3	7	8	7	8
4	7	9	9	8
5	7	9	7	7
Promedio	8	9	8	8

Considerando estos resultados, se verifica que los Tiempos promedio de Respuesta de nivel alto y nivel bajo, son menores a 10 (s), cumpliendo la exigencia impuesta para este ensayo.

Finalmente se presentan los cálculos y resultados obtenidos del ensayo de Desviación de la Calibración, para la Unidad de Vapor considerando los valores históricos asociados a cada filtro atenuador.

Tabla 25: Datos de DC para CEMS-MP, Nivel Cero según PS-1.

Nivel Cero							
Día	fecha	Hora Inicio (hi)	Hora Estabilización Respuesta	Valor chequeo (R _L)	Respuesta CEMS (R _{CEM})	R _{CEM} -R _L	(R _{CEM} -R _L) ²
Nº	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³) ²
1	24/04/2014	18:43	18:45	0,00	0,00	0,00	0,00
2	25/04/2014	23:21	23:24	0,00	0,00	0,00	0,00
3	26/04/2014	23:22	23:26	0,00	0,00	0,00	0,00
4	27/04/2014	23:23	23:27	0,00	0,00	0,00	0,00
5	28/04/2014	23:25	23:28	0,00	0,00	0,00	0,00
6	29/04/2014	23:26	23:30	0,00	0,00	0,00	0,00
7	30/04/2014	23:27	23:31	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma =						0,00	0,00
Promedio =						0,00	
Sd =						0,00	
t _{0,975} =						2,45	
CC =						0,00	
CE =						0,00	

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de Desviación de Calibración para MP nivel Cero de acuerdo al criterio de cumplimiento del PS-1 (**resultado 0,00% < 2,0%**).

Tabla 26: Datos de DC para CEMS-MP, Nivel Span según PS-1.

Nivel Span							
Día	fecha	Hora Inicio (hi)	Hora Estabilización Respuesta	Valor chequeo (R _L)	Respuesta CEMS (R _{CEM})	R _{CEM} -R _L	(R _{CEM} -R _L) ²
N°	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³) ²
1	24/04/2014	18:50	18:53	71,70	72,20	0,50	0,25
2	25/04/2014	23:31	23:35	71,70	72,19	0,49	0,24
3	26/04/2014	23:32	23:36	71,70	72,20	0,50	0,25
4	27/04/2014	23:33	23:37	71,70	72,16	0,46	0,21
5	28/04/2014	23:35	23:39	71,70	72,16	0,46	0,21
6	29/04/2014	23:37	23:41	71,70	72,16	0,46	0,21
7	30/04/2014	23:38	23:42	71,70	72,18	0,48	0,23
Suma =						3,35	1,61
Promedio =						0,48	
Sd =						0,02	
t _{0,975} =						2,45	
CC =						0,02	
CE =						0,50	

Se verifica cumplimiento de límite aceptable de Error de Calibración para MP nivel Span de acuerdo al criterio de cumplimiento del PS-1 (**0,50% < 2,0%**).

8.3. Gráficos de cada parámetro evaluado.

A continuación se muestran los gráficos de la respuesta del CEMS de Opacidad durante el ensayo de Desviación de la Calibración para los niveles cero y Span. Para el nivel cero solo se obtuvieron ceros como respuesta, lo que se evidencia en el Gráfico 17.

Gráfico 17: DC COMS nivel cero.

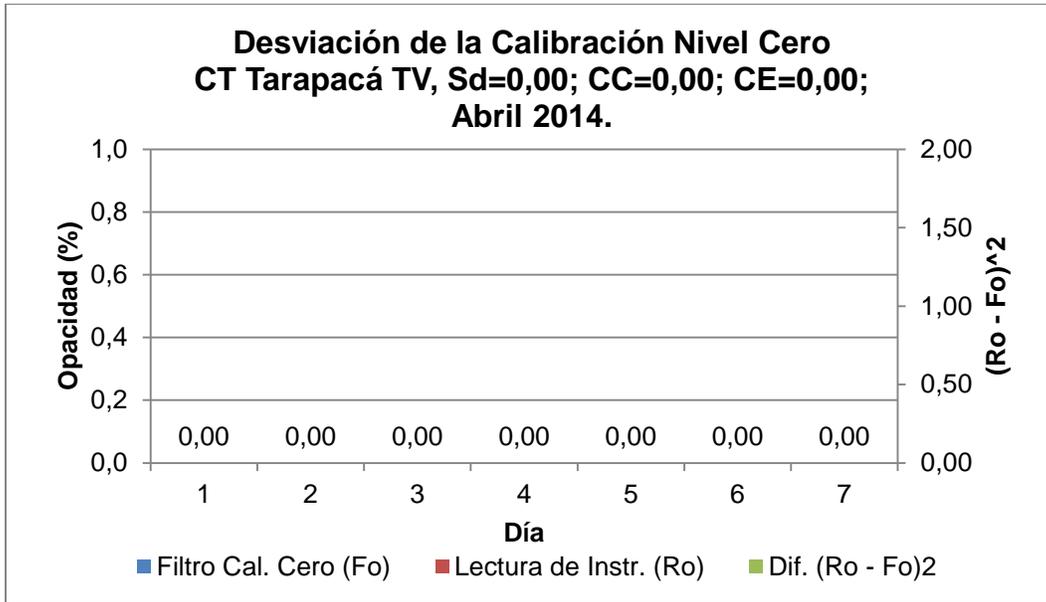
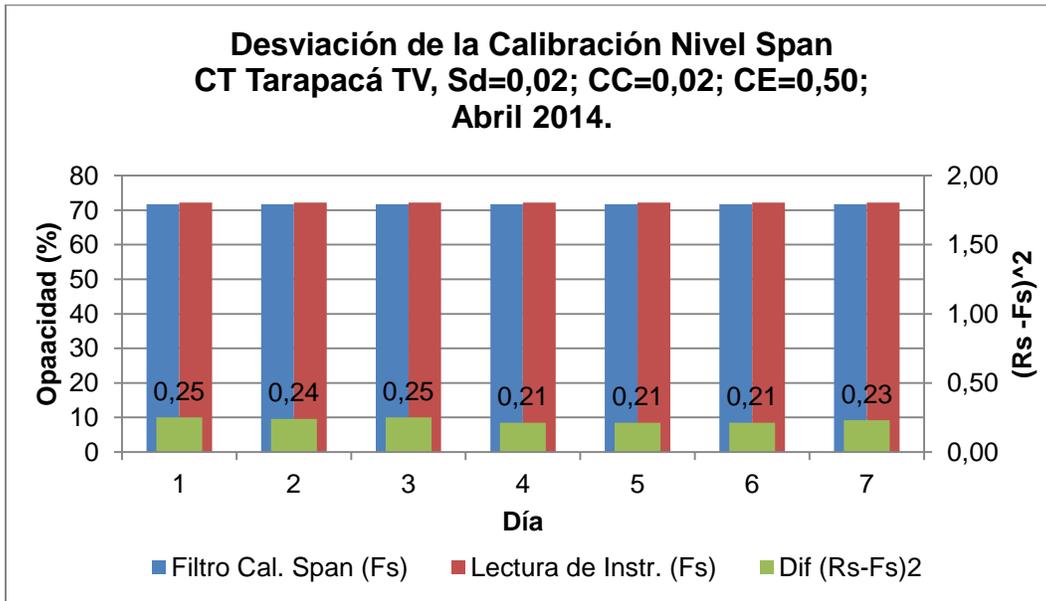


Gráfico 18: DC COMS nivel Span.



9. CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA FUENTE

Durante la ejecución de los ensayos de Margen de Error (ME) de MP, Desviación de la Calibración (DC) y Exactitud Relativa (ER) de flujo, y Desviación de la Calibración (DC), Error de Linealidad (EL) y Exactitud Relativa (ER) de SO₂, la fuente operó normalmente (potencia mayor al 50% de la máxima capacidad de funcionamiento). El Ensayo de Correlación (EC) se realizó con la central operando con la potencia técnicamente alcanzable en el periodo de ejecución del ensayo, dada las condiciones operacionales imperantes y que se explican en la sección 7.1.

En la Tabla 27 se resaltan en verde los periodos en los que se ejecutaron las pruebas. En el Anexo 2 se adjuntan los reportes de potencia originales descargados del sitio web del CDEC-SING, además del reporte minuto a minuto para el día 25 de Abril, ya que el promedio horario que se muestra en la Tabla 27 para las 22 horas no refleja que la prueba para ese día se haya ejecutado con una potencia superior al 50% de la máxima posible.

Tabla 27: Potencia durante Repetición Central Tarapacá TV

Hora		Abril							Mayo							
		24	25	26	27	28	29	30	1	6	7	8	9	10	11	12
0:00	1:00	140,1	140,2	136,8	124,8	125,1	115	114,3	115,1	115	115,3	68,5	68	67,4	68,4	67,1
1:00	2:00	140,7	140,1	94,8	125,6	125,1	114,9	115,4	115,3	115,1	114,3	68,3	67,8	67,7	69	67,4
2:00	3:00	139,9	140,2	99,9	124,3	125	115	115,5	115,1	115,1	114,9	68,5	67,6	68,4	69	68,4
3:00	4:00	140,5	140,3	112,1	123,7	125	114	115,9	115	115,1	110,5	68,9	68	68,2	69	66,8
4:00	5:00	140	139,8	129,8	125,9	125	115,2	116,9	115,5	115,1	85,7	68,9	68,1	68,6	68,9	67,2
5:00	6:00	140,5	140,3	129,6	125	125,1	114,6	115,5	115,7	115,8	74,3	68,4	68,3	68,4	68,4	67,4
6:00	7:00	140,9	140,4	120,4	125,3	125	114,9	116,5	115,3	115,8	60,2	68,8	68,6	68,3	68,3	67,2
7:00	8:00	140	140,7	120	125,3	125	114,3	116	115,9	116	59,3	68,4	68,5	68,5	68,4	68,3
8:00	9:00	140	141	120,5	125,4	125	115,4	115,8	114,3	116,6	53	68,4	68,5	68,9	68	66,5
9:00	10:00	139,6	88,2	120,1	124,9	125,1	115,4	116	115,4	116,6	52,7	69	68,1	69,4	68,4	67,2
10:00	11:00	139,4	0	120,9	125	125	115,2	115,4	114,9	116,2	54,9	67,2	69	68,3	67,3	67,9
11:00	12:00	131,1	0	120,6	124,7	125,2	115,7	115,2	114,4	115,7	53,7	67,5	69,9	68,4	67,6	67,8
12:00	13:00	121,2	0	121,2	124,1	125,1	115,1	115,2	114,8	116,2	70,7	68,2	68,4	68,7	67,9	67,5
13:00	14:00	119,8	0	121,1	124,3	125	114,2	115,1	114,6	115,6	69,4	68,8	68,9	69	68,8	68,1
14:00	15:00	119,7	0	121,7	124,9	125	115,1	115,3	114,8	116	70,1	68,5	70,3	69,9	68,9	68,6
15:00	16:00	120,7	0	122,3	125,1	125,1	114,1	115,6	115,8	116,3	70	68,3	69,7	70,5	71,2	69,3
16:00	17:00	117,6	0	122,4	124,1	126	115,1	116	116	116,7	70	68,8	68,9	69	67,7	69,2
17:00	18:00	128,4	3	122,9	125,1	126,1	114,9	115,8	115,8	116,5	69,9	68,7	69,1	70,2	68,5	69,3
18:00	19:00	138,9	1	124	125	126,2	115	115,3	116	116,2	69,7	68,5	68,6	69,4	68,4	71,4
19:00	20:00	139,2	20	124,1	125	126	113,6	117,3	115,9	116,6	68,7	68	68,4	69,6	68,4	70,3
20:00	21:00	138,6	28,6	124,8	125	125	114,3	113,8	115,6	116,1	69,2	67,7	67,9	68,2	67,6	69,6
21:00	22:00	140,1	50	124,3	125	126,4	115,4	115,2	115,6	116,4	68	67,2	68,1	67,6	67,6	69,6
22:00	23:00	139,6	72,2	125	124,7	126,4	115,3	115,3	115,5	115,1	68,2	67,1	67,5	67,9	67,1	70
23:00	0:00	140	104,3	125,2	125,5	121	114,9	116,3	116,1	115,6	68,1	67,1	67,5	68,2	67,1	69,8
			124,6	+1 Hora por cambio a horario de invierno												

10. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos de la ejecución y análisis de los ensayos repetidos reportados en este informe, se concluye lo siguiente:

El CEMS de SO₂, de flujo, el CEMS-MP y de Opacidad COMS instalados en la chimenea de la unidad de vapor de la central termoeléctrica Tarapacá cumplen satisfactoriamente con los ensayos de validación exigidos en el Protocolo.

En la Tabla 28 se muestra un resumen con el registro máximo obtenido durante los 7 días para el ensayo de Desviación de la Calibración para cada parámetro. Para Error de Linealidad de SO₂ se muestra el máximo porcentaje de error, el cual se obtuvo en el nivel bajo. Además, se presentan los resultados del Ensayo de Tiempo de Respuesta y Exactitud Relativa:

Tabla 28: Resumen de resultados de los ensayos de gases.

Ensayo	SO ₂	Flujo
DC	1,05% < 2,50%	0,21% < 3,00%
TR	4 min < 15 min	2 min < 15 min
EL	1,43% < 5,00%	-
ER	1,7% < 20%	12,1% < 20%

En la Tabla 29 se muestra el registro máximo obtenido por cada nivel durante los 7 días de ejecución del ensayo de Margen de Error. Además, se muestra el ensayo de Tiempo de Respuesta para MP y Ensayo de Correlación.

Tabla 29: Resumen de cumplimiento de los ensayos de MP

Ensayo		Nivel Cero	Nivel Alto	Resultado	
Margen de Error		0,00% ≤ 2,0%	0,70% ≤ 2,0%	Aprueba	
Tiempo de Respuesta		2 min ≤ 15 min		Aprueba	
Ensayo		R ≥ 0,85	CI ≤ 10%	TI ≤ 25%	Resultado
Ensayos de Correlación (EC)	Lineal	0,965	1,90%	6,1%	Aprueba Mejor Modelo: Potencial
	Polinomial	0,963	2,04%	6,4%	
	Logarítmica	0,965	1,90%	6,1%	
	Exponencial	0,998	2,21%	7,2%	
	Potencial	1,000	0,87%	2,8%	

En la Tabla 30 se muestran los resultados asociados al CEMS de Opacidad:

Tabla 30: Resumen de cumplimiento de Sistemas Opacímetros.

Ensayo		Nivel Bajo	Nivel Medio	Nivel Alto	Resultado
Sistemas Opacímetros	Chequeo Error Calibración	0,45% ≤ 3,0%	0,23% ≤ 3,0%	0,73% ≤ 3,0%	Aprueba
	Tiempo de respuesta (TR)	95%: 8s ≤ 10s 5%: 9s ≤ 10s	-	95%: 8 s ≤ 10 s 5%: 8 s ≤ 10 s	Aprueba
	Período de prueba operacional	DC cero 0,00% ≤ 2,0%	-	DC span 0,50% ≤ 2,0%	Aprueba



Santiago, 10 de Junio de 2014.-

Señor
Cristián Franz
Superintendente de Medio Ambiente
Miraflores 178, piso 7,
Santiago, Chile

Presente



Ref.: Adenda N°1 al Informe de Resultados Ensayos de Validación de CEMS, Central Termoeléctrica Tarapacá, Unidad de Vapor

De nuestra consideración,

A través de la presente, y de acuerdo a lo indicado en la sección 4.4 del Protocolo para Validación de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones en Centrales Termoeléctricas, hacemos entrega de la siguiente documentación:

- Adenda N°1 al Informe de Resultados Ensayos de Validación de Equipos de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS), Central Termoeléctrica Tarapacá, Unidad de Vapor (formato impreso). Ensayos realizados: Desviación de la Calibración de SO₂ y Flujo, Error de Linealidad de SO₂, Exactitud Relativa de SO₂ y Flujo, Ensayos para Sistemas Opacímetros (COMS), Margen de Error y Ensayo de Correlación de Material Particulado
- Anexos de Adenda N°1 al Informe de Resultados Ensayos de Validación Equipos de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) Central Termoeléctrica Tarapacá, Unidad de Vapor (formato impreso).
- CD con Informe, Anexos y memorias de cálculo en formato digital.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

Juan Alberto Bravo
Ingeniero Senior
JHG Servicios Ambientales Ltda.



Santiago, 07 de marzo 2014

GERENCIA GENERAL N° 11

Señor
Juan Carlos Monckeberg Fernández
Superintendente (S) de Medio Ambiente
Miraflores N°178, piso 7.
Santiago

REF. : INFORMA REPETICIÓN DE PRUEBAS DE VALIDACIÓN - CENTRAL TÉRMICA TARAPACÁ Y CENTRAL SAN ISIDRO I.

De nuestra consideración:

Junto con saludarle, informo a Usted que el laboratorio validador de los equipos de medición continua de emisiones (CEMS) instalados en la unidad a vapor de la Central Térmica Tarapacá y la Central San Isidro I, ha definido la necesidad de realizar nuevamente algunos de los ensayos de validación de estos equipos, pues los resultados obtenidos no cumplieron con los estándares definidos en el protocolo de validación de sistemas de monitoreo continuo de emisiones, promulgado el 22 de enero de 2013 con la Resolución Exenta N° 57, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por lo anterior, hemos programado la ejecución de nuevas pruebas para las centrales Tarapacá y San Isidro I, de la siguiente manera:

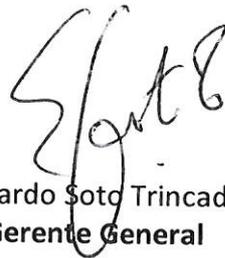
Central	Prueba	Fecha de inicio	Fecha de término
Central Tarapacá	Margen de Error	07.04.14	13.04.14
	Ensayo de linealidad SO ₂	14.04.14	14.04.14
	Exactitud relativa SO ₂	06.05.14	07.05.14
	Ensayo de correlación	06.05.14	12.05.14
San Isidro I	Exactitud Relativa O ₂	08.04.14	09.04.14
	Exactitud relativa NOx	08.04.14	09.04.14

Se tiene contemplado ingresar el informe de los ensayos realizados, en el caso de Central

Térmica Tarapacá, el día 25 de junio de 2014. El informe de los ensayos realizados en Central Térmica San Isidro I, se tiene contemplado que ingresen el 14 de mayo de 2014.

Además de lo anterior, indicamos a usted, que el día 05 de marzo de 2014 a través de la carta N° GG 09, presentamos al Servicio de Evaluación Ambiental, un aviso con el cambio de titularidad de la Compañía Eléctrica San Isidro S.A., acompañamos carta.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Ud.,



Eduardo Soto Trincado.
Gerente General

Adj: Carta N° GG 09

c.c.: Gerencia de Explotación
Medio Ambiente Explotación
Archivo Central Tarapacá