



INECC

INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

2013

“MONITOREO DE MERCURIO ATMOSFERICO Y DEPOSICIÓN HUMEDA EN SISAL, YUCATAN, MÉXICO”



SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



Coordinación General de Contaminación y
Salud Ambiental

Periférico Sur, No. 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, Del.
Coyoacán, México, D.F. C.P. 04530. Tel. +52 (55)
54246400. Fax. +52 (55) 54245404. www.inecc.gob.mx



MONITOREO DE MERCURIO ATMOSFERICO Y DEPOSICIÓN HUMEDA EN SISAL, YUCATAN, MÉXICO.

Informe Técnico

2013

DIRECTORIO

Dra. María Amparo Martínez Arroyo

Directora General del INECC

Dr. J. Víctor Hugo Paramo Figueroa

Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

Dr. Arturo Gavilán García

Director de Investigación para el Manejo Sustentable de Sustancias Químicas Productos y Residuos

COORDINADORES

M. en B. Martha Elena Ramírez Islas

Subdirectora de Investigación en Sitios Contaminados y Sustancias Tóxicas

M. en C. Juan Antonio Velasco Trejo

Jefe de Departamento de Investigación y Evaluación de Sitios Contaminados

COLABORACIÓN

Flor Arcega Cabrera

Profesor Asociado "C" Tiempo Completo.
Universidad Nacional Autónoma de México. Campus Sisal

Bernd M. Gawlik

European Commission - Joint Re..., Brussels
Analytical Chemistry, Environmental Chemistry, Chemical Engineering

Fabrizio Sena

European Commission - Joint Re..., Brussels
Geochemistry, Oceanography, Analytical Chemistry

Gunther Umlauf

European Commission DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability

TRABAJOS DE CAMPO Y ANÁLISIS DE LABORATORIO

M. en B. Martha Elena Ramírez Islas

Subdirectora de Investigación en Sitios Contaminados y Sustancias Tóxicas

M. en C. Juan Antonio Velasco Trejo

Jefe de Departamento de Investigación y Evaluación de Sitios Contaminados

AGRADECIMIENTOS

Comisión Europea

DG Joint Research Centre
Institute for Environment and Sustainability
Unit H 01 - Water Resources Unit

Bernd M. Gawlik

European Commission - Joint Re..., Brussels
Analytical Chemistry, Environmental Chemistry, Chemical Engineering

Fabrizio Sena

European Commission - Joint Re..., Brussels
Geochemistry, Oceanography, Analytical Chemistry

Gunther Umlauf

European Commission DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability

Dr. David Valdés Lozano

Profesor Investigador del CINVESTAV Mérida
Datos meteorológicos reportados en el presente documento.

Citar este reporte como:

Ramírez M.E.I. , Velasco J.A.T. (2014). Monitoreo de Mercurio Atmosferico y Deposición Humeda en Sisal, Yucatan, México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). México. 38 pp.

INDICE

1. Marco conceptual	5
2. Antecedentes	7
3. Objetivo	9
4. Reubicación de la estación de monitoreo	9
5. Resultados Sisal 2013	16
5.1. Aire ambiente	16
5.2. Depositación húmeda.....	20
5.2. Parámetros meteorológicos.....	21
6. Conclusiones	25
7. Referencias	26
Anexo A. Concentración de mercurio en aire (ng/m ³). Sisal. 25 /01/2013 - 31/12/2013	27
Anexo B. Reportes técnicos mensuales durante 2013	33

1. Marco conceptual

El mercurio es un elemento potencialmente tóxico que tiene efectos, dependiendo de su estado de oxidación, principalmente en los riñones, sistema óseo y sistema nervioso central; el mercurio también tiene características de persistencia y bioacumulación. El mercurio es un contaminante de interés y preocupación global debido a su propiedad de transportarse en el aire lo cual facilita su movimiento en los diferentes compartimentos ambientales y bióticos poniendo en riesgo al ser humano y los ecosistemas. Dicho contaminante ha sido objeto de la elaboración de un convenio internacional que le confiere mayor importancia a nivel mundial para proteger a la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio.

Con el objetivo de establecer un sistema de observación mundial para la cuantificación de mercurio atmosférico en aire ambiente y muestras de precipitación la Unión Europea apoyó la creación del Sistema Global de Observación de Mercurio (GMOS- GLOBAL MERCURY OBSERVATION SYSTEM), el cual es un proyecto de 5 años que inició en el año 2011 y finalizará en el 2015. El Sistema incluye estaciones terrestres de monitoreo en diferentes partes del mundo, mediciones en el océano Pacífico, Atlántico y mares de Europa, así como mediciones aéreas.

El sistema será capaz de proveer una distribución temporal y espacial de niveles de mercurio en aire ambiente y precipitaciones en tierra y superficies de agua en diferentes altitudes y latitudes alrededor del mundo. Esta información proveerá datos de alta calidad para la validación y aplicación de modelos atmosféricos a escala regional y global, lo cual permitirá establecer bases para los gobiernos y organizaciones nacionales e internacionales para el desarrollo e implementación de políticas.

2. Antecedentes

En el año 2012, el INECC estableció un compromiso internacional con el Joint Research Centre (JRC) para participar en el Sistema de Observación Global de Mercurio (GMOS, por sus siglas en inglés). El compromiso adquirido comprendió la instalación de una estación de monitoreo de mercurio en aire ambiente y por depositación húmeda en Celestún, Yucatán durante un periodo de operación del 2012 al 2015.

El sitio de monitoreo se ubicó en el Centro de Investigación y Capacitación en Recursos Naturales “John E. Walker” de Ducks Unlimited de México A.C. (DUMAC) en Celestún Yucatán, la cual es una Asociación Civil sin fines de lucro.

La medición de mercurio en el aire ambiente y el muestreo de agua de lluvia se llevan a cabo con un analizador de vapor de mercurio marca Tekran modelo 2537 y con un colector de agua de lluvia de la marca N-CON system, respectivamente. Las muestras de agua de lluvia fueron enviadas mensualmente al Laboratorio de análisis del Instituto de Medioambiente y Sustentabilidad (Institute for Environmental and Sustainability (IES)) en Italia. La estación de monitoreo operó bajo los lineamientos de control y aseguramiento de calidad establecidos por GMOS.



Figura 2. Muestreo de mercurio en agua de lluvia
A) Equipo Tekran para monitoreo de aire; B) N-CON system

Del 28 de enero al 18 de octubre de 2012, se monitorearon las concentraciones de mercurio en Celestún, recabando un total de 44,537 datos. Las concentraciones de mercurio en el sitio se mantuvieron en un rango de 0.50 to 2.82 ng/m³, y una concentración promedio anual de 1.047 ± 0.271 ng/m³ (Figura 3). El muestreo de agua de lluvia inició en agosto del mismo año, obteniéndose un total de 14 muestras de agua de lluvia.

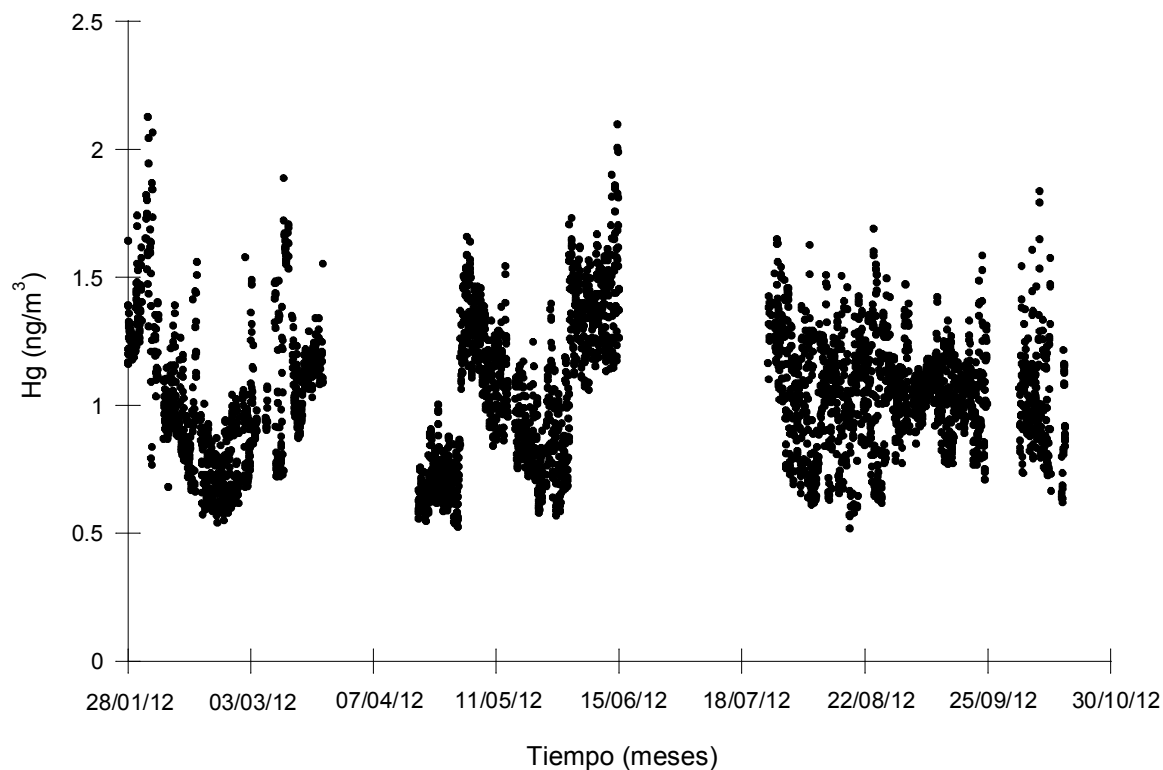


Figura 3. Concentraciones de mercurio en aire en Celestún, 2012.

Por razones técnicas, en enero del 2013, la estación de monitoreo fue reubicada en las instalaciones de la Unidad Académica Sisal de la Universidad Nacional Autónoma de México localizada en Sisal Yucatán.

3. Objetivo

El presente estudio tiene como objetivo reubicar la estación de monitoreo de mercurio en aire y agua de lluvia en Sisal, Yucatán, y continuar su operación bajo los lineamientos del Sistema de Observación Global de Mercurio (GMOS), con la finalidad de generar información técnica como elemento de contribución al entendimiento del transporte del mercurio a nivel global y la implementación de políticas públicas para la reducción de sustancias en el ambiente.

4. Reubicación de la Estación de Monitoreo

A pesar de los buenos resultados obtenidos en Celestún a finales del 2012, el grupo de trabajo decidió reinstalar el equipo de monitoreo en la comunidad de Sisal, la cual se encuentra a 40 km de Celestún. La reubicación se debió a problemas de operación como la falta de energía eléctrica, falta de personal técnico en el sitio, entre otros. La mudanza de los equipos se realizó del 16 al 17 de enero de 2013 (ver Figura 4).



Figura 4. Cambio de equipos de monitoreo de mercurio de Celestún.

Sisal es una comunidad costera ubicada en el Municipio de Hunucmá en la costa noroeste del Estado de Yucatán a una latitud norte de 21°09' y una longitud oeste de 90°01' a 3 metros sobre el nivel del mar (figura 5). Sisal es una comunidad de pescadores con 1,672 habitantes, con una fuerte actividad turística de pesca deportiva, observación de aves, paseos ecoturísticos como los recorridos a la Reserva Estatal del Palmar y buceo deportivo en los arrecifes cercanos.

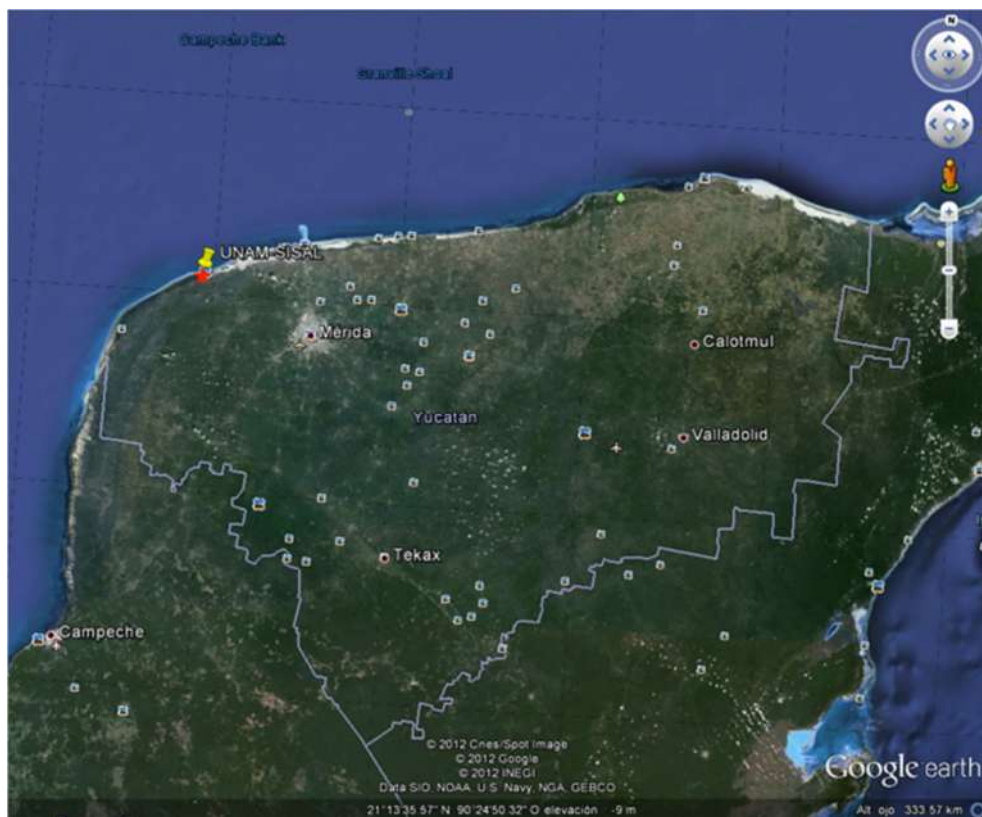


Figura 5. Ubicación de Sisal, Yucatán.

La estación de monitoreo se reubicó en las instalaciones de la Unidad Académica Sisal de la Universidad Nacional Autónoma de México, en las instalaciones de la Facultad de Química (figura 6) (<http://www.sisal.unam.mx/quimica/>).



Figura 7. Instalaciones de la Facultad de Química de la Unidad Académica Sisal, UNAM.

El analizador de mercurio se instaló en el laboratorio de análisis de metales y compuestos orgánicos de la Facultad de Química de la Unidad Académica Sisal, UNAM, y la sonda para la toma de muestra de aire se colocó en la parte superior del complejo, a 10 m de altura. El colector de agua de lluvia y el fluviógrafo se instalaron en la azotea del laboratorio mencionado (Figura 8).

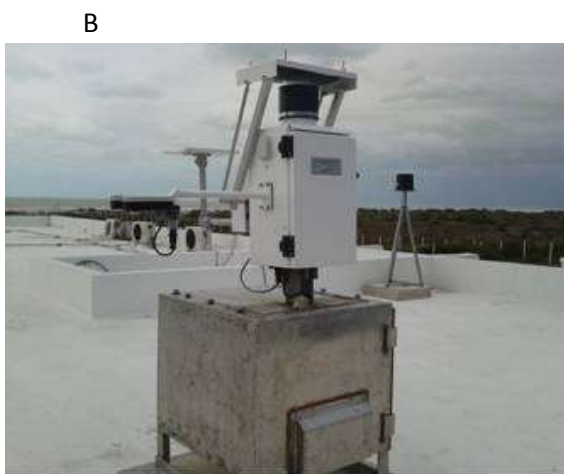


Figura 8. Equipos instalados en Facultad de Química de la Unidad Académica Sisal, UNAM.
A) Tekran; B) Colector de agua; C) Toma de muestra de aire.

Los datos meteorológicos son obtenidos de una estación ubicada en las instalaciones de la universidad (latitud N 21 ° 9 ' 48 " , longitud W 90 ° 2 ' 53 "), perteneciente a las estaciones meteorológicas del CINVESTAV Mérida <http://www.mda.cinvestav.mx/weather/>. La estación es marca Davis modelo DAVIS VANTAGE PRO 2 (figura 9).



Figura 9. Estación Meteorológica

Con base en lo estándares de GMOS el sitio cumplió con las especificaciones técnicas para el muestreo de agua de lluvia, la figura 10 muestra los cuatro puntos cardinales del lugar donde se instalaron los equipos.

Norte



Sur



Este



Oeste



Figure 10. Puntos cardinales del sitio de instalación de los equipos de colecta de agua de lluvia.

5. Resultados Sisal 2013

5.1. Aire Ambiente

El monitoreo de mercurio en aire y agua de lluvia en este sitio inicio el 25 de enero de 2013. La figura 11, muestra los valores mensuales determinados del 25 de enero al 31 de diciembre de 2013. Las graficas muestran que los valores de mercurio en aire se mantuvieron en un rango de 0.5 a 3.85 ng/m^3 . Solamente en el mes de mayo y julio se perdieron datos debido a problemas técnicos del equipo. En el anexo A, se muestra la serie anual de datos.

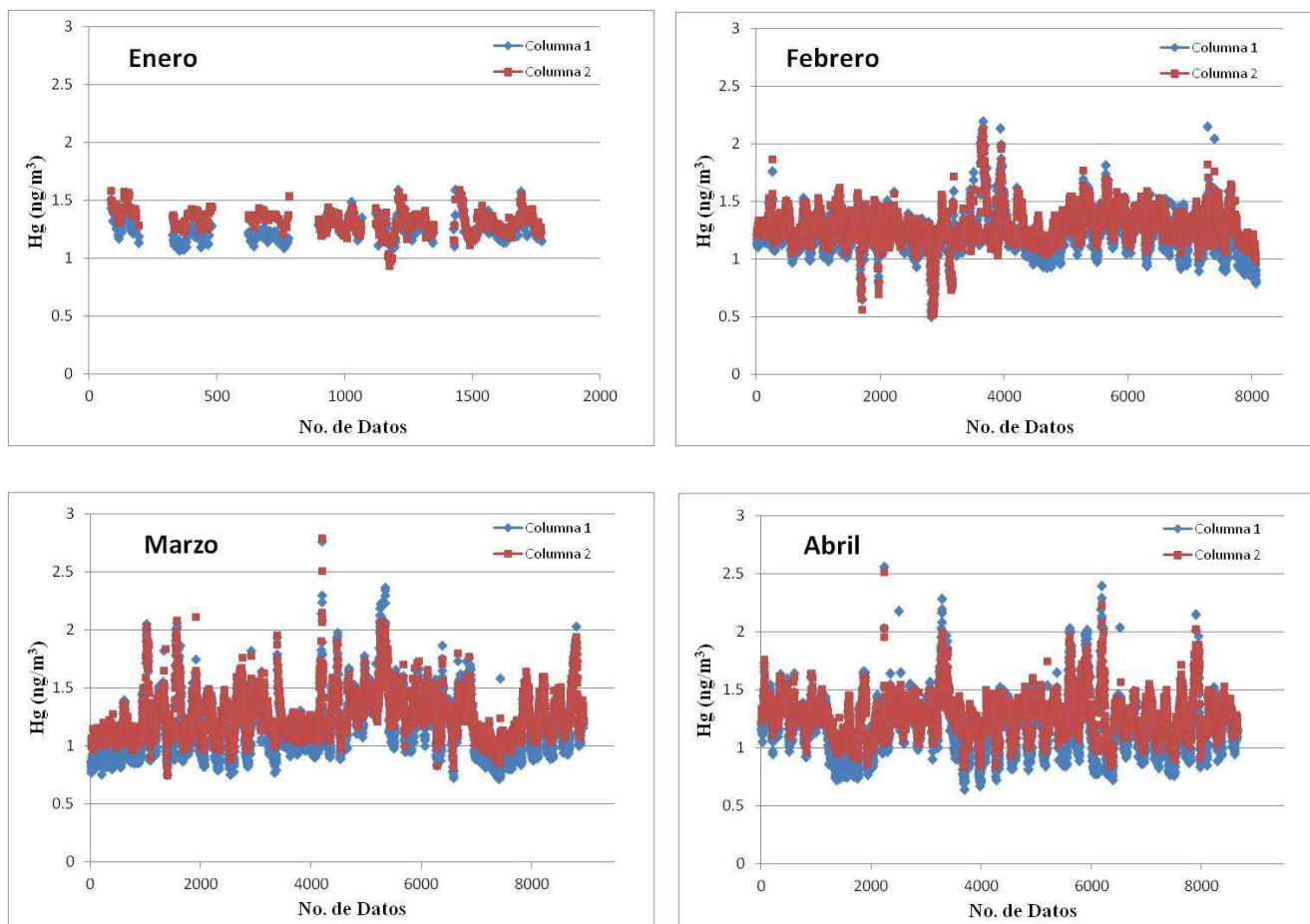


Figura 11. Concentraciones de mercurio registrados. Sisal, 2013

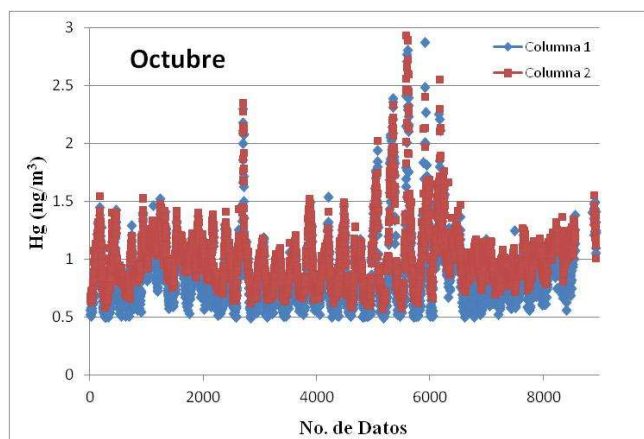
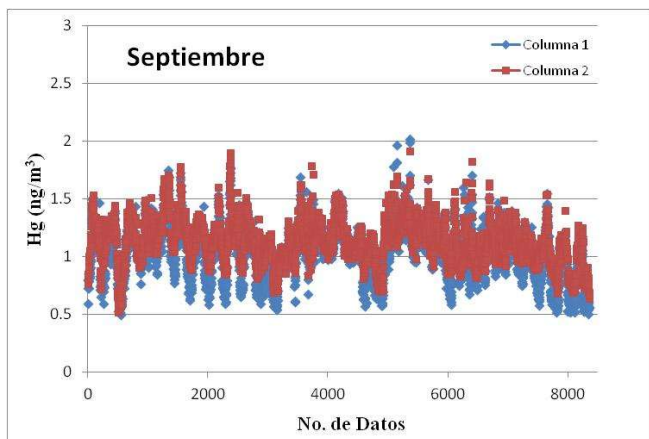
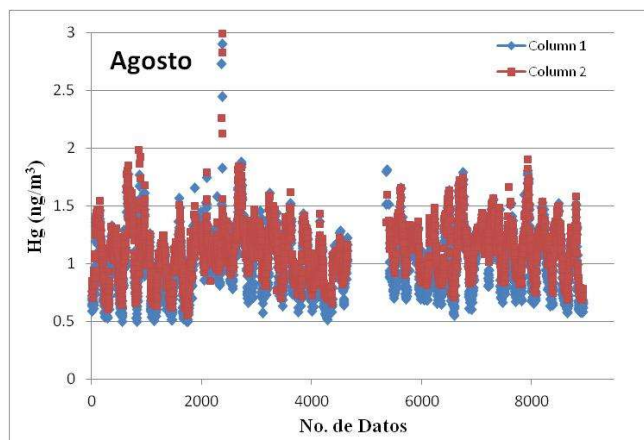
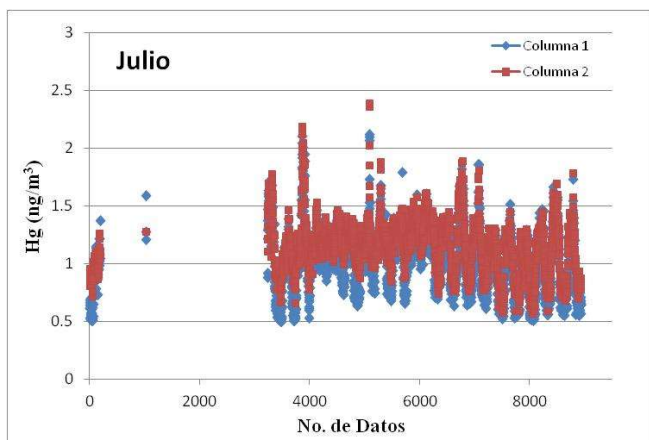
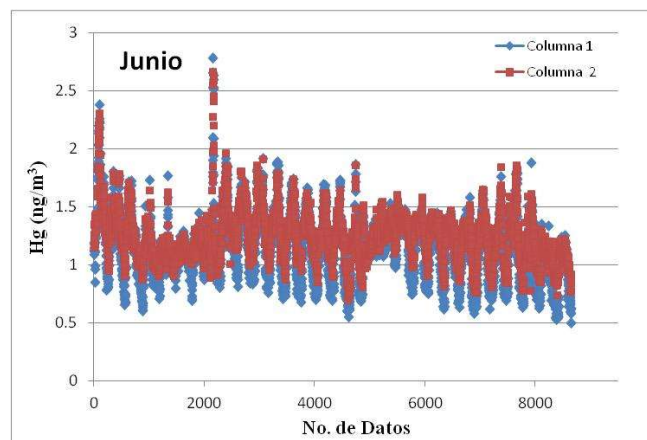
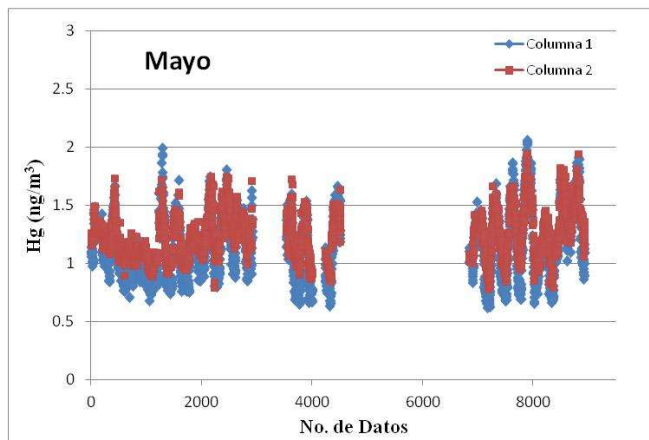


Figura 11. Concentraciones de mercurio registrados. Sisal, 2013 (continuación).

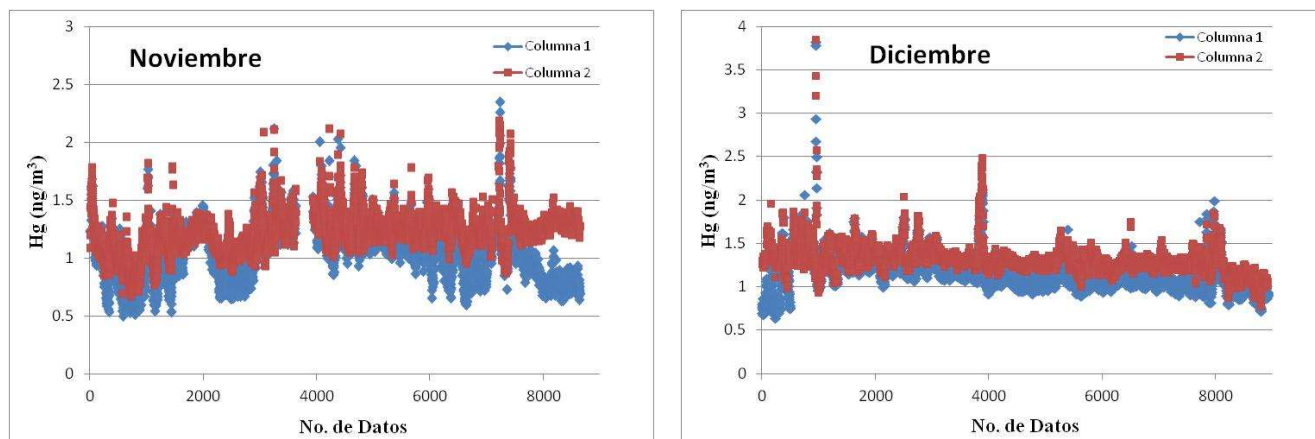


Figura 11. Concentraciones de mercurio registrados. Sisal, 2013 (continuación).

En la tabla 1, se muestra el número de datos, el valor mínimo y máximo, así como los valores promedio y la mediana aritmética por mes. El número de datos de mercurio obtenido fue de 86,334 datos (el doble de los datos obtenidos en Celestún en 2012). La concentración promedio anual registrada en Sisal fue de 1.163 ± 0.250 ng/m³. Las concentraciones más bajas (0.5 ng/m³) se registraron en el mes de febrero, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, siendo este último el mes que registró la concentración promedio de Hg más baja (0.936 ng/m³), mientras que los demás meses registraron valores promedio mayor de 1.0 ng/m³. El máximo valor de mercurio registrado fue de 3.859 ng/m³ determinado en el mes de diciembre, mientras que en los demás meses se registraron concentraciones máximas menores de 3.0 ng/m³.

Tabla 1. Resumen mensual del contenido de mercurio en aire ambiente. Sisal, Yucatán en el año 2013

Meses	Número de datos (n)	ng/m ³				
		Min	Max	Mediana	Promedio	Desviación Estandar
<i>Enero</i>	998	0.937	1.594	1.286	1.293	0.098
<i>Febrero</i>	7695	0.504	2.195	1.246	1.255	0.171
<i>Marzo</i>	8829	0.725	2.803	1.186	1.223	0.237
<i>Abril</i>	8507	0.645	2.562	1.241	1.227	0.214
<i>Mayo</i>	5580	0.621	2.062	1.188	1.192	0.249
<i>Junio</i>	8525	0.503	2.787	1.182	1.186	0.250
<i>Julio</i>	5781	0.504	2.393	1.109	1.085	0.259
<i>Agosto</i>	7879	0.503	2.993	1.070	1.060	0.255
<i>Septiembre</i>	8177	0.500	2.018	1.097	1.085	0.210
<i>Octubre</i>	8364	0.501	3.066	0.897	0.936	0.283
<i>Noviembre</i>	7625	0.507	2.352	1.185	1.164	0.214
<i>Diciembre</i>	8374	0.718	3.859	1.250	1.251	0.199
<i>Anual</i>	86334	0.500	3.859	1.160	1.163	0.250

En la tabla se puede observar que durante los meses de invierno (enero, febrero y diciembre), se obtuvieron valores promedio alrededor de 1.25 ng/m³, posteriormente se observa que los niveles comienzan a disminuir en el resto del año hasta el mes de octubre, el cual presentó el nivel promedio más bajo.

El valor promedio anual de 1.163 ± 0.250 ng/m³ obtenido en Sisal durante 2013, es superior en un 10% al valor obtenido en el sitio Celestún en 2012, el cual fue de 1.047 ± 0.271 ng/m³. Las concentración anuales mercurio en el sitio Celestún y Sisal son valores que se encuentran dentro del rango de la concentración de fondo reportado para el Hemisferio Sur de 1.1 a 1.3 ng/m³ (Lindberg et al., 2007) y son similares al valor promedio de 0.944 ± 0.160 ng/m³, registrados en Cape Point, Península del Cabo, Sudáfrica del 2007 a 2008. Por otra parte, las concentraciones promedio de mercurio en aire reportados en el presente estudio

son menores a los registrados en otros sitios rurales como Puerto Ángel (ubicación en la costa del Pacífico en el estado de Oaxaca) y Huejutla (zona rural en el estado de Hidalgo), donde se determinaron valores promedio de 1.46 y 1.32 ng/m³, respectivamente (De la Rosa et al. 2004). Esto indica que los sitios de Celestún y Sisal son sitios de concentraciones de fondo sin impactos significativos de mercurio procedentes de fuentes antropogénicas.

En el anexo B, se presentan los informes mensuales, donde se especifica la operación y las fallas técnicas del equipo.

5.2. Depositación Húmeda

Durante el año 2013 fueron colectadas 14 muestras de agua de lluvia las cuales fueron enviadas para su análisis al Instituto de Medioambiente y Sustentabilidad en Italia. Las muestras han sido analizadas a lo largo del año 2013, sin embargo todos los resultados validados serán entregados hasta el mes de mayo del 2014.

5.2. Parámetros meteorológicos

La Tabla 2, muestra los datos meteorológicos por mes obtenidos en Sisal durante el año 2013. La temperatura, humedad, presión barométrica y precipitación promedio durante los 12 meses del año fueron de 25.8 ± 3.0 °C, 86.5 ± 10.3 %, 1014.1 ± 3.7 hPa y 0.9 ± 1.7 cm de agua, respectivamente.

Tabla 2. Datos meteorológicos registrados en Sisal Yucatán en el año 2013.

Meses	No datos	TEMPERATURA					HUMEDAD					PRESION BAROMETRICA					PRECIPITACIÓN					
		Media	Mediana	Desv Est	Min	Max	Media	Mediana	Desv Est	Min	Max	Media	Mediana	Desv Est	Min	Max	Media	Mediana	Desv Est	Min	Max	No datos
Enero	4462	24.0	23.7	2.8	18.2	33.3	85.9	90.0	11.1	45.0	100.0	1017.5	1017.4	3.6	1010.1	1026.8	0.4	0.4	0.3	0.2	1.0	27
Febrero	3617	24.5	24.1	3.4	14.8	36.8	82.8	87.0	13.2	35.0	99.0	1014.4	1014.0	4.2	1001.6	1025.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Marzo	4458	22.8	22.7	3.4	10.2	38.2	80.4	81.0	10.6	34.0	98.0	1016.1	1017.4	5.5	1003.0	1025.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Abril	4320	26.8	26.6	3.3	16.7	38.3	80.9	85.0	13.1	35.0	98.0	1011.6	1011.4	3.7	1003.5	1020.4	1.6	0.6	2.1	0.2	4.0	3
Mayo	4464	26.7	26.7	2.7	18.2	38.9	83.1	86.0	10.0	30.0	99.0	1013.1	1013.2	3.0	1006.1	1020.5	0.8	0.4	1.8	0.2	11.4	55
Junio	4320	27.0	27.4	2.1	22.6	34.1	89.4	90.0	7.0	55.0	99.0	1012.9	1013.5	2.6	1005.9	1017.6	0.7	0.2	1.6	0.2	10.2	55
Julio	4464	26.8	27.1	2.3	21.7	34.1	89.6	91.0	7.5	55.0	99.0	1014.7	1014.6	1.8	1010.2	1019.5	1.4	0.4	2.0	0.2	7.8	41
Agosto	3390	26.7	27.0	2.2	22.4	33.5	89.9	91.0	6.5	52.0	99.0	1013.8	1013.9	1.8	1008.7	1018.3	0.7	0.2	1.0	0.2	5.0	77
Septiembre	4320	26.8	26.4	2.4	22.1	35.3	90.6	93.0	8.2	57.0	100.0	1010.6	1011.0	2.3	1004.1	1014.9	1.1	0.4	2.0	0.2	12.4	97
Octubre	4464	27.0	27.2	2.4	22.0	33.7	88.2	89.0	8.2	55.0	100.0	1013.3	1013.2	1.7	1008.8	1018.1	0.7	0.2	1.6	0.2	10.4	62
Noviembre	4320	25.7	25.7	2.1	19.9	32.8	88.7	91.0	9.1	58.0	100.0	1015.2	1014.5	3.1	1009.5	1025.0	1.1	0.2	2.0	0.2	10.8	106
Diciembre	4464	24.9	24.7	2.2	20.2	32.3	89.1	91.0	8.3	59.0	100.0	1016.4	1016.7	3.2	1008.5	1023.0	0.4	0.2	0.4	0.2	1.4	26
Total	51035	25.8	25.6	3.0	10.2	38.9	86.5	89.0	10.3	30.0	100.0	1014.1	1013.9	3.7	1001.6	1026.8	0.9	0.2	1.7	0.2	12.4	549

Las rosas de viento se muestran en la figura 12 y muestran que los vientos predominantes provienen del norte, nor-este y este, de enero a mayo también se presentan vientos del sureste. La velocidad de los vientos predominantes fue igual ó mayor de 11 m/s.

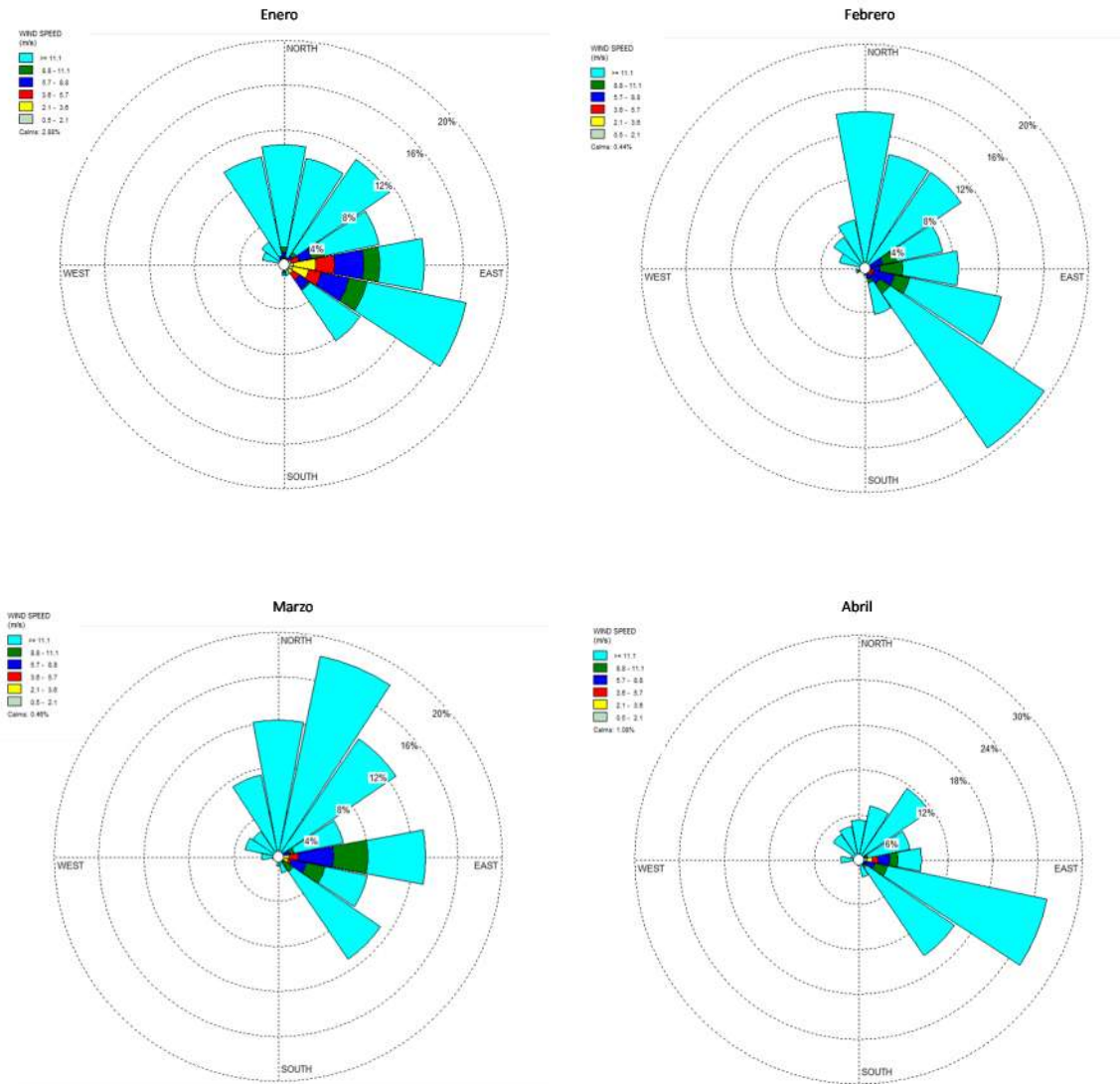


Figure 12. Dirección y velocidad del viento mensual. Sisal, Yucatán. 2013.

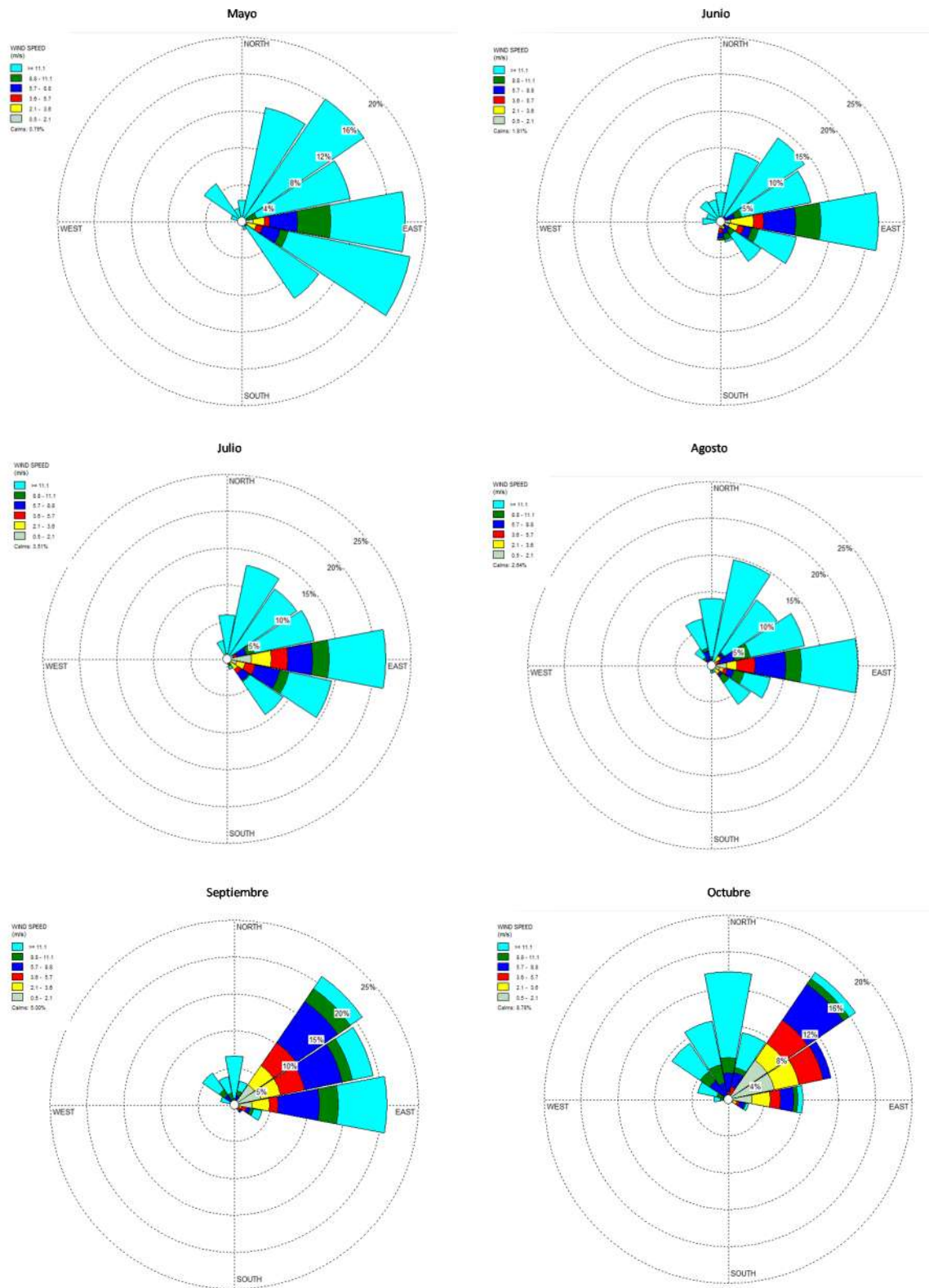


Figure 12. Dirección y velocidad del viento mensual. Sisal, Yucatán. 2013. (continuación)

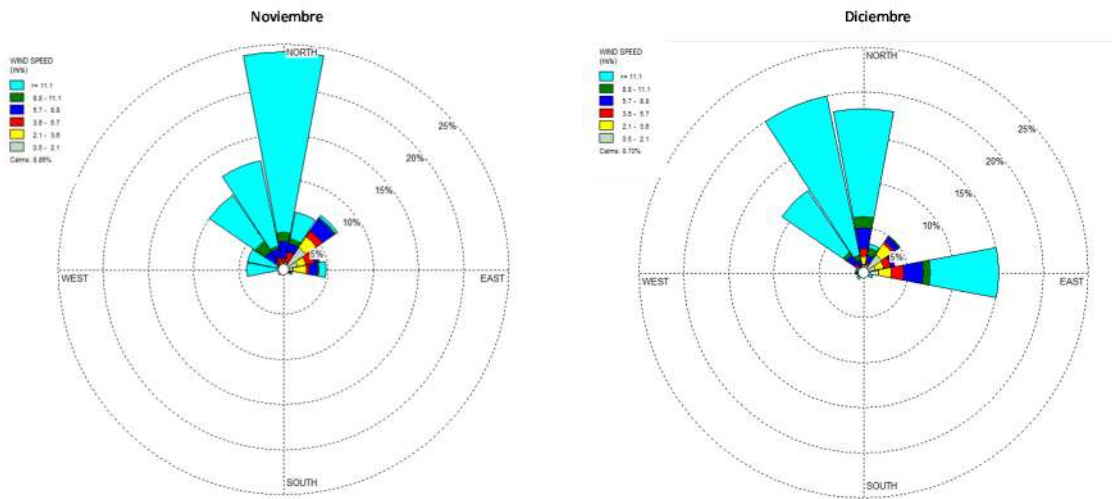


Figure 12. Dirección y velocidad del viento mensual. Sisal, Yucatán. 2013. (continuación)

De acuerdo a los vientos predominantes el sitio de monitoreo de Sisal recibió vientos durante el año 2013 provenientes del Golfo de México al norte, del mar Caribe cuya trayectoria puede pasar por la comunidad de Progreso al norte-este y de la Ciudad de Mérida, al sur-este de Sisal.

6. Conclusiones

La estación de monitoreo de mercurio en aire ambiente instalada en Sisal, Yucatán generó en el año 2013 un total de 86,334 datos, obteniendo un valor promedio anual de mercurio en aire de 1.163 ± 0.250 ng/m³. El valor promedio obtenido en Sisal fue superior en un 10% al valor promedio anual de mercurio en aire reportado en Celestun en el año 2012.

Los valores de mercurio en aire ambiente monitoreados en Sisal se encuentran dentro del rango de concentraciones de fondo reportados para el Hemisferio Sur de 1.1 a 1.3 ng/m³.

La estación de monitoreo de mercurio instalada a comienzo del año 2012 ha generado por primera vez en México mediciones continuas de mercurio durante un periodo largo de tiempo en Celestún y Sisal, Yucatán.

La validación y el análisis detallado de la información de los niveles de mercurio y los parámetros meteorológicos así como la discusión de los resultados entre los integrantes del grupo de trabajo de las tres instituciones se realizará posteriormente y se integrará en el reporte final.

7. Referencias

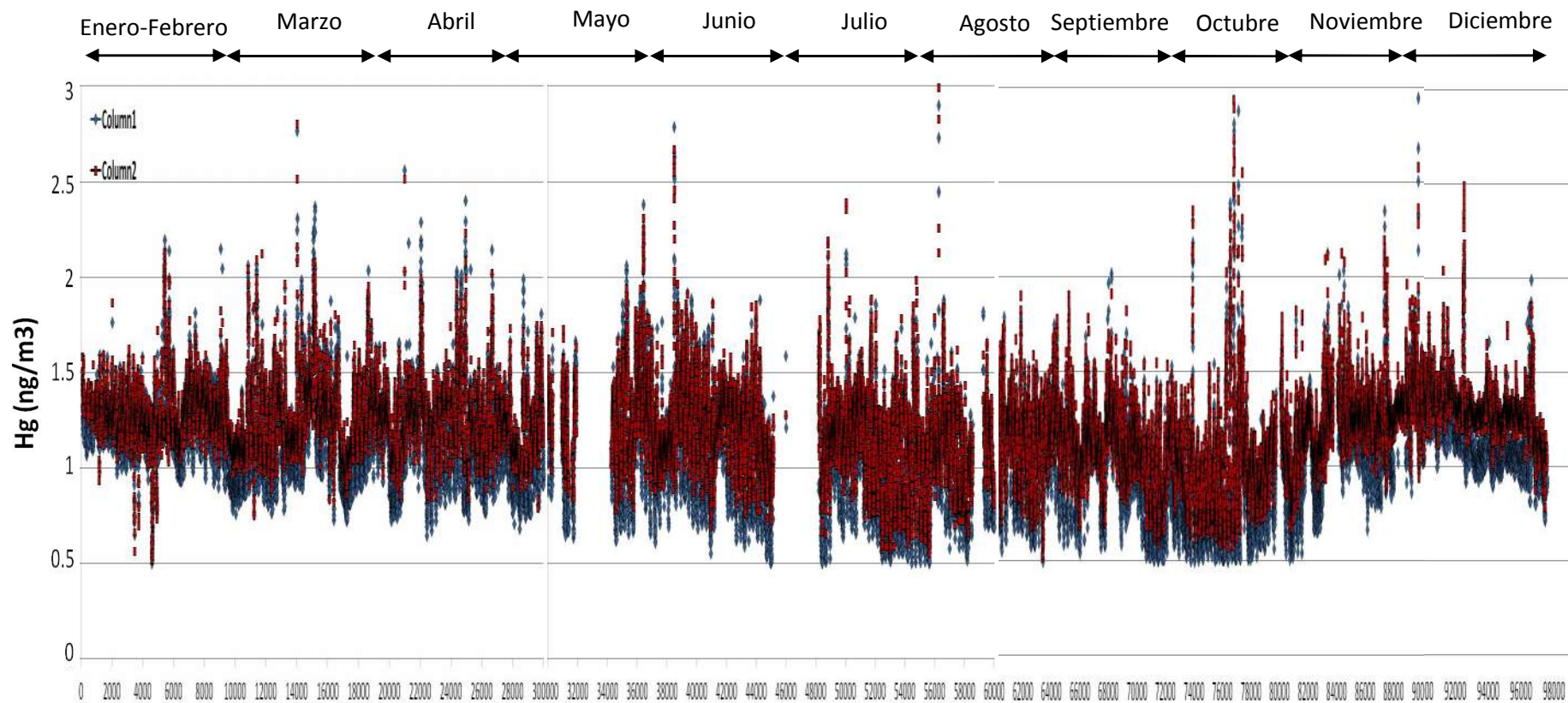
Brunke, E. G., Labuschagne, C., Ebinghaus, R., Kock, H. H. y Slemr, F. 2010. Gaseous elemental mercury depletion events observed at Cape Point during 2007–2008. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10(3): 1121-1131.

De la Rosa, D. A., Volke-Sepulveda, T., Solorzano, G., Green, C., Tordon, R. y Beauchamp, S. 2004. Survey of atmospheric total gaseous mercury in Mexico, *Atmos. Environ*, 38: 4839–4846.

Lindberg, S., Bullock, R., Ebinghaus, R., Engstrom, D., Feng, X. B., Fitzgerald, W., Pirrone, N., Prestbo, E. y Seigneur, C. 2007. A synthesis of progress and uncertainties in attributing the sources of mercury in deposition, *Ambio*, 36(1): 19–32.

Soler-Bientz, R., Watson, S. e Infield, D. 2010. Wind characteristics on the Yucatán Peninsula based on short term data from meteorological stations. *Energy Convers. Manage.* 51 (4): 754–764.

Anexo A. Concentración de mercurio en aire (ng/m³) en Sisal del 25 de enero al 31 de diciembre.



Anexo B. Reportes técnicos mensuales durante 2013

REPORTE TÉCNICO MES DE ENERO

Del 14 al 15 de enero se realizó la desinstalación mecánica y eléctrica de los equipos de monitoreo de mercurio en aire y agua de lluvia que se encontraban en el sitio de DUMAC en Celestún. El día 16 de enero se realizó el traslado del material y equipos del sitio de DUMAC a las instalaciones de la UNAM en Sisal. Del día 17 al 19 de enero se llevó a cabo la instalación mecánica y eléctrica de los equipos de monitoreo de mercurio en aire y agua de lluvia en el nuevo sitio de monitoreo. Asimismo se realizó el cambio de la bomba de succión de aire del equipo Tekran, dado al desgaste que sufrió ésta durante su funcionamiento en 2012. Del día 21 al 25 de enero el Dr. Fabrizio Sena dió un curso de capacitación sobre principios técnicos de funcionamiento, operación y mantenimiento del equipo Tekran. El día 25 de enero se inició formalmente el monitoreo de mercurio en aire y agua de lluvia. Por lo que a partir de esta fecha se colectaron los datos en forma continua por la computadora adaptada al equipo Tekran, los cuales fueron extraídos cada semana vía remota para su validación en INECC. Asimismo a partir de esta fecha se siguieron los procedimientos de operación del equipo en el sitio de monitoreo.

PLUVIOMETRO

El día 17 se colocó la primera botella para la colección de agua de lluvia en el sitio de Sisal. Se capacitó al personal del sitio, para el mantenimiento, cambio de botellas de recolección y extracción de datos del Datalogger semanalmente.

Nombre de muestra	Fecha de inicio	Fecha de colección
CEL-25-PCP-HG	17-01-2013	29-02-2013
CEL-26-PCP-HG	29-01-2013	12-02-2013

REPORTE TÉCNICO MES DE FEBRERO

Durante este mes se realizó la supervisión diaria del funcionamiento del equipo por el operador en el sitio (línea base, voltaje, volumen de aire, flujos de aire, calibración manual, etc.), así como la recolección de datos vía remota y su validación por personal del INECC.

Durante este mes se observó que el día 12 de febrero se presentó una concentración muy alta de mercurio (28 ng/m³). Dado que fue un único valor y el cual esta fuera del rango entre 0.5 y 3 ng/m³, se decidió eliminarlo. Posiblemente este valor se presentó por una fuente de mercurio no identificada dentro del laboratorio. Al detectar esta alta concentración se realizó la limpieza de las columnas con aire cero y se hizo una calibración manual del equipo. Posteriormente se inicio nuevamente con las mediciones de mercurio en aire. Cabe señalar que después de este día ya no se observaron valores fuera de rango.

PLUVIOMETRO

En este mes se dio mantenimiento (limpieza, ajuste de temperatura, etc.). Todo de acuerdo al procedimiento. El datalogger presentó problemas de comunicación con la computadora, solo registraba pocos días, se cambió la batería, se decidió descargar los datos 2 veces por semana.

Nombre de muestra	Fecha de inicio	Fecha de colección
CEL-27-PCP-HG	12-02-2013	26-02-2013
CEL-28.PCP-HG	26-02-2013	13-03-2013

REPORTE TÉCNICO MES DE MARZO

En este mes no se registraron valores de mercurio mayores a 3 ng/m³. Los datos fueron colectados vía remota y validados semanalmente por personal del INECC. Asimismo el operador del equipo Tekran en el sitio llevó a cabo los controles para el correcto funcionamiento del equipo de acuerdo a los procedimientos de operación (cambios de filtros, calibraciones manuales, medición de flujo de aire, etc).

PLUVIOMETRO

El material para el cambio de botella llegó el día 13. El datalogger ya no registra datos, se solicita otro para cambiar el actual. Se realizó el mantenimiento (temperaturas, limpieza, chequeo de carga de batería, etc.) todo según el procedimiento.

Nombre de muestra	Fecha de inicio	Fecha de colección
CEL-29-PCP-HG	13-03-2013	26-03-2013
CEL-30-PCP-HG	26-03-2013	09-04-2013

REPORTE TÉCNICO MES DE ABRIL

Durante este mes se observó que el día 8 de abril se presentó un valor alto de mercurio de 4.9 ng/m³. Dado que este valor está fuera de rango (0.5 y 3 ng/m³), se decidió eliminarlo. Los datos fueron colectados vía remota y validados semanalmente por personal del INECC. Asimismo el operador del equipo Tekran en el sitio llevó a cabo los controles para el correcto funcionamiento del equipo de

acuerdo a los procedimientos de operación (cambios de filtros, calibraciones manuales, medición de flujo de aire, etc.).

PLUVIOMETRO

El datalogger sigue sin registrar, se espera él envió de otro. Se realizó el mantenimiento (temperaturas, limpieza, chequeo de carga de batería, etc.) todo según el procedimiento.

Nombre de muestra	Fecha de inicio	Fecha de colección
CEL-31-PCP-HG	09-04-2013	23-04-2013
CEL-30-PCP-HG	23-04-2013	07-05-2013

REPORTE TÉCNICO MES DE MAYO

Durante este mes se observó que el día 16/05 se presentaron valores altos de mercurio (8 y 133 ng/m³), los cuales fueron removidos por estar fuera de rango. En este mes se observó un incremento de la línea base (BI) y del voltaje de la lámpara hasta un valor de 0.25 y 11v. Se observó un incremento en la diferencia entre los valores de la columna A y B a través del tiempo, por lo que, se decidió apagar el equipo el día 17 de mayo, con la finalidad de restablecer el equipo a sus valores óptimos de funcionamientos. Antes de apagar el equipo se realizó un calentamiento en aire para regenerar las columnas de acuerdo con el procedimiento establecido en el manual. Una vez realizada la limpieza y regeneración de las columnas se procedió a seguir con el monitoreo de mercurio en aire a partir del día 24 de mayo.

PLUVIOMETRO

Durante este mes, el datalogger sigue sin registrar datos.

Se solicita el número de guía para enviar frascos a Italia, el día 9 se recibe la guía para el envío, posteriormente el día 14 sale el envío para Italia. Se realizó el mantenimiento (temperaturas, limpieza, chequeo de carga de batería, etc.) todo según el procedimiento.

Nombre de muestra	Fecha de inicio	Fecha de colección
CEL-33-PCP-HG	07-05-2013	21-05-2013
CEL-34-PCP-HG	21-05-2013	04-06-2013

REPORTE TÉCNICO MES DE JUNIO

Durante este mes se observó que los datos de mercurio tanto de la columna A y B mejoraron en función de la diferencia que se presentaba entre estos valores. Lo cual se debió a la regeneración de las columnas de oro que se realizó en el mes de mayo. Los datos fueron colectados vía remota y validados semanalmente por personal del INECC. Asimismo el operador del equipo Tekran en el sitio, llevó a cabo los controles para el correcto funcionamiento del equipo de acuerdo a los procedimientos de operación (cambios de filtros, calibraciones manuales, medición de flujo de aire, etc.). En este mes no se registraron valores de mercurio mayores a 3 ng/m³. Sin embargo, a finales de este mes se presentó un incremento continuo en el valor de la línea base (BI), la cual era ≥ 0.263 con un voltaje en la lámpara de 10.23v. Se observó la aparición de multipicos durante la integración de las áreas de medición de mercurio.

PLUVIOMETRO

Se toma la decisión de cambiar las botellas hasta que la muestra llegue a 100 ml de agua como mínimo, esto con el fin de no enviar frascos vacíos para su análisis.

Se realizó el mantenimiento (temperaturas, limpieza, chequeo de carga de batería, etc) todo de acuerdo al procedimiento.

Nombre de muestra	Fecha de inicio	Fecha de colección
CEL-35-PCP-HG	04-06-2013	18-06-2013
CEL-36-PCP-HG	18-06-2013	09-07-2013

REPORTE TÉCNICO MES DE JULIO

Dado el incremento continuo en el valor de la línea base (BI) ≥ 0.263 y la aparición de multipicos a finales del mes de junio e inicio de julio, se optó por realizar un mantenimiento del equipo siguiendo las recomendaciones indicadas por un especialista de la empresa TEKTRAN. En este caso se cambió la lámpara de UV y se optimizó su señal, para lo cual se ajustó el voltaje DOUT y el voltaje de la lámpara a valores de -2.050 y +9.1 Volts, respectivamente. Asimismo se realizó la limpieza de la celda con una solución ácida, agua y metanol y secado con argón de acuerdo al manual de procedimiento. El mantenimiento se realizó por el operador del equipo Tekran en Sisal del 02 al 11 de julio. Adicionalmente se realizaron los procedimientos habituales de operación del equipo (cambios de filtros, calibraciones manuales, medición de flujo de aire, etc.). Una vez realizado el mantenimiento del equipo, se procedió a seguir con el monitoreo de mercurio en aire a partir del día 11/07. Los datos fueron colectados vía remota y validados semanalmente por personal del INECC.

A partir del 11 de julio se observó que la línea base (BI) se mantuvo casi constante en un valor de alrededor de 0.15 un voltaje de 9.5 en la lámpara, además de que se fueron registrando una cantidad menor de valores de mercurio procedentes de integraciones de multipicos.

PLUVIOMETRO

Sin datalogger. Se realizó el mantenimiento (temperaturas, limpieza, chequeo de carga de batería, etc.) siguiendo el procedimiento.

Nombre de muestra	Fecha de inicio	Fecha de colección
CEL-37-PCP-HG	09-07-2013	06-08-2013

REPORTE TÉCNICO MES DE AGOSTO

Durante este mes se observó que la integración de los valores de mercurio se realizó adecuadamente, es decir, no registraron múltiplos. La desviación de la línea base (BIDev) se mantuvo casi constante en un valor alrededor de 0.15. Estos resultados demuestran que el mantenimiento realizado en el mes de julio fue adecuado para mantener el TEKRAN funcionando de acuerdo a los parámetros de calidad establecido por GMOS. Los datos fueron colectados vía remota y validados semanalmente por personal del INECC. Asimismo el operador del equipo Tekran en el sitio llevó a cabo los controles de funcionamiento del equipo de acuerdo a los procedimientos de operación (cambios de filtros, calibraciones manuales, medición de flujo de aire, etc.). En este mes no se encontró valores de mercurio mayores a 3 ng/m³. Del 17 al 19 de agosto se presentó un problema de energía eléctrica en las instalaciones de Sisal, por lo cual no se obtuvieron datos de las concentraciones de mercurio en aire en este periodo de tiempo.

PLUVIOMETRO

Llega el datalogger, el cual se instaló el día 19, se comenzó de nuevo a registrar datos. Se realizó el mantenimiento (temperaturas, limpieza, chequeo de carga de batería, etc.) todo de acuerdo al procedimiento.

Nombre de muestra	Fecha de inicio	Fecha de colección
CEL-38-PCP-HG	06-08-2013	20-08-2013

REPORTE TÉCNICO MES DE SEPTIEMBRE

Durante este mes el equipo funcionó adecuadamente, lo cual se puede observar en los valores de la columna 1 y 2. Los valores se mantuvieron en un rango entre 0.5 y 2 ng/m³. Los datos fueron colectados vía remota y validados semanalmente por personal del INECC. Asimismo el operador del equipo Tekran en el sitio, llevó a cabo los controles para el correcto funcionamiento del equipo de acuerdo a los procedimientos de operación (cambios de filtros, calibraciones manuales, medición de flujo de aire, etc.).

REPORTE TÉCNICO MES DE OCTUBRE

En este mes se detectaron valores de mercurio entre 2.0 y 3.0 ng/m³ durante el día 20/10/13 de 2 a 3 am hora local. Cabe señalar que el día 30 de octubre se realizó un mantenimiento al equipo para mejorar las eficiencias de las columnas, por lo que en este día no se tienen datos de medición de mercurio. Los datos fueron colectados vía remota y validados semanalmente por personal del INECC. Asimismo el operador del equipo Tekran en el sitio, llevó a cabo los controles para el correcto funcionamiento del equipo de acuerdo a los procedimientos de operación.

REPORTE TÉCNICO MES DE NOVIEMBRE

Durante este mes se detectó una diferencia superior del 15% entre los valores de las columnas 1 y 2, por lo que el día 13 y 14 de noviembre se realizó la limpieza de las columnas por sonicación en ácido nítrico, metanol, agua destilada y secado con gas argón. En los siguientes días la diferencia entre los valores de las columnas disminuyó, sin embargo, a partir del día 23 de noviembre la diferencias entre los valores de las columnas volvieron a incrementar a valores del 40% de diferencia, mientras que a partir del 27 de noviembre la diferencia fue de alrededor del 60%. La diferencia persistió a pesar de que el día 28 de noviembre se realizó una regeneración de las columnas por calentamiento. Al persistir la diferencia entre ambas columnas se decidió remplazar las columnas por unas nuevas para inicios del mes de diciembre.

REPORTE TÉCNICO MES DE DICIEMBRE

El día 2 de diciembre se realizó el remplazo de ambas columnas de oro del Tekran, por lo que a partir del día siguiente se observó una mejora en la diferencia de las columnas 1 y 2. La diferencia disminuyó a valores menores de 15%. Sin embargo, a partir del día 13 de diciembre la diferencia se mantuvo entre el 15 y 25%. Del 20 al 31 de diciembre no se realizó ningún mantenimiento al equipo por ser temporada de vacaciones. Solo se realizó un cambio de filtros de la toma de aire el día 27 de diciembre. Los datos fueron colectados vía remota y validados el mes de enero del 2014 por personal del INECC.