



NOM-  
SEMARNAT-  
044-2006 Y  
NOM-085-  
2011

## REPORTE DE MONITOREO DE GASES DE COMBUSTION EN MAQUINARIA PESADA

MAQUINARIA MUESTREADA :  
CAT-M5 / VIRGO / 160 H

Elaborado por :Viason Vision Ambiental Sonora SC  
SEPT / 2015



REPORTE DE RESULTADOS / MEDICION DIRECTA DE GASES DE COMBUSTION  
**EVALUACIÓN Y MONITOREO DE GASES DE COMBUSTION**  
**EN MAQUINARIA PESADA CAT-M5-160H**

## **Resumen**

Los días 04 y 07 de Septiembre de 2015 se efectuaron una serie de monitoreos de gases de combustión en Maquinaria pesada base diesel denominada CAT-M5-160H.

A solicitud del Ing. Luis Daniel Maldonado M. se llevaron a cabo los trabajos, primeramente, el día 04 de septiembre que fue un día trabajo normal y en condiciones de operación similares.

Seguidamente el día 07 de Septiembre se realizó un monitoreo a la misma maquinaria, pero con un dispositivo adaptado a dicha maquinaria, el cual reduce la carga de contaminantes que se desprenden a la atmosfera.

**Ubicación de la Fuente Móvil:**



Ubicación física de la fuente móvil, Luis Donaldo Colosio Poneinte Final.

**Antecedentes**

La maquinaria pesada seleccionada para el monitoreo de gases de combustión es la que se encuentra en obras constructivas dentro del proyecto “construcción de vivienda“, la relación de dicha maquinaria es la que se presenta a continuación:

No.	MAQUINARIA
1	CAT-M5-160H

**Objetivo:** Determinar el nivel de contaminantes generados por la combustión de diesel que utiliza la fuente móvil CAT-M5, siendo los parámetros a reportar: CO, NOx, mediante el empleo de un analizador de gases a base de celdas electroquímicas.

**Método y equipo de Muestreo:** para el caso de la Maquinaria móvil (fuente móvil), la determinación de gases de contaminantes se realiza mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular excede los 3,857kg, que usan gasolina, gas licuado, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

La determinación se efectúa por medio del instrumento Bacharach Modelo PCA3, Ver figura 1.



Fig. 1 Instrumento de medición de gases

Por otro lado la Medición de la densidad de humo deja de aplicar para la capacidad calorífica que manejan los equipos de combustión de esta planta, por lo que no aplica para este reporte.

Medición de la velocidad de los gases. Se efectuó por medio del anemómetro marca : Luxon Electronics Mod. AM-4216, Ver figura 2.



Fig. 2. Instrumento de medición de velocidad de gases.

**A continuación se presentan los Resultados Gases para las Fuentes Móviles:  
RESULTADOS PARA LA MAQUINARIA SIN DISPOSITIVO  
ANTICONTAMINANTE:**

CAPACIDAD TERMICA NOMINAL DEL EQUIPO GJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE	HUMO (como indicador de partículas)	Partículas, mg/m <sup>3</sup>	Bióxido de azufre, ppmv	Óxidos de nitrógeno, ppmv	Monóxido de carbono, ppmv
		NMX-AA-114-1991	NMX-AA-010-2001	Factores de emisión, análisis en chimenea o análisis químicos del combustible.	NOM-098-SEMARNAT Anexo 2 o Método 7e USEPA	NMX-AA-035-1976o Infrarrojo no dispersivo o celda electro-química
Mayor de 0.53 a 5.3 (Mayor de 15 a 150 CC)	Líquidos	Anual	NA	Anual	NA	Anual
	Gaseoso	Anual	NA	NA	NA	Anual

A continuación se presenta el concentrado de resultados y su respectiva comparación contra la norma oficial mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006 es el que se presenta a continuación:

Tabla de Límites Máximos Permisibles para vehículos a Diesel cuyo peso bruto vehicular es mayor de 3.857 Ton.

Estándar	Método de prueba	CO g/Kwh	NOx g/Kwh
B	CET	5.45	5

CET: Método de prueba: ciclo europeo de transición

Estándar B :límites máximos permisibles para motores o unidades nuevos producidos hasta junio de 2011 (0 a 5,000 km).

Tabla Concentrado de Resultados de CO fuentes móviles:

NO.	MAQUINARIA	NO. ECONOMICO	RESULTADOS CO g/Kwh	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE g/Kwh	CUMPLIMIENTO
1	CAT-M5	160H	0.595	5.45	CUMPLE

Tabla Concentrado de Resultados de NOx fuentes móviles:

NO.	MAQUINARIA	NO. ECONOMICO	RESULTADOS NOx g/Kwh	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE g/Kwh	CUMPLIMIENTO
1	CAT-M5	160H	0.250	5	CUMPLE

**RESULTADOS PARA LA MAQUINARIA CON DISPOSITIVO ANTICONTAMINANTE:**

CAPACIDAD TERMICA NOMINAL DEL EQUIPO GJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE	HUMO (como indicador de partículas)	Partículas, mg/m <sup>3</sup>	Bióxido de azufre, ppmv	Óxidos de nitrógeno, ppmv	Monóxido de carbono, ppmv
		NMX-AA-114-1991	NMX-AA-010-2001	Factores de emisión, análisis en chimenea o análisis químicos del combustible.	NOM-098-SEMARNAT Anexo 2 o Método 7e USEPA	<b>NMX-AA-035-1976o Infrarrojo no dispersivo o celda electro-química</b>
Mayor de 0.53 a 5.3 (Mayor de 15 a 150 CC)	Líquidos	Anual	NA	Anual	NA	Anual
	<b>Gaseoso</b>	<b>Anual</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>Anual</b>

A continuación se presenta el concentrado de resultados y su respectiva comparación contra la norma oficial mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006 es el que se presenta a continuación:

Tabla de Límites Máximos Permisibles para vehículos a Diesel cuyo peso bruto vehicular es mayor de 3.857 Ton.

Estándar	Método de prueba	CO g/Kwh	NOx g/Kwh
B	CET	5.45	5

CET: Método de prueba: ciclo europeo de transición

Estándar B :límites máximos permisibles para motores o unidades nuevos producidos hasta junio de 2011 (0 a 5,000 km).

Tabla Concentrado de Resultados de CO fuentes móviles:

REPORTE DE RESULTADOS / MEDICION DIRECTA DE GASES DE COMBUSTION

NO.	MAQUINARIA	NO. ECONOMICO	RESULTADOS CO g/Kwh	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE g/Kwh	CUMPLIMIENTO
1	CAT-M5	160H	0.20	5.45	CUMPLE

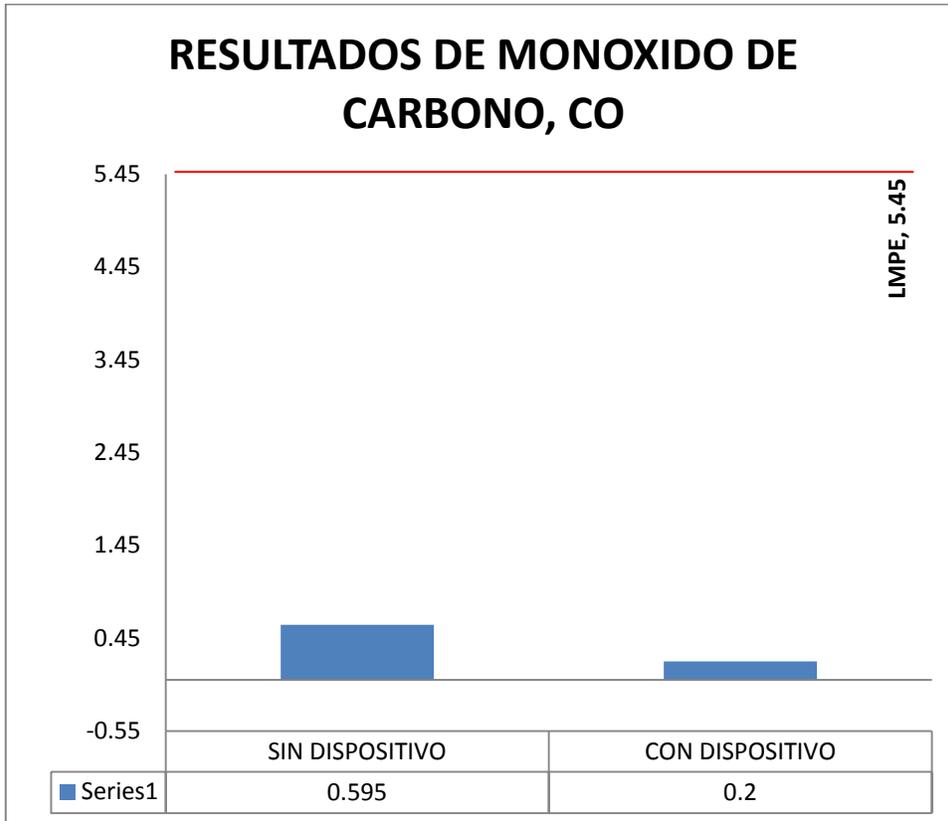
Tabla Concentrado de Resultados de NOx fuentes móviles:

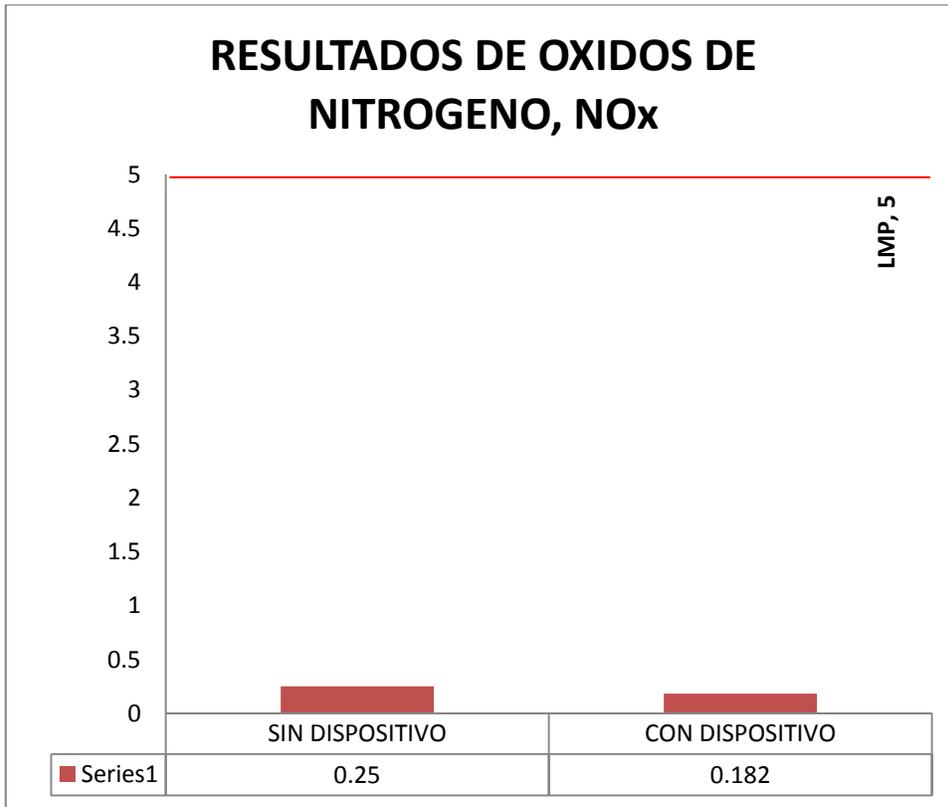
NO.	MAQUINARIA	NO. ECONOMICO	RESULTADOS NOx g/Kwh	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE g/Kwh	CUMPLIMIENTO
1	CAT-M5	160H	0.182	5	CUMPLE

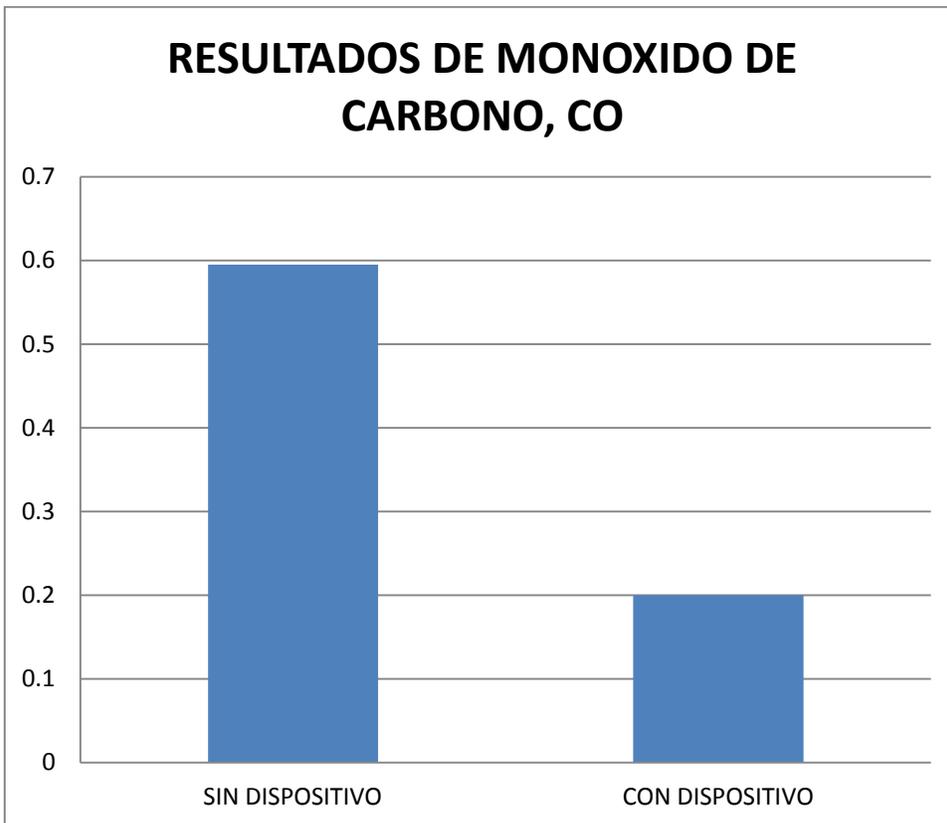
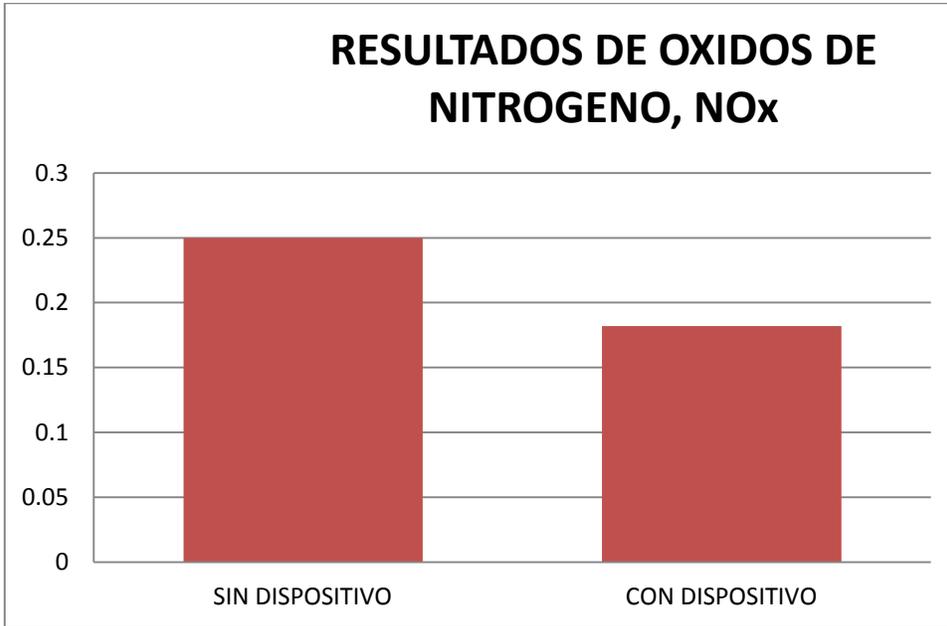
**TABLA DE CONCENTRADO DE RESULTADOS PARA LA MAQUINARIA CON Y SIN DISPOSITIVO ANTICONTAMINANTE:**

ESPECIFICACION DE LA MAQUINARIA PESADA	CO	LIMITE MAX PERMISIBLE	NOX	LIMITE MAX PERMISIBLE
ANALISIS SIN DISPOSITIVO	0.595	5.45	0.25	5
ANALISIS CON DISPOSITIVO	0.2	5.45	0.182	5

**GRAFICA COMPARATIVA DE EMISIONES PARA MAQUINARIA CAT  
SIN DISPOSITIVO VS DISPOSITIVO**







## **ANEXO 1. Bitácoras de campo**

REPORTE DE RESULTADOS / MEDICION DIRECTA DE GASES DE COMBUSTION

Sin dispositivo

.....  
CATERPILLER165VIRGO  
.....

**BACHARACH**

BACHARACH, INC.  
PCA 3  
SN: SQ1015

=====  
Hora: 05:08:00 PM  
Fecha: 09/04/15

Combustible  
ACE2

O <sub>2</sub>	17.5 %
CO	945 ppm
Eff	--- %
CO <sub>2</sub>	--- %
T-Stk	134 °C
T-Air	25.8 °C
EA	--- %
CO (0)	--- ppm
NO	265 ppm
NO <sub>2</sub>	21 ppm
NO <sub>x</sub>	285 ppm
SO <sub>2</sub>	*** ppm
NO (0)	--- ppm
NO <sub>2</sub> (0)	--- ppm
NO <sub>x</sub> (0)	--- ppm
SO <sub>2</sub> (0)	*** ppm

-----  
Comentarios:

.....  
CATERPILLER165VIRGO  
.....

**BACHARACH**

BACHARACH, INC.  
PCA 3  
SN: SQ1015

=====  
Hora: 05:08:11 PM  
Fecha: 09/04/15

Combustible  
ACE2

O <sub>2</sub>	18.3 %
CO	909 ppm
Eff	--- %
CO <sub>2</sub>	--- %
T-Stk	115 °C
T-Air	25.9 °C
EA	--- %
CO (0)	--- ppm
NO	336 ppm
NO <sub>2</sub>	21 ppm
NO <sub>x</sub>	357 ppm
SO <sub>2</sub>	*** ppm
NO (0)	--- ppm
NO <sub>2</sub> (0)	--- ppm
NO <sub>x</sub> (0)	--- ppm
SO <sub>2</sub> (0)	*** ppm

-----  
Comentarios:

.....  
CATERPILLER165VIRGO  
.....

**BACHARACH**

BACHARACH, INC.  
PCA 3  
SN: SQ1015

=====  
Hora: 05:08:15 PM  
Fecha: 09/04/15

Combustible  
ACE2

O <sub>2</sub>	18.3 %
CO	654 ppm
Eff	--- %
CO <sub>2</sub>	--- %
T-Stk	113 °C
T-Air	25.9 °C
EA	--- %
CO (0)	--- ppm
NO	418 ppm
NO <sub>2</sub>	26 ppm
NO <sub>x</sub>	444 ppm
SO <sub>2</sub>	*** ppm
NO (0)	--- ppm
NO <sub>2</sub> (0)	--- ppm
NO <sub>x</sub> (0)	--- ppm
SO <sub>2</sub> (0)	*** ppm

-----  
Comentarios:

REPORTE DE RESULTADOS / MEDICION DIRECTA DE GASES DE COMBUSTION

.....  
CATERPILLER165VIRGO  
.....



BACHARACH, INC.  
PCA 3  
SN: SQ1015

=====  
Hora: 05:08:19 PM  
Fecha: 09/04/15

Combustible  
ACE2

O <sub>2</sub>	18.3 %
CO	503 ppm
Eff	--- %
CO <sub>2</sub>	--- %
T-Stk	112 °C
T-Air	25.9 °C
EA	--- %
CO (0)	--- ppm
NO	452 ppm
NO <sub>2</sub>	29 ppm
NOx	481 ppm
SO <sub>2</sub>	*** ppm
NO (0)	--- ppm
NO <sub>2</sub> (0)	--- ppm
NOx (0)	--- ppm
SO <sub>2</sub> (0)	*** ppm

-----  
Comentarios:

REPORTE DE RESULTADOS / MEDICION DIRECTA DE GASES DE COMBUSTION

Con dispositivo

.....  
 CATERPILLER165VIRGO  
 .....

**BACHARACH**

BACHARACH, INC.  
 PCA 3  
 SN: SQ1015

=====  
 Hora: 06:27:40 PM  
 Fecha: 09/07/15

Combustible  
 ACE2

O <sub>2</sub>	18.5 %
CO	375 ppm
Eff	*** %
CO <sub>2</sub>	*** %
T-Stk	*** °C
T-Air	164.4 °C
EA	*** %
CO (0)	*** ppm
NO	260 ppm
NO <sub>2</sub>	13 ppm
NO <sub>x</sub>	273 ppm
SO <sub>2</sub>	*** ppm
NO (0)	*** ppm
NO <sub>2</sub> (0)	*** ppm
NO <sub>x</sub> (0)	*** ppm
SO <sub>2</sub> (0)	*** ppm

-----  
 Comentarios:

.....  
 CATERPILLER165VIRGO  
 .....

**BACHARACH**

BACHARACH, INC.  
 PCA 3  
 SN: SQ1015

=====  
 Hora: 06:27:48 PM  
 Fecha: 09/07/15

Combustible  
 ACE2

O <sub>2</sub>	18.5 %
CO	230 ppm
Eff	*** %
CO <sub>2</sub>	*** %
T-Stk	*** °C
T-Air	162.8 °C
EA	*** %
CO (0)	*** ppm
NO	271 ppm
NO <sub>2</sub>	16 ppm
NO <sub>x</sub>	286 ppm
SO <sub>2</sub>	*** ppm
NO (0)	*** ppm
NO <sub>2</sub> (0)	*** ppm
NO <sub>x</sub> (0)	*** ppm
SO <sub>2</sub> (0)	*** ppm

-----  
 Comentarios:

.....  
 CATERPILLER165VIRGO  
 .....

**BACHARACH**

BACHARACH, INC.  
 PCA 3  
 SN: SQ1015

=====  
 Hora: 06:27:51 PM  
 Fecha: 09/07/15

Combustible  
 ACE2

O <sub>2</sub>	18.5 %
CO	211 ppm
Eff	*** %
CO <sub>2</sub>	*** %
T-Stk	*** °C
T-Air	162.3 °C
EA	*** %
CO (0)	*** ppm
NO	273 ppm
NO <sub>2</sub>	16 ppm
NO <sub>x</sub>	289 ppm
SO <sub>2</sub>	*** ppm
NO (0)	*** ppm
NO <sub>2</sub> (0)	*** ppm
NO <sub>x</sub> (0)	*** ppm
SO <sub>2</sub> (0)	*** ppm

-----  
 Comentarios:

REPORTE DE RESULTADOS / MEDICION DIRECTA DE GASES DE COMBUSTION

.....  
CATERPILLER165VIRGO  
.....



BACHARACH, INC.  
PCA 3  
SN: SQ1015

=====  
Hora: 06:27:54 PM  
Fecha: 09/07/15

Combustible  
ACE2

O <sub>2</sub>	18.5 %
CO	195 ppm
Eff	*** %
CO <sub>2</sub>	*** %
T-Stk	*** °C
T-Air	161.6 °C
EA	*** %
CO (0)	*** ppm
NO	274 ppm
NO <sub>2</sub>	17 ppm
NO <sub>x</sub>	291 ppm
SO <sub>2</sub>	*** ppm
NO (0)	*** ppm
NO <sub>2</sub> (0)	*** ppm
NO <sub>x</sub> (0)	*** ppm
SO <sub>2</sub> (0)	*** ppm

-----  
Comentarios:

.....  
CATERPILLER165VIRGO  
.....

## **ANEXO 2. Fotografías**

REPORTE DE RESULTADOS / MEDICION DIRECTA DE GASES DE COMBUSTION



### **ANEXO 3. Certificado de calibración**



**Metrología y Pruebas**  
S.A. de C.V.

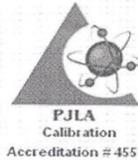
•Privada Tecnológico No. 25  
•Nogales, Sonora, México.  
•Tel. 01(631) 314-66-64  
01(631) 314-61-93  
•Tel./Fax: 01(631) 314-62-63  
[www.mypsa.com.mx](http://www.mypsa.com.mx)  
e-mail: [ericaud@mypsa.com.mx](mailto:ericaud@mypsa.com.mx)

# Certificado de Calibración

## Calibration Certificate

Informe No.: 9043  
Hoja: 1 de 2  
Fecha de emisión: 2014-10-01

**Nombre del cliente:** Viason Visión Ambiental Sonora S.C.  
**Dirección:** Quintana Roo No. 124 Col. San Benito, Hermosillo Sonora  
**Descripción del instrumento:** Analizador de Combustión  
**Número de identificación:** SQ1015  
**Marca:** Bacharach  
**Modelo:** PCA3  
**No. de serie:** 0024-7324



### RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

#### CALIBRATION RESULTS

**Fecha de ingreso:** 2014-10-01  
**Fecha de Calibración:** 2014-10-01  
**Fecha sugerida de recalibración:** 2015-10-01 (a solicitud del cliente se sugiere recalibrar en esta fecha)  
**Rango de Calibración:** O2,CO  
**Exactitud:** ver hoja de tolerancia  
**Factor de cobertura:** 2 Expandida. Ver hoja de datos.  
**Nivel de confianza:** Aproximadamente 95%  
**Condiciones ambientales:** Temperatura: 20.2 °C Humedad relativa: 32.0%  
**Procedimiento(s) utilizado(s):** PMPH-C-030  
**Metodo(s) utilizado(s):** Medición directa  
**Resultado de la calibración:** Instrumento dentro de Especificación del Fabricante  
**Observaciones:** Ver notas  
**Coment:** En la primer medicion no midio nada, se ajustaron los sensores y empezo a medir.  
**Trazabilidad:** Trazabilidad a los patrones mantenidos por el NIST y al CENAM.

Calibró:  
**Luis Romero Campa**  
Metrólogo

Aprobó:  
**Ing. Carlos A. Ortega P.**  
Metrólogo

Este informe tiene validez únicamente en su forma íntegra y original. No se permite la reproducción parcial de este documento.  
Este informe solo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta calibración.

FMP-041-A



**VALORES OBTENIDOS EN LA CALIBRACIÓN**

Informe No.: 9043  
 Hoja: 2 de 2  
 Fecha de emisión: 2014-10-01

**1.-Medición de Gases**

1.1 Alcance: 100 CO

Valor patrón	Valor medido	Error de medición	Incertidumbre
ppm	ppm	ppm	%
100.0	101.0	1.00	±0.5

1.2 Alcance: 20.90% O2

Valor patrón	Valor medido	Error de medición	Incertidumbre
%	%	%	%
20.9	20.9	0.00	±0.5

**2.-Medición de temperatura**

1.1 Alcance: 25 °C

Valor patrón	Valor medido	Error de medición	Incertidumbre	
°C	°C	°C	°C	
20.10	20.4	0.3	± 0.14	T-Stk
20.10	20.3	0.2	± 0.14	T-Air

- \* En medición de gases solo se da trazabilidad al NIST
- \* El valor medido es el promedio de 5 mediciones.
- \* El error de medición se obtiene de acuerdo a la siguiente formula:  
**Error de medición = Valor Medido - Valor Patrón**
- \* Este informe cumple con las normas NMX-EC-17025IMNC-2006 y su equivalente a la norma internacional ISO/IEC 17025:2005.
- Los valores de incertidumbre reportados corresponden a un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de aproximadamente de 95 %, calculada de acuerdo a la norma NMX-CH-140-IMNC-2002.
- \* Estos valores incluyen la incertidumbre del sistema de referencia y la repetibilidad de las mediciones del instrumento bajo calibración.
- \*  significa lectura fuera de especificaciones del fabricante.

**Patrones utilizados en la calibración**

Identificación	Descripción	Modelo	No. Serie	No. Informe	Calibración	Vencimiento
MPHC-008	Calibrador de Temperatura Fluke	724	7560022	HC2013-8175	2013-11-08	2014-11-08
MPHC-155	Cilindro de Gases Patrón (CO, CH4, H2S, O2, N2) Gasco	TCAN-404-1	N/A	HC2012-2229	2012-05-16	2015-05-16

Calibró  
  
 Luis Romero Campa  
 Metrologo

Este informe tiene validez únicamente en su forma íntegra y original. No se permite la reproducción parcial de este documento.  
 Este informe solo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta calibración.

FMP-041-A