

INFORME NACIONAL DEL PLAN DE MONITOREO GLOBAL DE COPS

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ARREGLOS ORGANIZACIONALES	6
A. Air sampling (passive, active).....	9
3. ACTIVIDADES NACIONALES NATIONAL ACTIVITIES	9
3.1. Muestreo de Aire Pasivo.	9
3.2. Coordination, methodology, sampling, analysis, results, trends analysis.....	9
3.3. Sitio de Muestreo.	10
4. METODOLOGÍA	14
4.1. Tiempos de Muestreo.....	16
4.2. Análisis	18
4.3. Resultados y análisis de tendencias.....	19
4.4. Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs).....	19
4.5. PCBs.....	24
4.6. Dioxinas y PCBs coplanares.....	26
4.7. PBDEs.....	28
4.8. Compuestos Perfluorados	30
4.9. Análisis de las muestras de PUF en los laboratorios de EULA: Pesticidas Organoclorados y PCBs.....	31
B. Water sampling.....	33
C. Human milk survey	34
D. Muestras espejo.....	36
5. COORDINACIÓN Y METODOLOGÍA.....	36
5.1. Muestreo.....	37
5.2. Análisis y resultados	38
E. International inter-calibration study	40
6. Capacity building activities.....	42
7. Involvement in other monitoring activities and networks	47
8. Sustainability plan	47
9. Results and achievement.....	47
10. Conclusion and recommendations.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Chile.	11
Figura 2: Mapa Región del Biobío.	12
Figura 3: Ubicación de los captadores en Punta de Parra.	13
Figura 4: Foto Satelital ubicación del punto de muestreo.	13
Figura 5: Fotografía Punto de muestreo de los 7 captadores.	14
Figura 6: Diseño del Captador utilizado.	15
Figura 7: Fotografía Instalación de espumas 2017-I.	17
Figura 8: Fotografía Instalación de espumas 2017-II.	17
Figura 9: Fotografía Desinstalación de espumas 2018-I.	17
Figura 10: Fotografía Instalación de espumas 2018-III.	17
Figura 11: Pesticidas en muestras pasivas de aire durante el año 2017.	21
Figura 12: Concentraciones de pesticidas organoclorados en los muestreos desarrollados en 2018.	23
Figura 13: PCB indicadores en muestras de aire durante los años 2017-2018.	25
Figura 14: Dioxinas en aire.	27
Figura 15: Concentraciones de PCBs coplanares durante los dos años de monitoreo.	28
Figura 16: Niveles de contaminantes perfluorados en la muestras de aire durante el periodo 2017-2018.	31
Figura 17: Certificado de Interlaboratorio.	41
Figura 18: Programa Curso de Capacitación hoja 1.	43
Figura 19: Programa Curso de Capacitación hoja 2.	44
Figura 20: Programa Curso de Capacitación hoja 3.	45
Figura 21: Programa Entrenamiento de análisis de COP's en plásticos.	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipo de análisis a realizar y el laboratorio encargado de realizarlo.	9
Tabla 2: Especificaciones del lugar de muestreo.....	15
Tabla 3: Distribución de muestras a los distintos laboratorios.	16
Tabla 4: Identificación del N° de campaña, con fechas de inicio y término para cada una de ellas.	18
Tabla 5: Fechas de envío a los laboratorios de referencia.	18
Tabla 6: Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.	19
Tabla 7: Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.	22
Tabla 8: Resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.	24
Tabla 9: Resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.	25
Tabla 10: Resultados de PCDD/PCDFs en muestras de aire ambiente anuales correspondientes a los años 2017 y 2018.	26
Tabla 11: Resultados de PBDEs y polibromobifenil (PBB#153) en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.....	28
Tabla 12: Resultados de PBDEs y polibromobifenil (PBB#153) en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.....	29
Tabla 13: Resultados de PFAS en muestras de aire ambiente (PUFs) correspondientes a los años 2017- 2018.	30
Tabla 14: Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.	32
Tabla 15: Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.	32
Tabla 16: Resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.	33
Tabla 17: Resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.	33
Tabla 18: Muestras y cantidades enviadas a los laboratorios de referencia.	38

Tabla 19: Resultados de pesticidas organoclorados en sedimento.	38
Tabla 20: Resultados de PCB en sedimento.	39
Tabla 21: Muestras y cantidades enviadas a los laboratorios de referencia.	39
Tabla 22: Resultados de análisis de PFOS, PFOA and PFHxS en Muestras nacionales.....	39

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta los datos de Contaminantes Orgánicos Persistentes en muestras pasivas de aire tomadas en la Provincia de Concepción, de la Región del Biobío de Chile. La estación de muestreo correspondió a una estación localizada en una interface urbano-rural a 23 km del Centro Urbano de Concepción. Los muestreos fueron realizados en forma trimestral y de manera ininterrumpida, a partir del mes de enero de 2017 y finalizando el mes de diciembre de 2018.

Las muestras fueron conservadas en frío y enviadas a los laboratorios del IDAEA CSIC de España para el análisis de pesticidas organoclorados, PCBs, y también de dioxinas y PCBs coplanares, además de compuestos polibromados. Otras réplicas fueron enviadas a la Universidad de Orebro en Suecia para el análisis de compuestos perfluorados.

Los resultados muestran la ocurrencia de pocos pesticidas organoclorados, entre ellos los detectados con mayor frecuencia fueron γ -lindano, y varios metabolitos del DDT, además de los compuestos pentaclorobenceno y hexaclorobenceno. No se observa una tendencia estacional en las concentraciones, siendo considerablemente más bajas que las observadas en estudios anteriores.

Los PCBs no fueron detectados en estas muestras. Sin embargo, se observó la ocurrencia de algunos congéneres de dioxinas, normalmente aquellas de mayor peso molecular durante los años 2017 y 2018. Este es el primer acercamiento nacional en el análisis de estas sustancias en muestras pasivas de aire, por lo anterior, no se dispone de antecedentes previos para compararlas. Sin perjuicio de lo anterior, el patrón de distribución de los congéneres observados fue similar al encontrado en otros componentes ambientales, donde se ha concluido que dicho patrón corresponde a la quema de biomasa y los incendios forestales, eventos comunes ocurridos en la zona de estudio durante el despliegue de los muestreadores pasivos.

Una gran innovación durante el presente plan de monitoreo fue el análisis de compuestos organobromados y organofluorados, estos últimos para los cuales no hay estudios previos en Chile, observándose la ocurrencia de compuestos como ácido perfluorooctanoico (PFOA) y perfluorooctano sulfonato. En el marco de esta iniciativa de muestreo global de COPs, es primera vez que se verifica la ocurrencia de estas sustancias en la matriz aire en Chile, así como de los compuestos perfluorooctano sulfonamida (FOSA) y los derivados etil perfluorooctano sulfonamida (ET-FOSA) y metil perfluorooctano sulfonamida (MET-FOSA).

La ocurrencia de los compuestos perfluorados, indica que estas sustancias más recientemente incluidas en el Convenio de Estocolmo, deben seguir siendo monitoreadas en el medio ambiente. Esta situación se confirma con la ocurrencia de estos COPs en prácticamente todas las muestras espejo analizadas (huevos, mantequilla, pescado y

sedimentos). A raíz de lo anterior, una de las recomendaciones se orienta en dar continuidad a un monitoreo de más largo plazo de estas sustancias. Para ello se requiere de la construcción de capacidad de análisis en el país enfocada en estas sustancias.

1. INTRODUCCIÓN

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes es un tratado internacional cuyo objetivo se basa en el criterio de precaución consagrado en el principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y corresponde a proteger la salud humana y el medio ambiente frente a estas sustancias.

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias que comparten ciertas características básicas: poseen gran toxicidad, son persistentes en el ambiente, tienen capacidad para bioacumularse en las cadenas alimenticias y se trasladan a grandes distancias. Estas propiedades, y principalmente su libre circulación en el ambiente, hacen que la presencia de los COPs represente una amenaza global.

El Convenio de Estocolmo se orienta a la prohibición, eliminación y reducción de actividades de producción, uso, importación, exportación y disposición de residuos que contengan los COPs expresamente listados en los Anexos A, B y C del Convenio, según categoría, abarcando de esta forma toda la vida útil de estos compuestos. A la fecha se han listado 30 COPs que cumplen las características establecidas en el Convenio respecto de su persistencia, bioacumulación, potencial de transporte a larga distancia en el medio ambiente y efectos adversos.

Dentro de las disposiciones incluidas en el Convenio, se establecen procedimientos detallados para la inclusión de nuevos COPs, además de la conformación del Comité de Revisión de Contaminantes Orgánicos Persistentes compuesto por expertos en evaluación y manejo de sustancias químicas, establecido para examinar las propuestas para el listado de sustancias químicas.

El Convenio de Estocolmo entró en vigor el 17 de mayo de 2004, noventa (90) días después de la presentación del quincuagésimo instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión con respecto al Convenio, y la primera reunión de la Conferencia de las Partes (COP1) se celebró del 2 al 6 de mayo de 2005 en Punta del Este, Uruguay.

Chile depositó el instrumento de ratificación para el Convenio de Estocolmo ante el Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas con fecha 20 de enero de 2005, y a nivel nacional, este Convenio fue promulgado a través del Decreto 38 del Ministerio de Relaciones Exteriores del 02 de marzo del 2005.

Para dar cumplimiento a lo establecido en este Convenio, Chile cuenta con un Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, en el cual se insertan medidas tendientes a reducir o eliminar las liberaciones de COPs a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente. Adicionalmente, Chile es parte de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Minamata, se ha adherido al Enfoque Estratégico

para la Gestión de los Productos Químicos a nivel Internacional (SAICM) y es miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Específicamente, el artículo 16 del Convenio de Estocolmo establece que la Conferencia de las Partes evaluará la eficacia del Convenio una vez que hayan transcurrido cuatro años a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Convenio, y en lo sucesivo de manera periódica. En este contexto, el Plan de Vigilancia Mundial (GMP por su sigla en inglés) de COPs tiene por objetivo facilitar dicha evaluación, proporcionando un marco organizativo armonizado para la recolección de datos de vigilancia comparables sobre la presencia de los productos químicos incluidos en los anexos A, B y C del Convenio, a fin de determinar tendencias en los niveles a lo largo del tiempo, examinar exposición humana, así como proporcionar antecedentes sobre su transporte en el medio ambiente a escala regional y mundial. Además, es un marco que sirve de orientación técnica sobre todos los aspectos de la aplicación de un plan de vigilancia mundial, tales como estadística, muestreo, preparación de muestras, metodologías analíticas y gestión de datos.

La Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo, en su decisión SC-4/31 sobre el Plan de Vigilancia Mundial para la Evaluación de la Eficacia, invitó a las Partes a participar activamente en la ejecución del Plan de Vigilancia Mundial y en la evaluación de su eficacia, en particular para continuar vigilando las matrices básicas de aire y leche materna, además de apoyar el establecimiento y la ejecución a largo plazo del plan de vigilancia mundial, si están en condiciones de hacerlo.

Con estos antecedentes, en la quinta reposición del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por su sigla en inglés) y con el apoyo del PNUMA como agencia implementadora y el Centro Coordinador del Convenio de Basilea – Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe en Uruguay como Agencia Ejecutora, se presentó el proyecto *“Continuing regional Support for the POPs Global Monitoring Plan under the Stockholm Convention in the Latin American and Caribbean Region”*, el cual fue aprobado por el GEF el 17 de diciembre de 2014. El objetivo de este proyecto se orientó en fortalecer la capacidad de monitoreo a nivel nacional, contribuir a la generación de datos para el plan de monitoreo global y apoyar el establecimiento de capacidades analíticas regionales y generación de datos de COPs en las matrices de referencia para el Plan de Vigilancia Mundial de COPs, posibilitando así que los países de América Latina y el Caribe contribuyan al reporte global a ser presentado en la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo.

Luego de una serie de gestiones realizadas por la Subsecretaría del Medio Ambiente para analizar la manera más oportuna de implementar el proyecto en Chile de acuerdo a las necesidades del país, con fecha 09 de mayo de 2018, el Ministerio del Medio Ambiente formalizó la solicitud para que el Centro Coordinador del Convenio de Basilea - Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe en Uruguay (BCCC-

SCRC, por su sigla en inglés) actuara como Agencia Ejecutora del presente proyecto en Chile.

La materialización técnica de este proyecto requirió de la cooperación de laboratorios especializados en estas materias, que tuviesen la capacidad analítica instalada en Chile para ejecutar las actividades asociadas a la implementación del proyecto. Por lo anterior, Chile invitó al Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción para realizar el monitoreo de COPs en aire, y al Instituto de Salud Pública (ISP) para el monitoreo de COPs en leche materna, considerando la experiencia e infraestructura instalada que presentan ambas entidades. Ambos laboratorios formalizaron de manera oportuna su respectivo interés de participar en el monitoreo de las matrices seleccionadas para este proyecto.

La duración del proyecto contempló 18 meses, siendo financiada por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) la suma de US\$28.000 (veintiocho mil dólares estadounidenses) para las actividades correspondientes al monitoreo de aire.

2. ARREGLOS ORGANIZACIONALES

La coordinación central de este proyecto estuvo adscrita en la Oficina de Asuntos Internacionales del Ministerio del Medio Ambiente.

Con fecha 03 de junio de 2012, el Instituto de Salud Pública manifestó su interés de participar de este proyecto, detallando que sería liderado por el Departamento de Salud Ambiental del Instituto. Del mismo modo, la Universidad de Concepción manifestó su interés de participar de este proyecto con fecha 29 de mayo de 2013, detallando que sería liderado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile.

Considerando estos antecedentes, durante diciembre de 2015, en Montevideo, Uruguay, se realizó el Taller Regional de Inicio del Proyecto GEF/UNEP *“Continuidad al apoyo regional para el Plan de Vigilancia Mundial de COPs bajo el Convenio de Estocolmo en la Región de América Latina y el Caribe”*. En dicha oportunidad, se analizaron las necesidades de cada país para la asignación de presupuesto y ejecución de actividades y se contó con la participación de representantes de los países de América Latina y el Caribe que integraban dicho proyecto. En representación de Chile, participaron profesionales del Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Instituto de Salud Pública y Ministerio del Medio Ambiente.

Con el objetivo de conocer el estado de ejecución del proyecto en cada país que integra esta iniciativa, abordar las dificultades particulares en la realización de las actividades e identificar acciones para lograr la sustentabilidad del proyecto para ejecuciones futuras, se organizó un Taller Regional de Intermedio del Proyecto UNE/GEF *“Continuidad al apoyo regional para el Plan de Vigilancia Mundial de COPs bajo el Convenio de Estocolmo en la Región de América Latina y el Caribe”* que se realizó entre los días 11 y 13 de junio de 2018 en Medellín, Colombia. En representación de Chile, participaron profesionales del Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile y Ministerio del Medio Ambiente.

En dicho contexto, en diciembre de 2018 la Universidad de Concepción firmó un Memorando de Entendimiento con el Centro Coordinador del Convenio de Basilea - Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe (BCCC-SCRC, por su sigla en inglés), para implementar el Proyecto GEF/UNEP *“Continuidad al apoyo regional para el Plan de Vigilancia Mundial de COPs bajo el Convenio de Estocolmo en la Región de América Latina y el Caribe”*. Mediante dicho acto administrativo, el laboratorio de Ciencias Ambientales EULA se comprometió a realizar las siguientes actividades:

- Proveer la información correcta para la recepción de los materiales para el muestreo y análisis. Facilitar la recepción y envío de los materiales y muestras de y hacia los laboratorios de referencia según el plan de trabajo. Realizar las gestiones necesarias en las aduanas nacionales para garantizar la recepción y el envío de materiales,

sustancias y muestras. Establecer los acuerdos para el desarrollo de la coordinación y la infraestructura necesaria para realizar el monitoreo de aire.

- Elaborar los términos de referencia para la contratación de los equipos e insumos necesarios para el proyecto.
- Implementar el monitoreo de COPs en aire (incluye instalación de muestreadores, cambio de PUFs según instructivo, envío de PUFs a los laboratorios de referencia).
- Realizar el muestreo de las matrices de mayor interés nacional (incluye identificación, expedición y el análisis en el laboratorio nacional).
- Analizar las muestras de aire, y matrices de mayor interés nacional en laboratorio nacional (cubre el análisis de COPs básicos).
- Realizar el curso de formación analítico, garantizando la participación de personal pertinente en el mismo.
- Realizar talleres nacionales y viajes para el muestreo.
- Realizar los informes nacionales que presentan la aplicación y los resultados del Plan de Vigilancia Mundial implementado.
- Desarrollar un informe final sobre las actividades realizadas por el laboratorio, incluidos los resultados, lecciones aprendidas y las necesidades futuras, así como por los expertos nacionales responsables del monitoreo de aire.

Para las actividades involucradas al muestreo y análisis de estos contaminantes en leche materna, se tenía asignado un presupuesto de USD \$26.000 (veintiséis mil dólares estadounidenses). Lamentablemente, y por motivos de constantes cambios de jefaturas generados al interior del Instituto de Salud Pública y dificultades en compatibilizar compromisos asumidos con anterioridad respecto a la realidad organizativa del país actual, fue imposible concretar la formalización del Memorando de Entendimiento con el Instituto, quienes realizarían las siguientes actividades:

- Implementar la organización, muestreo y análisis del monitoreo de COPs en leche materna en base a los criterios de las guías internacionales de la OMS y el PNUMA, considerando las particularidades de Chile (selección de lugares de recolección, selección y sensibilización de las madres dadoras, aplicación del consentimiento ético para realizar el monitoreo en leche materna, entre otras).
- Obtener una muestra compuesta de leche materna para medir COPs, que sea representativa de Chile, a partir de 50 porciones individuales.
- Enviar la muestra compuesta de leche materna al laboratorio de referencia designado para este proyecto, ubicado en Freiburg, Alemania (CVUA, por sus siglas en alemán), para el análisis de COPs.
- Elaborar el reporte con la comparación de los resultados de este muestreo con los resultados de muestreos anteriores.
- Desarrollar las conclusiones, lecciones aprendidas y recomendaciones para futuros monitoreos (considerando la situación nacional actual de estos contaminantes y una hoja de ruta para su monitoreo a nivel nacional que sea sustentable).

Sin embargo, el Instituto de Salud Pública se comprometió a coordinar en sus instalaciones la capacitación con expertos del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del laboratorio CSIC de Barcelona, España. Esta capacitación se orientó en fortalecer las capacidades analíticas de los laboratorios nacionales EULA e ISP involucrados en este proyecto. Dicha actividad fue planificada para realizarse los días 11 al 15 de noviembre del 2019 en las dependencias del ISP.

Lamentablemente, debido a la inestabilidad en la que se encontraba Chile en esa fecha y con el sentido de evitar exponer la seguridad de los participantes de la presente capacitación, se postergó para el primer semestre del 2020. Una primera propuesta preliminar de fecha correspondía a la semana del 11 al 15 de mayo del presente año. Desafortunadamente, debido a la pandemia registrada por el coronavirus (COVID-19) a nivel mundial, fue imposible concretar esta capacitación de manera presencial. A pesar de estos obstáculos, gracias a la motivación de todas las partes para concretar esta actividad, se logró coordinar el entrenamiento desde el 30 de noviembre al 15 de diciembre 2020 en formato on-line.

A. Air sampling (passive, active)

3. ACTIVIDADES NACIONALES NATIONAL ACTIVITIES

3.1. Muestreo de Aire Pasivo.

El Centro de Ciencias Ambientales EULA fue el encargado de realizar el muestreo de aire, laboratorio dependiente de la Universidad de Concepción, cuya misión es ser un centro universitario multi e interdisciplinario de ciencias ambientales, orientado a la investigación, difusión, educación permanente y asesorías ambientales integrales. Es un laboratorio referente de excelencia en ciencias ambientales, con reconocimiento nacional e internacional en investigación y asistencia técnica, para contribuir de forma innovadora a la solución de problemas. Así mismo, cuenta con una dotación de personal de carácter multidisciplinario, con una amplia experiencia docente y de investigación aplicada en diversas áreas del medioambiente, los cuales son apoyados por una infraestructura propia de laboratorios de análisis y unidad de muestreo, ambos acreditados. Está preparado para analizar todos los compuestos orgánicos e inorgánicos en matrices ambientales como organoclorados, organofosforados, hidrocarburos y compuestos misceláneos.

3.2. Coordination, methodology, sampling, analysis, results, trends analysis

El objetivo del presente muestreo es obtener las muestras para su posterior análisis, tanto para los laboratorios de referencia como para el Laboratorio de Ensayos del Centro EULA, como se detalla a continuación:

Tabla 1: Tipo de análisis a realizar y el laboratorio encargado de realizarlo.

Laboratorio	Análisis
Laboratorio de Dioxinas IDAEA-CSIC Barcelona España (CSIC)	OCPs
Laboratorio de Dioxinas IDAEA-CSIC Barcelona España (CSIC)	PCB(6)
Laboratorio de Dioxinas IDAEA-CSIC Barcelona España (CSIC)	dl-POPs
Laboratorio de Dioxinas IDAEA-CSIC Barcelona España (CSIC)	PBDE, HBCD, HxBB
Örebro University MTM Research Center School of Science and Technology Suecia (MTM)	PFOS
Laboratorio de Ensayos EULA	OCPs y PCB(6)

3.3. Sitio de Muestreo.

Los muestreadores fueron instalados en Chile, Región del Biobío, en un pueblo costero llamado "Punta de Parra" ubicado en la comuna de Tomé a 23 km de Concepción, emplazado al borde de la Ruta CH-150 Concepción-Tomé, en las siguientes coordenadas geográficas 36°39'48.0"S 72°57'49.2"W.

Su actividad principal es la forestal, con plantas de aserrío y trozado de madera. El balneario Punta de Parra es uno de los atractivos turísticos del lugar, con una vista panorámica de la bahía de Concepción. Es de gran atractivo natural, rodeado de vegetación, arena blanca y gruesa, de calmadas aguas cristalinas, que la hacen apta para la natación y deportes náuticos.

La selección de este punto se fundamenta por tratarse de una interfase urbana de baja densidad y rural, además que nos aseguramos que los muestreadores están bajo permanente vigilancia para reducir los riesgos de vandalismo. Además, en el mismo sitio se está realizando un monitoreo atmosférico a través de la red LAPAN (Latin American Passive Sampling Network), coordinada por el Profesor Dr. Gilberto Fillmann de la Universidad Federal do Rio Grande do Sul en Brasil.

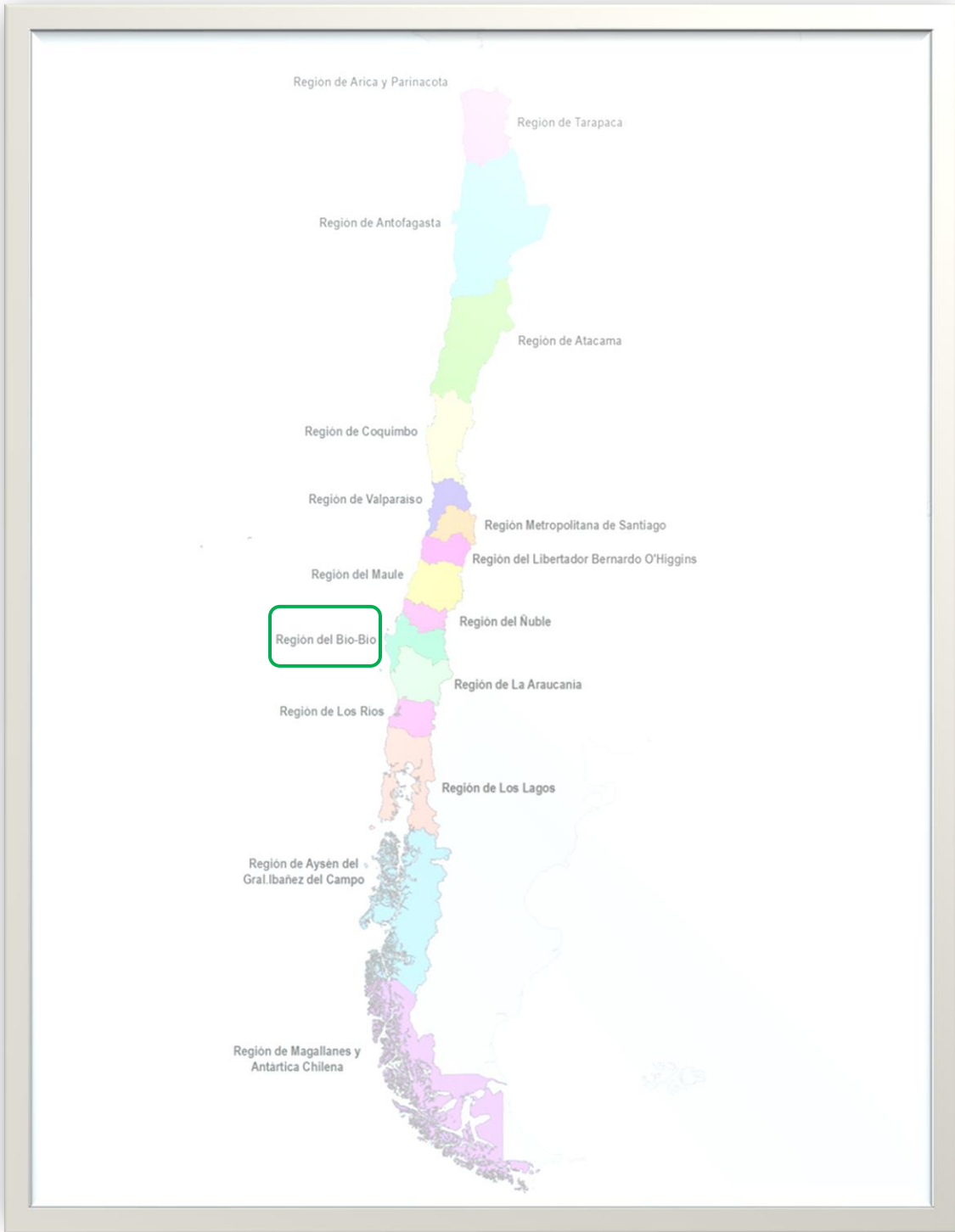


Figura 1: Mapa de Chile.

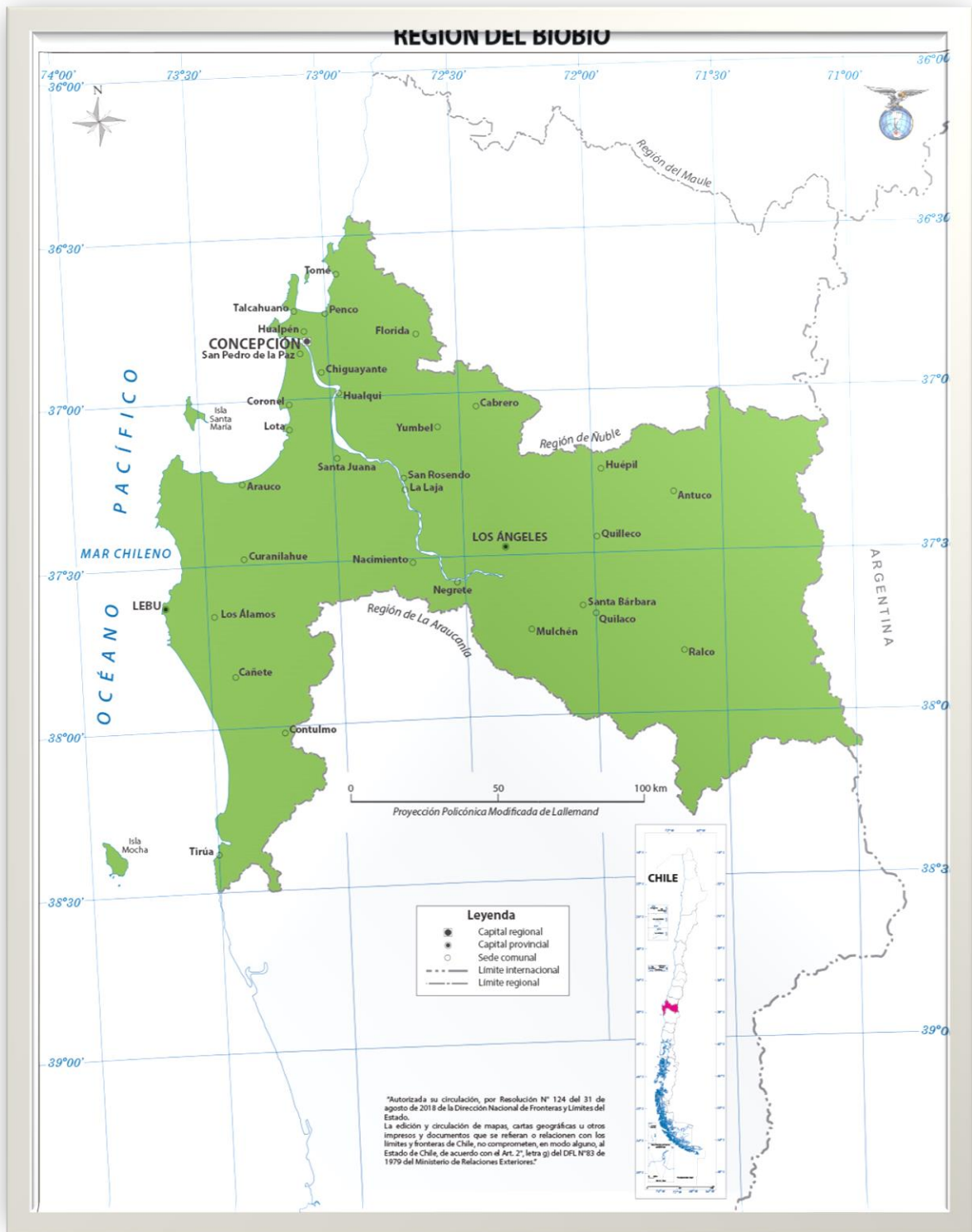


Figura 2: Mapa Región del Biobío.

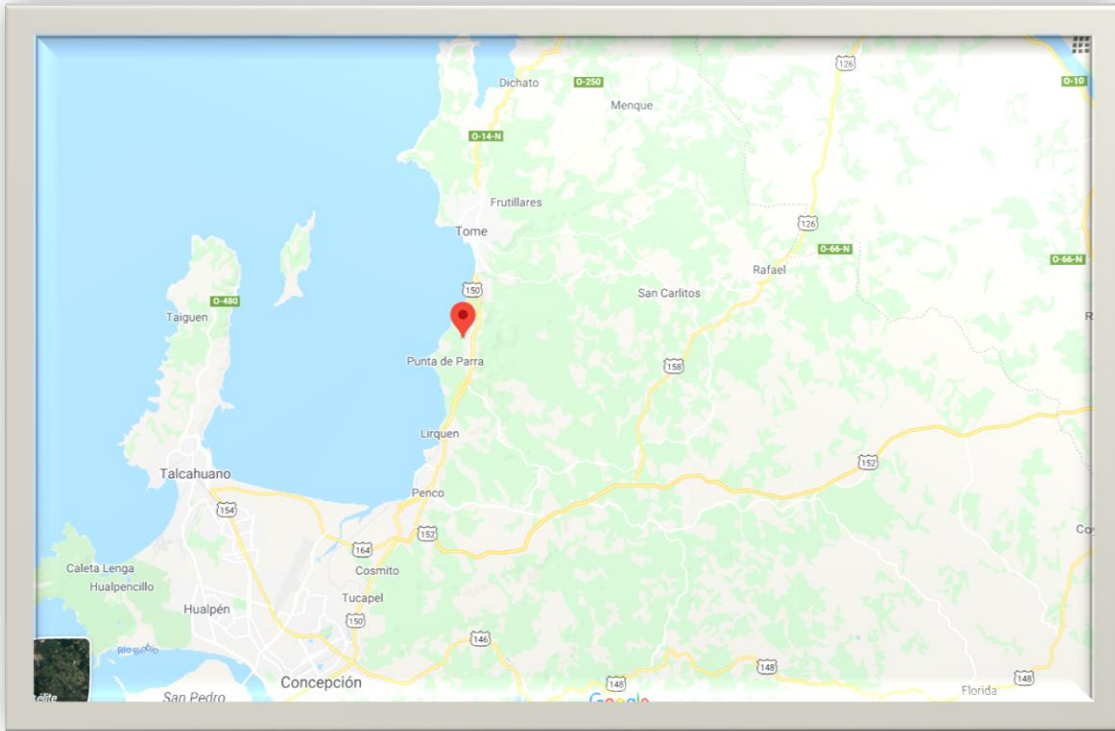


Figura 3: Ubicación de los captadores en Punta de Parra.

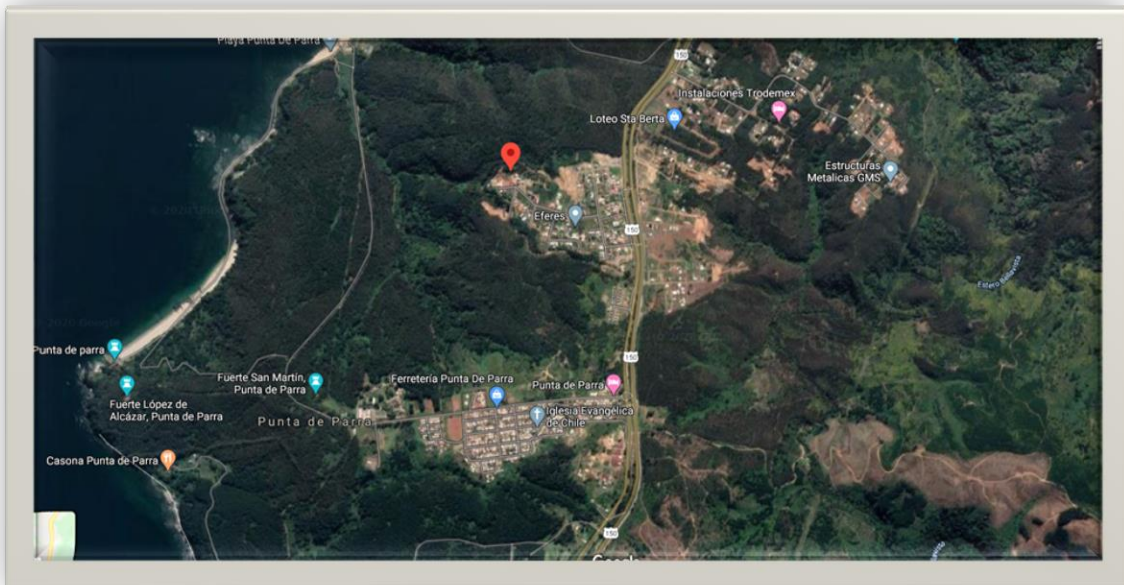


Figura 4: Foto Satelital ubicación del punto de muestreo.

4. METODOLOGÍA

Se instalaron un total de siete captadores, en el punto de muestreo seleccionado.



Figura 5: Fotografía Punto de muestreo de los 7 captadores.

Tabla 2: Especificaciones del lugar de muestreo.

Nombre del país	Chile
Código ISO	(CHL)
Sitio/Lugar	Tomé, Punta de Parra
Dirección Física	Bellavista 100, Bello Horizonte, Punta de Parra, Tomé
Clasificación del sitio	Rural
Coordenadas GPS	36°39'48.0"S 72°57'49.2"W
Altura del captador	1,5 metros
Narrativa	Lugar con presencia de bosque de Eucaliptus y Pino, localizado en la Cordillera de la Costa, consiste en una urbanización dispersa reciente
Institución responsable	Centro EULA-Chile

En cada captador se instaló la espuma según protocolo “PROCEDIMIENTO PARA EL MUESTREO DE AIRE USANDO CAPTADORES PASIVOS (PAS)” enviado.

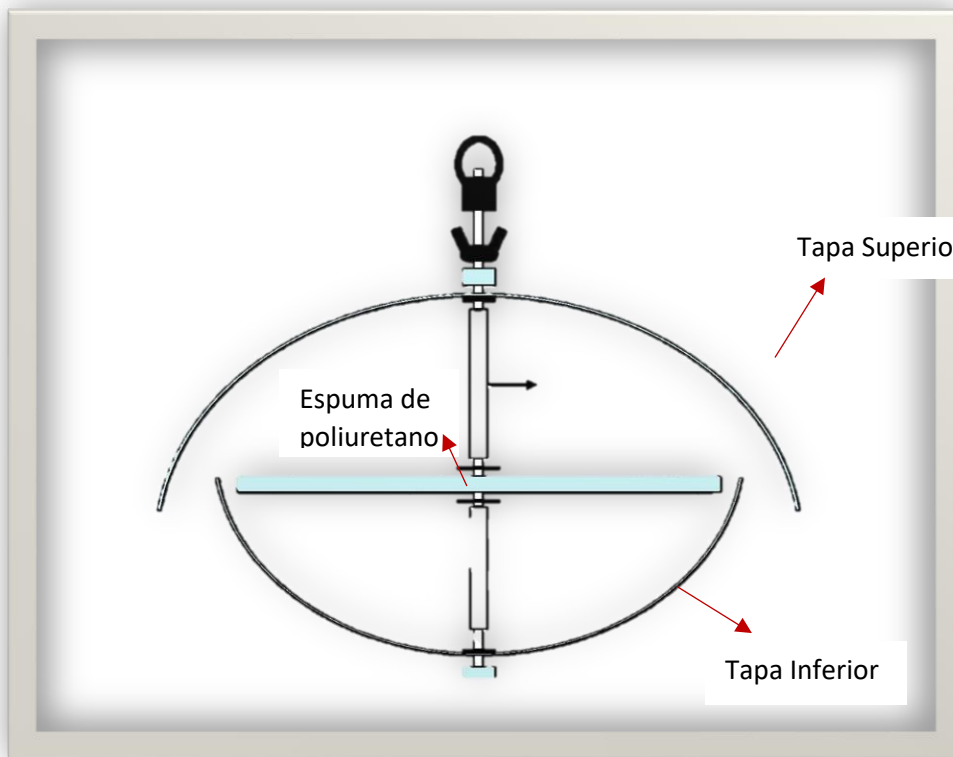
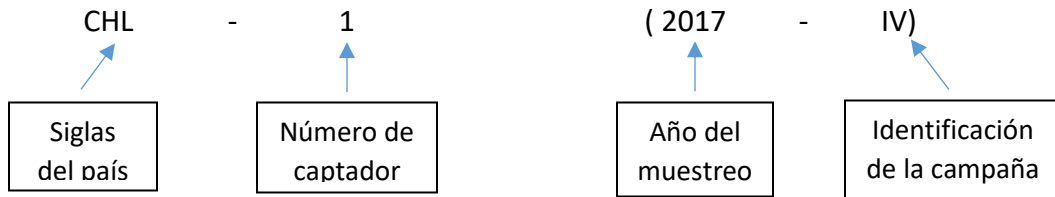


Figura 6: Diseño del Captador utilizado.

Se identificó el captador pasivo de aire con los datos de la captación, tal como se indica a continuación.



4.1. Tiempos de Muestreo

El muestreo fue realizado durante los años 2017 y 2018 con un total de 8 campañas, cada una con un total de 90 días de exposición aproximadamente.

De cada campaña se obtuvieron 7 muestras, lo que generó un total de 56 muestras con la siguiente distribución:

Tabla 3: Distribución de muestras a los distintos laboratorios.

Laboratorio	Nº de muestras por campaña (espumas)	Nº Total de muestras (espumas)
Laboratorio de Dioxinas IDAEA-CSIC Barcelona España (CSIC)	5	40
Örebro University MTM Research Center School of Science and Technology Suecia (MTM)	1	8
Laboratorio de Ensayos EULA	1	8

A continuación, se detalla para cada campaña realizada en Punta de Parra (36°39'48.0"S 72°57'49.2"W) las fechas de inicio y de término del muestreo junto al tiempo de exposición total. Donde el número romano identifica el Nº de campaña de la siguiente manera:

- I 1ª Campaña
- II 2ª Campaña
- III 3ª Campaña
- IV 4ª Campaña



Figura 7: Fotografía Instalación de espumas 2017-I.



Figura 8: Fotografía Instalación de espumas 2017-II.



Figura 9: Fotografía Desinstalación de espumas 2018-I.



Figura 10: Fotografía Instalación de espumas 2018-III.

Tabla 4: Identificación del N° de campaña, con fechas de inicio y término para cada una de ellas.

N° Campaña	Fecha inicio	Fecha término	Tiempo de exposición (días)
2017-I	03-01-2017	31-03-2017	87
2017-II	01-04-2017	14-07-2017	104
2017-III	15-07-2017	02-10-2017	79
2017-IV	03-10-2017	06-01-2018	95
2018-I	07-01-2018	04-04-2018	87
2018-II	05-04-2018	05-07-2018	91
2018-III	07-07-2018	05-10-2018	90
2018-IV	06-10-2018	11-01-2019	97

Las espumas fueron almacenadas en un congelador, a aproximadamente -18 °C.

4.2. Análisis

En el caso de las muestras que se tomaron para ser enviadas a los laboratorios de referencia, las espumas fueron almacenadas a -18°C hasta su envío.

Tabla 5: Fechas de envío a los laboratorios de referencia.

N° Campaña	Fecha de envío
2017-I	27-04-2017
2017-II	04-08-2017
2017-III	17-10-2017
2017-IV	11-01-2018
2018-I	06-04-2018

N° Campaña	Fecha de envío
2018-II	06-07-2018
2018-III	11-10-2018
2018-IV	14-01-2019

4.3. Resultados y análisis de tendencias.

4.4. Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs).

La Tabla 6 muestra los resultados del análisis reportado por el Laboratorio de Dioxinas, IDAEA-CSIC, al muestreo realizado el año 2017, el cual contempló un tiempo de exposición trimestral.

Tabla 6: Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.

OCPs	Unidad	CHL (2017-I)	CHL (2017-II)	CHL (2017-III)	CHL (2017-IV)
Pentachlorobenzene	ng / PUF	<1,00	9,4	4	8,6
a-HCH	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Hexachlorobenzene	ng / PUF	2,3	5,2	5,6	4
g-HCH (lindane)	ng / PUF	0,69	0,79	0,37	0,45
b-HCH	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
d-HCH	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Heptachlor	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Aldrin + unknown peak	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Oxychlordane	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
cis-Heptachlor Epoxide	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
trans-Heptachlor Epoxide	ng / PUF	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
o,p'-DDE	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
p,p'-DDE	ng / PUF	0,27	0,29	0,25	0,17
trans-Chlordane	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
cis-Chlordane	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
a-Endosulfan	ng / PUF	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
trans-Nonachlor	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Dieldrin	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Endrin	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40

OCPs	Unidad	CHL (2017-I)	CHL (2017-II)	CHL (2017-III)	CHL (2017-IV)
o,p'-DDD	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
o,p'-DDT	ng / PUF	0,14	0,1	<0,08	<0,08
p,p'-DDD	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
p,p'-DDT	ng / PUF	1,7	0,18	0,11	0,14
cis-Nonachlor + Chlordecone	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
b-Endosulfan	ng / PUF	<1,00	<1,00	<1,00	n.q.
Endosulfan sulfate	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	n.q.
Mirex	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
Sum HCHs (α , β , γ , δ)	ng / PUF	0,69	0,79	0,37	0,45
Sum Heptachlors	ng / PUF	0	0	0	0
Sum Chlordanes	ng / PUF	0	0	0	0
Sum Drins	ng / PUF	0	0	0	0
Sum DDTs	ng / PUF	2,1	0,57	0,36	0,3

La Figura 11 siguiente muestra aquellos datos sobre los límites de cuantificación que se observaron en las muestras del año 2017.

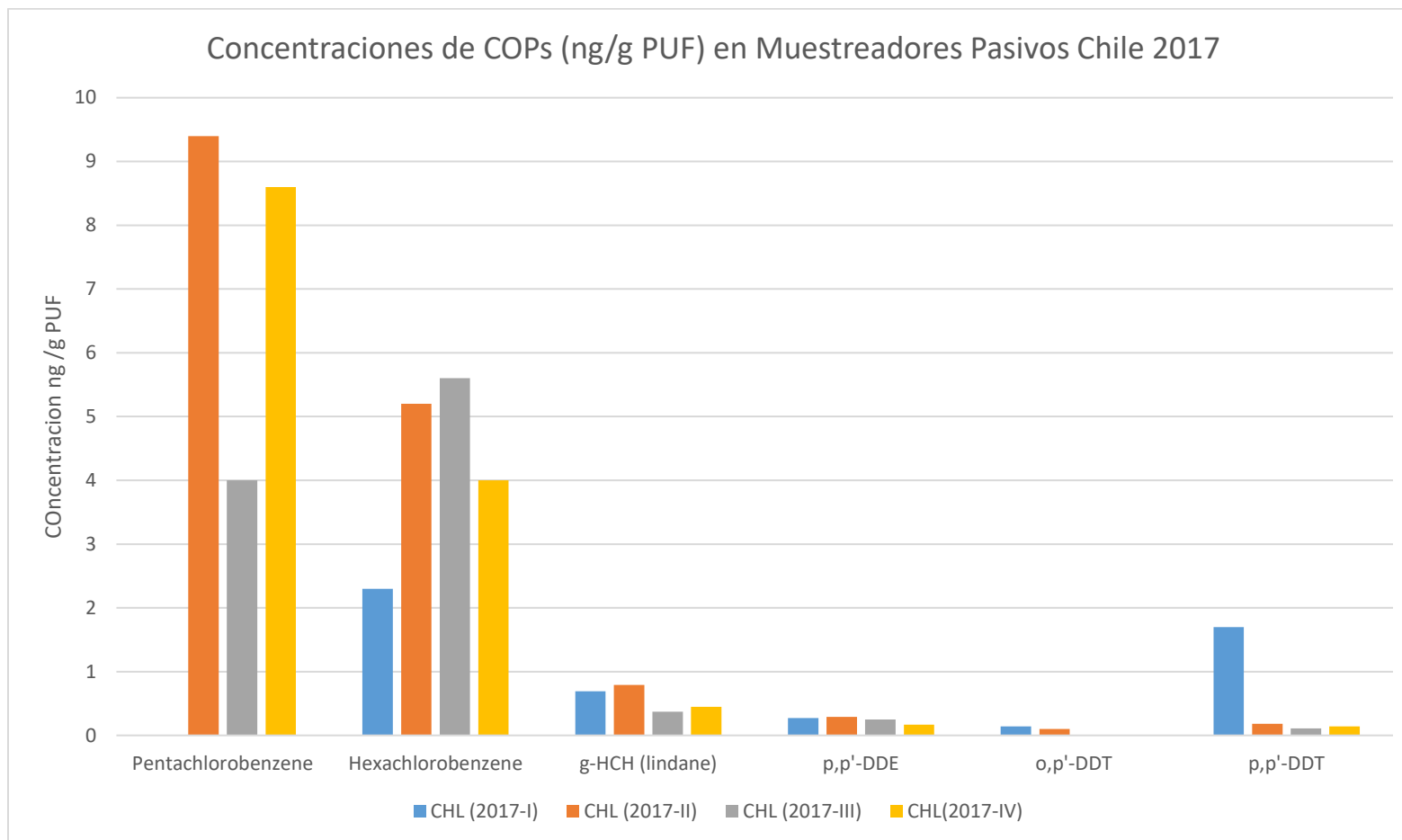


Figura 11: Pesticidas en muestras pasivas de aire durante el año 2017.

Se observa que las mayores concentraciones observadas corresponden a los compuestos más volátiles, pentaclorobenceno y hexaclorobenceno. En relación a los pesticidas, se observaron el isómero gama del HCH y trazas de DDT, sin evidenciarse claramente alguna tendencia estacional.

La Tabla 7 muestra los resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) reportados por el Laboratorio de Dioxinas, IDAEA-CSIC, del muestreo realizado el año 2018, cuyo tiempo de exposición fue trimestral.

Tabla 7: Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.

OCPs	Unidad	CHL (2018-I)	CHL (2018-II)	CHL (2018-III)	CHL (2018-IV)
Pentachlorobenzene	ng / PUF	5,1	2,2	1,1	1,1
a-HCH	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Hexachlorobenzene	ng / PUF	2,4	4,9	4,5	4,1
g-HCH (lindane)	ng / PUF	0,9	0,29	0,31	0,33
b-HCH	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
d-HCH	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Heptachlor	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Aldrin + unknown peak	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Oxychlorodane	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
cis-Heptachlor Epoxide	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
trans-Heptachlor Epoxide	ng / PUF	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
o,p'-DDE	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
p,p'-DDE	ng / PUF	0,17	0,25	0,21	0,21
trans-Chlordane	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
cis-Chlordane	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
a-Endosulfan	ng / PUF	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
trans-Nonachlor	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Dieldrin	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Endrin	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
o,p'-DDD	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
o,p'-DDT	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
p,p'-DDD	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
p,p'-DDT	ng / PUF	0,17	0,12	0,1	0,15
cis-Nonachlor + Chlordecone	ng / PUF	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
b-Endosulfan	ng / PUF	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Endosulfan sulfate	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Mirex	ng / PUF	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
Sum HCHs (α, β, γ, δ)	ng / PUF	0,9	0,29	0,31	0,33

OCPs	Unidad	CHL (2018-I)	CHL (2018-II)	CHL (2018-III)	CHL (2018-IV)
Sum Heptachlors	ng / PUF	0	0	0	0
Sum Chlordanes	ng / PUF	0	0	0	0
Sum Drins		0	0	0	0
Sum DDTs		0,34	0,37	0,32	0,36

La Figura 12 siguiente muestra los niveles observados de COPs durante el año 2018.

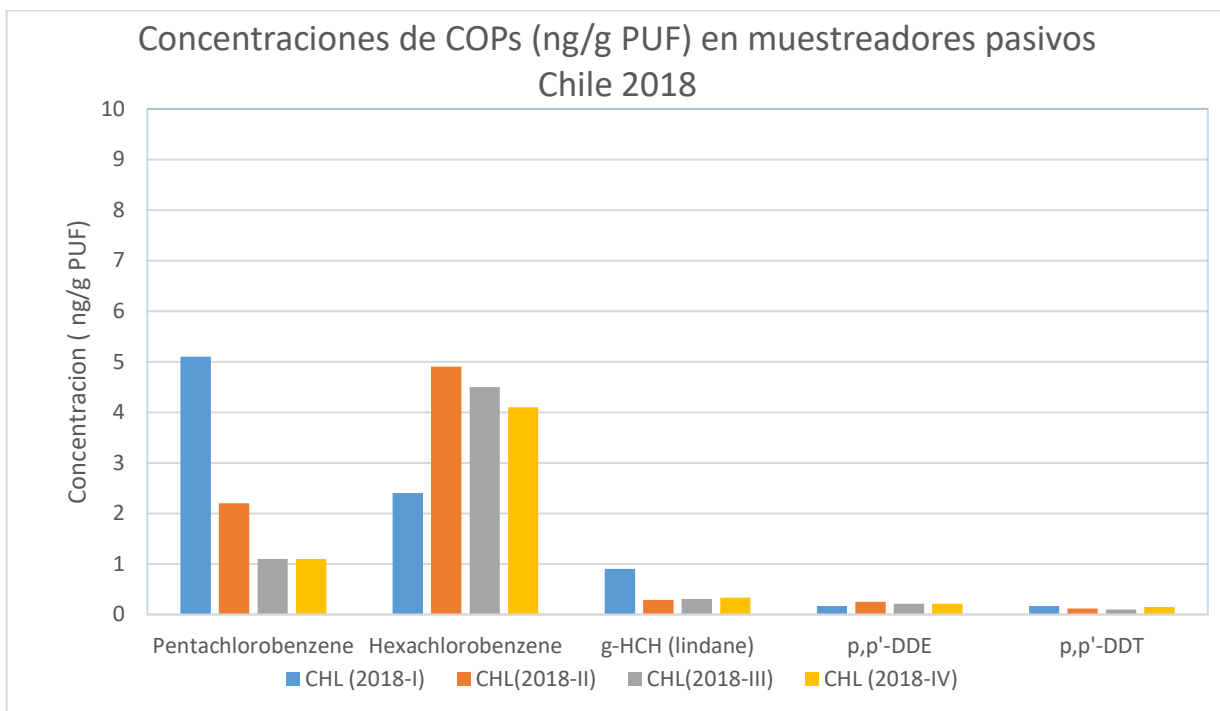


Figura 12. Concentraciones de pesticidas organoclorados en los muestreos desarrollados en 2018.

Durante el año 2018, también se observó la ocurrencia de aquellos compuestos más volátiles, pentaclorobenceno y hexaclorobenceno, además de trazas de metabolitos del DDT y lindano.

La comparación entre ambos años arroja algunas diferencias, no en los compuestos cuya ocurrencia pudo observarse, pero si en las concentraciones algo menores durante el año 2018, cuando se les compara con el año previo. Como en el caso anterior, no se observa una clara tendencia estacional en las concentraciones observadas, aunque durante 2018 no se observó la ocurrencia de o,p'-DDT.

Datos previos publicados por Pozo et al. (2012) en una zona rural cercana al punto de muestreo indicó concentraciones de γ -HCH del orden de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la zona rural de

Penco. Utilizando tasas de muestreo descritas para ese compuesto, las concentraciones de este estudio demuestran concentraciones mucho más bajas, promediando en todo el periodo de muestreo del orden de 1,7 pg/m³.

Esta disminución puede deberse a dos principales factores, la efectiva prohibición del compuesto por las autoridades, y en segundo lugar, por la mayor velocidad del viento observada durante los últimos años en un fenómeno atribuible al cambio climático. La velocidad del viento, en promedio en el área es entre 11,1 km/h y 14,2 km/h, cifra que se ha intensificado en los últimos años. De hecho, el viento más frecuente del sur oeste tuvo una velocidad promedio -durante 2017- de 16,4 km/h, lo que hace sugerir la llegada de masas de aire más limpias desde el sur, que impactan las concentraciones de COPs en la matriz aire.

En el área de Concepción el clima es mediterráneo, con un promedio de precipitaciones superior a 1.000 mm total anual. Las precipitaciones ocurren principalmente durante la estación fría. La temperatura media anual es de 12,9°C y la dirección predominante del viento es suroeste. Normalmente el viento predominante se presenta en temporada de verano, asociado al predominio del anticiclón del Pacífico, y el viento del norte asociado a temporada de invierno o la llegada de frentes de baja presión (Tomado de: ESTADISTICA CLIMATOLOGIA, TOMO II. Elaborado por Ing. (E) Carlos Castillo Fontannaz, PUBLICADO Y EDITADO POR DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE SANTIAGO, MARZO 2001).

4.5. PCBs.

La Tabla 8 muestra los resultados de los análisis de PCBs indicadores en los muestreadores durante el año 2017, que fueron reportados por el Laboratorio de Dioxinas, IDAEA-CSIC.

Tabla 8: Resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.

Indicador PCB	Unidad	CHL (2017-I)	CHL (2017-II)	CHL (2017-III)	CHL (2017-IV)
PCB 28	ng / PUF	0,48	<0,20	<0,20	<0,20
PCB 52	ng / PUF	0,53	0,49	<0,20	0,29
PCB 101	ng / PUF	0,52	0,27	<0,25	<0,25
PCB 153	ng / PUF	0,43	<0,25	<0,25	<0,25
PCB 138	ng / PUF	0,34	<0,25	<0,25	<0,25
PCB 180	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Sum Indicador PCB (LB)	ng / PUF	2,3	0,76	0	0,29

La Tabla 9 muestra los resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) reportados por el Laboratorio de Dioxinas, IDAEA-CSIC, respecto al muestreo realizado el año 2018, con un tiempo de exposición trimestral.

Tabla 9: Resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.

Indicador PCB	Unidad	CHL (2018-I)	CHL (2018-II)	CHL (2018-III)	CHL (2018-IV)
PCB 28	ng / PUF	0,26	<0,20	<0,20	0,32
PCB 52	ng / PUF	0,34	<0,20	<0,20	0,42
PCB 101	ng / PUF	0,31	<0,25	<0,25	<0,25
PCB 153	ng / PUF	0,32	<0,25	<0,25	<0,25
PCB 138	ng / PUF	0,26	<0,25	<0,25	<0,25
PCB 180	ng / PUF	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Sum Indicador PCB (LB)	ng / PUF	1,5	0	0	0,74

La Figura 13 muestra la comparación entre los niveles de PCBs medidos en ambos años.

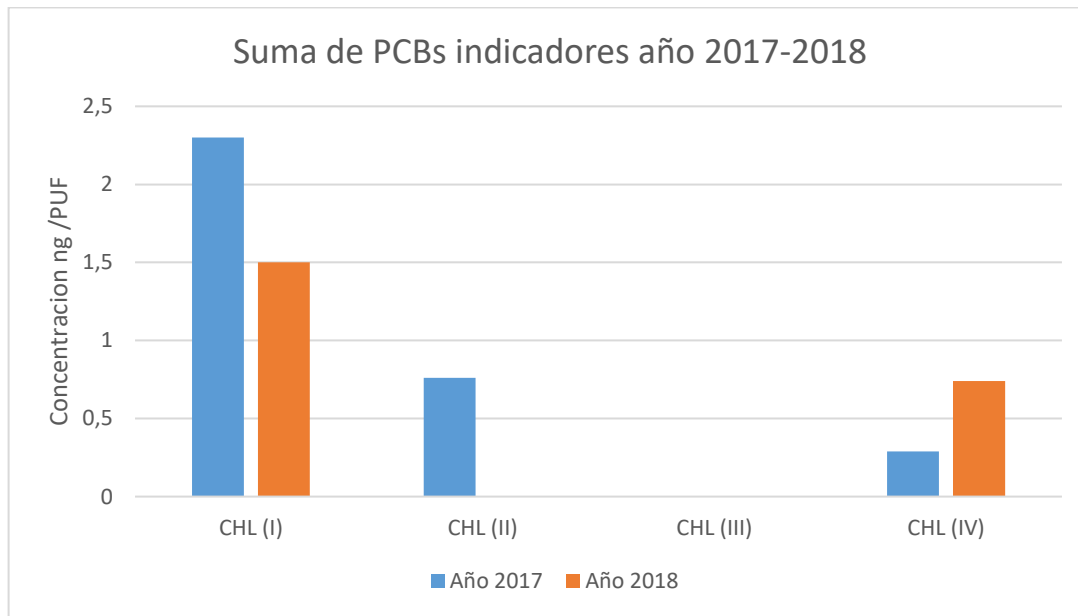


Figura 13: PCB indicadores en muestras de aire durante los años 2017-2018.

Llama la atención la no detección de PCBs en ambos años en el periodo comprendido entre julio y septiembre de ambos años. En general, los niveles observados son muy bajos.

4.6. Dioxinas y PCBs coplanares.

La Tabla 10 muestra los resultados del análisis de PCDD/PCDFs en muestras de aire ambiente (PUFs) anuales correspondientes a los años 2017 y 2018, reportados por el Laboratorio de Dioxinas, IDAEA-CSIC.

Tabla 10: Resultados de PCDD/PCDFs en muestras de aire ambiente anuales correspondientes a los años 2017 y 2018.

PCDD/PCDF	Unidad	Identificación de las muestras	
		CHL (2017-I+II+III+IV)	CHL (2018-I+II+III+IV)
2378-Cl ₄ DD	pg / 4 PUF	<1.2745	1,8
12378-Cl ₅ DD	pg / 4 PUF	<2.6322	1,9
123478-Cl ₆ DD	pg / 4 PUF	<2.0973	1,2
123678-Cl ₆ DD	pg / 4 PUF	<2.1074	2,2
123789-Cl ₆ DD	pg / 4 PUF	<2.1705	1,2
1234678-Cl ₇ DD	pg / 4 PUF	20,5	16,1
Cl ₈ DD	pg / 4 PUF	129,4	88,6
2378-Cl ₄ DF	pg / 4 PUF	12,6	16,9
12378-Cl ₅ DF	pg / 4 PUF	2,6	5,3
23478-Cl ₅ DF	pg / 4 PUF	2,7	4,5
123478-Cl ₆ DF	pg / 4 PUF	<1.9429	<1.4181
123678-Cl ₆ DF	pg / 4 PUF	<1.8444	1,8
123789-Cl ₆ DF	pg / 4 PUF	<2.3197	<3.5791
234678-Cl ₆ DF	pg / 4 PUF	<1.9869	2,5
1234678-Cl ₇ DF	pg / 4 PUF	3,4	7,1
1234789-Cl ₇ DF	pg / 4 PUF	<1.4041	3,4
Cl ₈ DF	pg / 4 PUF	<3.6327	9,6
WHO2005-TEQPCDD/PCDF	pg / 4 PUF	2,4	8,1
dl-PCB			
PCB 77	pg / 4 PUF	107,7	65,3
PCB 81	pg / 4 PUF	9	7
PCB 126	pg / 4 PUF	12,5	11
PCB 169	pg / 4 PUF	<3.8559	1,5
PCB 105	pg / 4 PUF	341,6	161,9
PCB 114	pg / 4 PUF	22,5	11,9
PCB 118	pg / 4 PUF	818,7	405,1
PCB 123	pg / 4 PUF	9,6	6,9

PCDD/PCDF	Unidad	Identificación de las muestras	
		CHL (2017- I+II+III+IV)	CHL (2018- I+II+III+IV)
PCB 156	pg / 4 PUF	108,1	43,5
PCB 157	pg / 4 PUF	19,3	7,9
PCB 167	pg / 4 PUF	52	21,9
PCB 189	pg / 4 PUF	11	6,4
WHO2005-TEQPCB	pg / 4 PUF	1,3	1,2
WHO2005-TEQtotal	pg / 4 PUF	3,7	9,2

La Figura 14 muestra los resultados de las concentraciones de dioxinas medidas durante todo el periodo de muestreo. Son detectables dioxinas de elevado peso molecular en ambos años, probablemente atribuibles a la quema de biomasa e incendios forestales como ha sido descrito por salamanca et al (2016).

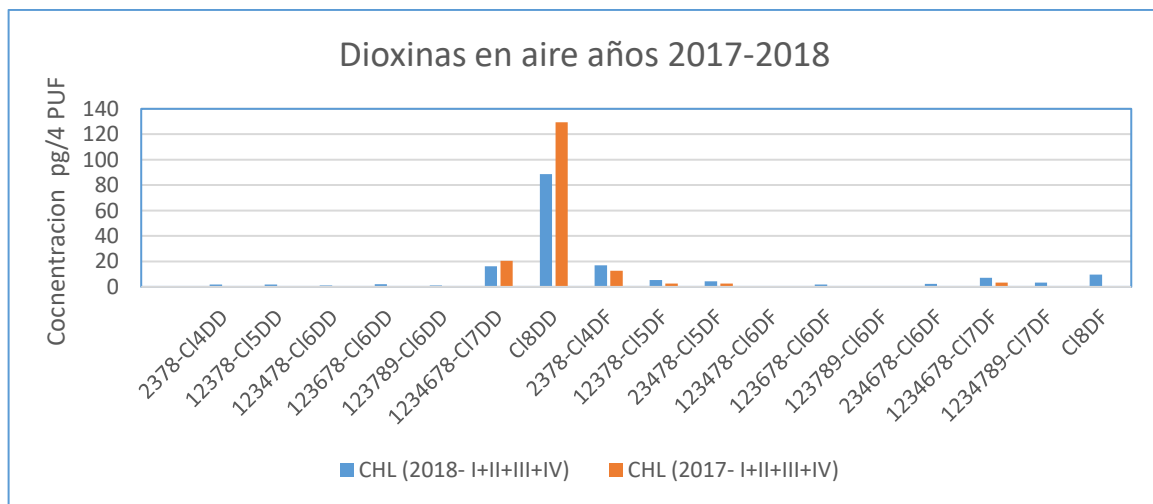


Figura 14: Dioxinas en aire.

Llama la atención la ocurrencia también de PCBs tipo dioxinas observados durante ambos años. Recordemos que en este caso se trata de un muestreo integrado, es decir los PUFs trimestrales fueron agrupados en una sola muestra, debido a las bajas concentraciones presentes en la muestra (Figura 15).

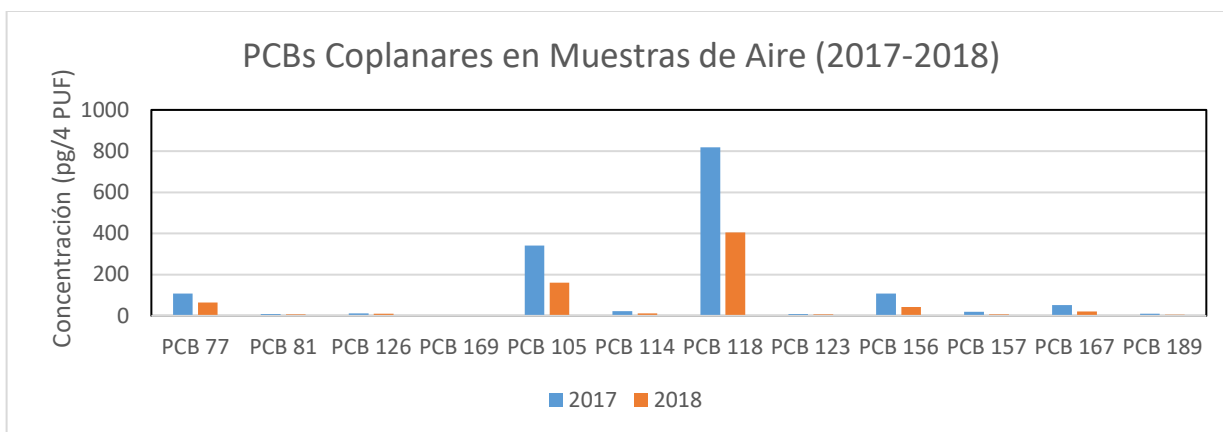


Figura 15: Concentraciones de PCBs coplanares durante los dos años de monitoreo.

4.7. PBDEs

La Tabla 11 muestra los resultados del análisis de PBDEs y polibromobifenil (PBB#153) en muestras de aire ambiente (PUFs) correspondientes al año 2017 con tiempo de exposición trimestral, reportados por el Laboratorio de Dioxinas, IDAEA-CSIC.

Los PBDEs son contaminantes frecuentes en el aire urbano pues sus usos se asocian a artículos y productos retardantes de llama. En este monitoreo no se observó la ocurrencia de estos contaminantes en las muestras de aire durante los muestreos trimestrales. Esto llama la atención, pues su ocurrencia es normalmente ubicua en el medio ambiente y ya han sido reportados en varias oportunidades en nuestro país utilizando la misma metodología empleada en este estudio (Pozo et al, 2016). Las concentraciones observadas son muy bajas comparadas con los estudios previos.

Tabla 11: Resultados de PBDEs y polibromobifenil (PBB#153) en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.

PBDEs	Unidad	Sample ID			
		CHL (2017-I)	CHL (2017-II)	CHL (2017-III)	CHL (2017-IV)
BDE-17	ng / PUF	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
BDE-28	ng / PUF	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
BDE-47	ng / PUF	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
BDE-66	ng / PUF	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
BDE-100	ng / PUF	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
BDE-99	ng / PUF	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14
BDE-85	ng / PUF	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
BDE-154	ng / PUF	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16

PBDEs	Sample ID				
	Unidad	CHL (2017-I)	CHL (2017-II)	CHL (2017-III)	CHL (2017-IV)
BDE-153	ng / PUF	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
BDE-183	ng / PUF	<1,00	<1,00	<1,00	1,3
Sum 10 PBDEs (LB)	ng / PUF	0	0	0	1,3
Sum 8 PBDEs (LB)	ng / PUF	0	0	0	1,3
PBB 153 (ng / PUF)	ng / PUF	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03

La Tabla 12 muestra los resultados del análisis de PBDEs y polibromobifenil (PBB#153) en muestras de aire ambiente (PUFs) correspondientes al año 2018 con tiempo de exposición trimestral, y cuyo análisis fue reportados por el Laboratorio de Dioxinas, IDAEA-CSIC.

Tabla 12. Resultados de PBDEs y polibromobifenil (PBB#153) en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.

PBDEs	Sample ID				
	Unidad	CHL (2018-I)	CHL (2018-II)	CHL (2018-III)	CHL (2018-IV)
BDE-17	ng / PUF	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
BDE-28	ng / PUF	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
BDE-47	ng / PUF	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
BDE-66	ng / PUF	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
BDE-100	ng / PUF	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
BDE-99	ng / PUF	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14
BDE-85	ng / PUF	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
BDE-154	ng / PUF	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
BDE-153	ng / PUF	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
BDE-183	ng / PUF	2,68	<1,00	<1,00	<1,00
Sum 10 PBDEs (LB)	ng / PUF	2,7	0	0	0
Sum 8 PBDEs (LB)	ng / PUF	2,7	0	0	0
PBB 153 (ng / PUF)	ng / PUF	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03

4.8. Compuestos Perfluorados

Los compuestos perfluorados han sido utilizados ampliamente en diversas aplicaciones como por ejemplo en artículos repelentes al agua, en aplicaciones como adhesivos y como retardantes de llama en espumas anti incendios. No existen muchos datos publicados a la fecha sobre la ocurrencia de compuestos per y polifluorados en Chile. Estos datos son los primeros disponibles sobre los niveles en la atmósfera.

Las propiedades hidrofóbicas, lipofóbicas y de resistencia al calor de las sustancias perfluoradas han facilitado su utilización desde los años 50 en numerosas aplicaciones industriales y comerciales, empleándose como repelentes de aguas, grasas y aceites en tableros y productos de papel; pinturas, adhesivos y productos de limpieza e higiene personal. También se han utilizado como protectores superficiales antimanchas de alfombras y materiales textiles; antiadherentes en utensilios de cocina; materiales empleados en la fabricación de semiconductores, fluidos hidráulicos para aviación, espumas contra incendios, insecticidas, herbicidas y materiales de uso médico y odontológico.

La Tabla 13 muestra los resultados del análisis de PFAS en muestras de aire ambiente (PUFs) correspondientes a los años 2017- 2018 con tiempo de exposición trimestral. Este análisis fue reportado por el Laboratorio de Örebro University, School of Science and Technology, MTM Research Center.

Tabla 13: Resultados de PFAS en muestras de aire ambiente (PUFs) correspondientes a los años 2017- 2018.

Sample ID	Unit	L-PFOS	br-PFOS	PFOS	PFOA	PFHxS	FOSA	NMeFOSA	NEtFOSA	NMeFOSE	NEtFOSE
CHL (2017-I)	pg/1 PUF	46	9	55	251	12	<25	<200	<200	<200	<200
CHL (2017-I+II+III+IV)	pg/4 PUF	137	53	190	329	12	148	<200	<200	<200	<200
CHL (2017-II)	pg/1 PUF	31	19	50	76	12	<25	NR	NR	NR	<200
CHL (2017-III)	pg/1 PUF	43	18	61	68	12	<25	<200	<200	<200	<200
CHL (2017-IV)	pg/1 PUF	49	26	75	0	12	<25	<200	<200	<200	<200
CHL (2018-I)	pg/1 PUF	31	9	40	0	27	NR	NR	NR	NR	NR
CHL (2018-I+II+III+IV)	pg/4 PUF	197	84	281	272	12	NR	NR	<200	NR	<200
CHL (2018-II)	pg/1 PUF	NR	NR	NR	80	12	NR	NR	NR	NR	NR
CHL (2018-III)	pg/1 PUF	45	12	57	62	12	<25	NR	NR	<200	<200
CHL (2018-IV)	pg/1 PUF	13	6	19	59	12	<25	<200	<200	<200	<200

Nota: - Linear PFOS (L-PFOS), branched PFOS (br-PFOS) y la suma de dos (Σ)PFOS).

- Los LOQs son los siguientes: L-PFOS: 12 pg/PUF; br-PFOS: 5 pg/PUF; ΣPFOS: 12 pg/PUF; PFOA: 13 pg/PUF; PFHxS: 12 pg/PUF; FOSA: 25 pg/PUF; NMeFOSA, NEtFOSA, NMeFOSE, NEtFOSE, cada uno: 200 pg/PUF.

- Los valores bajo el LOQ se indican como <LOQ y NR indican muestras donde los PFAS no pudieron cuantificarse debido a recuperaciones demasiado bajas de los estándares internos marcados (NR= No informado).

La Figura 16, muestra el resumen de las concentraciones de varios compuestos perfluorados medidos en las muestras de PUF.

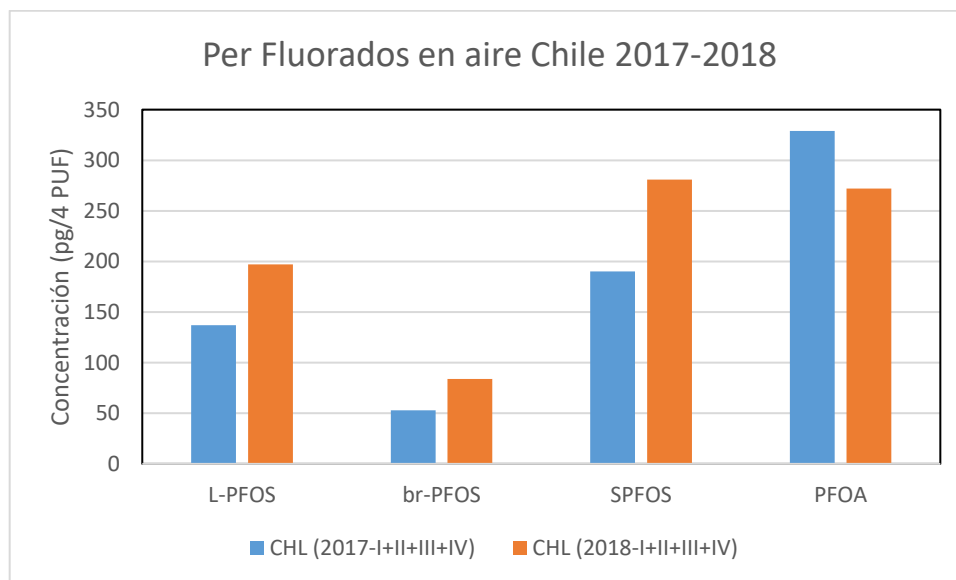


Figura 16: Niveles de contaminantes perfluorados en la muestras de aire durante el periodo 2017-2018.

4.9. Análisis de las muestras de PUF en los laboratorios de EULA: Pesticidas Organoclorados y PCBs

En este estudio también se desarrollaron capacidades para el análisis de los PUF en el Laboratorio del Centro EULA. Los análisis fueron realizados siguiendo las recomendaciones entregadas por los capacitadores del CSIC, utilizando extracción por Soxhlet y análisis por cromatografía de gases con detector de captura de electrones. Los resultados se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 14: Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.

OCPs	Unidad	CHL (2017-I)	CHL (2017-II)	CHL (2017-III)	CHL (2017-IV)
a-HCH	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Hexachlorobenzene	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
g-HCH (lindane)	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
b-HCH	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
d-HCH	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Heptachlor	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Heptachlor Epoxide	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
p,p'-DDE	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
a-Endosulfan	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Dieldrin	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
o,p'-DDT	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
p,p'-DDD	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
p,p'-DDT	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Sum HCHs (α, β, γ, δ)	ng / PUF	0	0	0	0
Sum DDTs	ng / PUF	0	0	0	0

La Tabla 15 siguiente muestra los resultados para COP del Laboratorio del Centro EULA en las muestras del Año 2018.

Tabla 15: Resultados del análisis de COP en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.

OCPs	Unidad	CHL (2018-I)	CHL (2018-II)	CHL (2018-III)	CHL (2018-IV)
a-HCH	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Hexachlorobenzene	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
g-HCH (lindane)	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
b-HCH	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
d-HCH	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Heptachlor	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Heptachlor Epoxide	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
p,p'-DDE	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
a-Endosulfan	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Dieldrin	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
o,p'-DDT	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
p,p'-DDD	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
p,p'-DDT	ng / PUF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Sum HCHs (α, β, γ, δ)	ng / PUF	0	0	0	0
Sum DDTs	ng / PUF	0	0	0	0

La Tabla 16 siguiente muestra los resultados para PCBs del Laboratorio del Centro EULA en las muestras del año 2017.

Tabla 16: Resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2017.

Indicador PCB	Unidad	CHL (2017-I)	CHL (2017-II)	CHL (2017-III)	CHL (2017-IV)
PCB 28	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 52	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 101	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 153	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 138	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 180	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Suma de PCB's Indicadores	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

La Tabla 17 siguiente muestra los resultados para PCBs del Laboratorio del Centro EULA en las muestras del año 2018.

Tabla 17: Resultados del análisis de PCBs en muestras de aire ambiente (PUFs) año 2018.

Indicador PCB	Unidad	CHL (2018-I)	CHL (2018-II)	CHL (2018-III)	CHL (2018-IV)
PCB 28	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 52	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 101	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 153	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 138	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
PCB 180	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Suma de PCB's Indicadores	ng / PUF	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

Como se observa en las tablas anteriores, no fue posible detectar en ninguno de los PUF concentraciones medibles en forma confiable de los pesticidas organoclorados y PCBs considerados en el presente estudio.

B. Water sampling

No se realizaron muestreos de agua en este estudio.

C. Human milk survey

El Instituto de Salud Pública manifestó su interés en realizar el monitoreo de leche materna, servicio público dependiente del Ministerio de Salud, cuya misión es contribuir al mejoramiento de la salud en Chile, garantizando la calidad de bienes y servicios a través del fortalecimiento de la referencia, la fiscalización y la normalización. Es el laboratorio nacional de referencia en microbiología, inmunología, bromatología, farmacología, laboratorio clínico, contaminación ambiental y salud ocupacional. Así mismo, está preparado para analizar todos los residuos orgánicos e inorgánicos en matrices ambientales como plaguicidas clorados, organofosforados, piretroides, bifenilos policlorados, hidrocarburos volátiles y otros.

Desafortunadamente, fue imposible concretar la firma del respectivo convenio para la ejecución de esta actividad. Al respecto, el Instituto de Salud Pública de Chile expresa principalmente 2 dificultades que no permitieron abordar el presente proyecto.

La primera dificultad radica en los cambios que informó el MMA respecto de la forma en la que se haría llegar el financiamiento disponible en GEF/PNUMA (USD \$ 26.000) para las actividades comprometidas en el sector salud (ISP-Chile). Según documento de referencia Ordinario No 183568 de 06 de agosto de 2018, el Subsecretario del Medio Ambiente informó a la Directora (S) del ISP que, mediante los Oficios No 174351/2017 del Ministerio del Medio Ambiente y No 2221/2017 de la Dirección de Presupuestos, relativos a la administración de la donación del GEF se requería de una agencia externa al Ministerio del Medio Ambiente para la administración de los recursos, para lo cual fue designado el Centro Coordinador del Convenio de Basilea y Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe – Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) como agencia administradora.

En consecuencia, el ISP requería gestionar un convenio con el LATU a fin de llevar a cabo las actividades comprometidas, a nombre de Chile, en el proyecto internacional, a diferencia de las etapas anteriores donde los convenios de transferencia de recursos fueron entre el MMA y el ISP. Esta modificación a la administración del proyecto, significó un cambio de paradigma ya que debe ser gestionado como convenio internacional lo que, no fue posible conseguir producto de las complicaciones para alcanzar una versión adecuada a la nueva realidad, sin mezclar los roles que asume el Ministerio del Medio Ambiente como punto focal de Chile para todo el proyecto y las actividades que conciernen al ISP. Por otra parte, no se tenía certeza sobre si Contraloría General de la República de Chile permitiría el ingreso de este financiamiento sin afectaciones al presupuesto habitual del ISP, de modo similar a lo que estableció para el MMA.

La segunda dificultad con este proyecto, radica en el contenido mismo de las actividades solicitadas y en el espíritu del apoyo del GEF/PNUMA para el monitoreo global de COPs,

según aparece consignado en los respectivos informes parciales disponibles en su página web. En particular esto significó:

1. Desarrollar la Guía de Chile para la organización, muestreo y análisis del monitoreo de COPs en leche materna, lo que permitiría la comparación con muestreos posteriores, y sentaría las bases para los estudios de vigilancia a nivel nacional. Cabe mencionar documento que acompaña al Ordinario, denominado “Estudio coordinado por el PNUMA sobre contaminantes orgánicos persistentes en leche humana. Guía para la organización, el muestreo y el análisis”, de fecha enero 2017, dicho documento es apenas la base para generar la versión aplicable a Chile de dicha guía.
2. Implementar la Guía en Chile, diseñando el muestreo de leche materna en base a los criterios del protocolo internacional e integrando argumentos epidemiológicos de Chile, así como la información respecto de los lugares donde hay mayor o menor información disponible sobre las emisiones de COPs; es decir, en función de los inventarios disponibles.
3. Obtener una muestra compuesta de leche materna a partir de 50 porciones individuales, para determinar COPs, con la característica distintiva de que sea representativa de Chile, en función de criterios de exclusión definidos para el monitoreo global.
4. Enviar la muestra compuesta al laboratorio de referencia en Alemania.
5. Realizar análisis de contramuestras en laboratorios del ISP.

Las dos primeras actividades no son competencias exclusivas del ISP y requieren la colaboración activa tanto del Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud (MINSAL), el cual deberá aportar y validar los criterios de selección, e incorporar estos contaminantes en las Encuestas Nacionales de Salud como del Departamento de Salud Ambiental de MINSAL para integrar estos contaminantes a los programas de vigilancia que realizan anualmente, así como la necesaria articulación con las respectivas Secretarías Regionales que resulten seleccionadas para la toma de muestras y sus correspondientes centros asistenciales, para el contacto con las madres dadoras de leche y su seguimiento si corresponde.

Sin la participación comprometida y sostenible de estas instancias dentro del Ministerio de Salud, los esfuerzos analíticos del ISP no tendrán frutos en una vigilancia a largo plazo. Nuestro rol y experiencia está en analizar las muestras de leche materna, para lo cual hemos implementado el procedimiento analítico y participado en ejercicios de intercomparación.

El Instituto de Salud Pública ha participado en dos monitoreos anteriores, dentro de los siete que ha organizado el proyecto en su conjunto, enviando muestras de leche materna en los años 2009 y en 2012. Lo que se realizó durante los años anteriores difiere de lo que se debe realizar en esta segunda fase del proyecto.

Sin embargo, por sí solo, no dispone de las competencias ni atribuciones para desarrollar el protocolo nacional, que permita obtener una muestra compuesta de leche materna, que sea representativa de la realidad epidemiológica de Chile y que asegure un monitoreo a largo plazo.

D. Muestras espejo

5. COORDINACIÓN Y METODOLOGÍA

Para seleccionar las muestras espejo nos basamos en las recomendaciones de la guía “Protocolo para el muestreo y el tratamiento previo de las muestras nacionales en los proyectos de PNUMA/FMMA de apoyo al Plan de Vigilancia Mundial de los COP 2016-2019”.

La selección de la matriz fue en base a los analitos que se podían determinar cómo se describe a continuación:

1. POCs (pesticidas organoclorados) y PCB indicador:

1.1 Matrices abióticas: Sedimento

1.2 Biota: Pescado y huevos (pollo)

2. COPs tipo dioxina:

2.1 Matrices abióticas: Sedimento

2.2 Biota: Pescado y huevos (pollo)

3. Retardantes de llama bromados:

3.1 Matrices abióticas: Sedimento

3.2 Biota: Pescado y huevos (pollo)

4. PFOS

4.1 Matrices abióticas: Sedimento

4.2 Biota: Pescado, huevos (pollo).

Basados en esta guía se decidió muestrear las siguientes matrices para este estudio:

- Pescado
- Huevos
- Sedimento
- Mantequilla (en la guía se sugiere que cada país envíe un paquete)

5.1. Muestreo

Las muestras de pescado, huevo de gallina y mantequilla fueron adquiridas en un supermercado local.

La muestra de Pescado corresponde a Salmón Procedencia Chilena envasado por Mares de Chiloé, Puerto Montt, Chile.

La muestra de huevo corresponde a gallinas con alimentación vegetal, sin jaulas, dieta sin antibióticos marca Campo libre.

La muestra de sedimento corresponde a un sedimento marino de la Bahía de Melimoyu 44°04'34.51" S, 73°06'15.33" O. Área remota de la Patagonia Chilena.

La muestra de mantequilla marca Calo envasada en Planta Osorno.

Tal como se describe en la Tabla 18, todas las muestras fueron liofilizadas para su envío, excepto la muestra de mantequilla que según el protocolo debía ser enviada refrigerada en su envase original.

Tabla 18: Muestras y cantidades enviadas a los laboratorios de referencia.

Matriz	Muestra liofilizada (g)
Pescado 1	173,65
Pescado 2	155,33
Huevo 1 (6 Huevos)	104,91
Huevo 2 (6 Huevos)	96,84
Sedimento	223,28
Mantequilla	263,04 (*)

Nota (*): Muestra no liofilizada en envase original de aluminio.

Según solicitud de uno de los laboratorios de referencia, por numerosos problemas en la aduana, las muestras debieron ser enviadas al laboratorio (MTM) en Suecia, este laboratorio fue el responsable de dividir las muestras y envió al otro laboratorio. Las muestras fueron enviadas el 11 de octubre de 2019, siendo recepcionadas conforme el día 16 de octubre.

5.2. Análisis y resultados

Para éste estudio el Laboratorio del Centro EULA solo analizó la muestra de sedimento. En las tablas a continuación, se muestra los resultados de pesticidas organoclorados y PCBs reportados en peso seco por el Laboratorio del Centro EULA.

Tabla 19: Resultados de pesticidas organoclorados en sedimento.

Pesticidas en Sedimentos	Unidad	Sedimento 01
Alfa Endosulfan	ng/g	<3,0
Alfa-BHC	ng/g	<3,0
Beta-BHC	ng/g	<3,0
Delta-BHC	ng/g	<3,0
Dieldrín	ng/g	<3,0
Gama-BHC	ng/g	<3,0
Heptacloro	ng/g	<3,0
Heptacloro Epóxido	ng/g	<3,0
Hexaclorobenceno	ng/g	<3,0
o,p-DDT	ng/g	<3,0
pp-DDE	ng/g	<3,0
DDD	ng/g	<3,0
pp-DDT	ng/g	<3,0

Tabla 20: Resultados de PCB en sedimento.

PCB en Sedimentos	Unidad	Sedimento 01
PCB - 28	ng/g	<5,0
PCB - 52	ng/g	<5,0
PCB - 101	ng/g	<5,0
PCB - 118	ng/g	<5,0
PCB - 153	ng/g	<5,0
PCB - 138	ng/g	<5,0
PCB - 180	ng/g	<5,0
ΣPCB	ng/g	<5,0

En las tablas a continuación, se puede observar el resultado de los PFOS, PFOA and PFHxS en las muestras nacionales espejo, que fueron reportados por el Laboratorio de Örebro University, School of Science and Technology, MTM Research Center.

Tabla 21: Muestras y cantidades enviadas a los laboratorios de referencia.

Matriz	Muestra Peso Húmedo (g)	Muestra liofilizada (g)	Agua (g)	% Humedad
Pescado 1	389,80	173,65	216,15	55,5
Pescado 2	410,11	155,33	254,78	62,1
Huevo 1 (6 Huevos)	271,08	104,91	166,17	61,3
Huevo 2 (6 Huevos)	271,80	96,84	174,96	64,4
Sedimentos	307,57	223,28	84,29	27,4
Mantequilla con envase original aluminio	263,04			

Tabla 22: Resultados de análisis de PFOS, PFOA and PFHxS en Muestras nacionales.

Matrix	Label	Sample_ID	Unit	L-PFOS	br-PFOS	SPFOS	PFOA	PFHxS
Butter	chl-but	CHL_DBu_1	pg/g	58.74	16.19	74.92	9.92	<5.6
Egg	Egg1	CHL_E_1	pg/g	24.58	6.96	31.54	3.78	<5.6
Egg	Egg2	CHL_E_2	pg/g	21.66	4.10	25.76	3.53	<5.6
Fish	Fish 1	CHL_F_1	pg/g	3.77	1.74	5.51	2.97	<5.6
Fish	Fish 2	CHL_F_2	pg/g	0.83	<1.2	0.83	<6.2	<5.6
Sediment		CHL_SE_1	pg/g	<6.2	<1.2	<6.2	<6.2	<5.6

En casi todas las muestras se observó la ocurrencia de compuestos perfluorados tanto lineales como ramificados, estos corresponden a los primeros datos en este tipo de muestras de la ocurrencia de compuestos perfluorados persistentes.

E. International inter-calibration study

Visión general

Uno de los objetivos del proyecto GMP2 del PNUMA/FMMA es comparar la capacidad analítica de los laboratorios participantes con la de los laboratorios de referencia, es por esta razón, que la participación en los ensayos de interlaboratorio es muy relevante. Además, es una gran oportunidad que tenemos los laboratorios participantes de poner a prueba nuestros métodos analíticos y de esta manera validarlos.

Capacidad nacional

En este estudio no ha sido posible comparar los resultados obtenidos en el Centro Eula con los de los laboratorios de referencia.

Existen dos razones:

- 1.-Las concentraciones encontradas y reportadas por los laboratorios de referencia son muy bajas.
- 2.- Nuestros LD están por sobre los valores reportados por los laboratorios de referencia.

**Certificate Participation at
"Bi-ennial Global Interlaboratory Assessment on Persistent
Organic Pollutants – Fourth Round 2018/2019"**

**Laboratory L043
Laboratorio de Ensayos EULA, Concepción, Chile**

has achieved a total of 23 z-scores;
of these 17 z-scores were satisfactory, corresponding to 74 %.

The laboratory's performance – as number of z-score interpretation - is shown below:

POP	# S	# Q	# U	# Reported
All POPs	17	4	2	23
Organochlorine pesticides	10	3	2	15
Indicator PCB	7	1	0	8
Dioxin-like POPs	0	0	0	0
Polybrominated diphenyl ethers and hexabromobiphenyl	0	0	0	0
Hexabromocyclododecane	0	0	0	0
Toxaphene	0	0	0	0
Perfluorinated alkyl substances	0	0	0	0

z-score interpretation: |z| < 2 S Satisfactory performance
 2 < |z| < 3 Q Questionable performance
 |z| > 3 U Unsatisfactory performance

Örebro and Amsterdam

26 April 2019



Heidelore Fiedler
Örebro University



Jacob de Boer
VU University Amsterdam

Figura 17: Certificado de Interlaboratorio.

6. Capacity building activities

6.1. Trainings

Visión general

Siendo la capacitación un conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que tienden a mejorar el desempeño de una actividad, el entrenamiento es por tanto una herramienta imprescindible, contribuyendo a la mejora continua de las capacidades.

Objetivos de formación

Los objetivos de la formación son formar o fortalecer las capacidades analíticas de los laboratorios nacionales.

Productos

El entrenamiento fue cancelado en dos oportunidades. Las razones se detallan a continuación.

La primera fecha propuesta fue la semana del 11 al 15 de noviembre de 2019, la cual tuvo que ser postergada debido a la inestabilidad en la que se encontraba Chile en esa fecha, y evitar exponer la seguridad de los participantes a la presente capacitación.

La segunda fecha fue programada para la semana del 11 al 15 de mayo 2020. Esta fecha tuvo que ser cancelada debido a la situación mundial de pandemia generada por el coronavirus (COVID-19).

A pesar de ambas dificultades, y reconociendo la motivación de todas las partes para concretar la capacitación, se logró concretar el entrenamiento desde el 30 de noviembre al 15 de diciembre 2020. El entrenamiento no fue posible realizarlo de forma presencial en las dependencias del Instituto de Salud Pública, en Santiago de Chile, debido al coronavirus, razón por la cual fue desarrollado en modalidad virtual.

Entre el 15 al 19 de mayo 2023 se realizó el Entrenamiento de análisis de COP en plásticos en la ciudad de Barcelona, España.

A este entrenamiento asistieron dos representantes de Chile, uno del Instituto de Salud Pública y otro del Centro EULA.



CSIC – LABORATORIO DE DIOXINAS

Programa 30 de noviembre al 15 de diciembre 2020

Lunes 30/11/2020	
Horario	Actividad
11:00-12:30	Presentación y expectativas del curso
12:30-13:30	Pausa
13:30-15:00	Presentación General
	Envío material didáctico curso (videos, presentaciones y documentación)

Martes 01/12/2020	
Horario	Actividad
	Trabajo no presencial. Videos, documentos y presentaciones.

Miércoles 02/12/2020	
Horario	Actividad
	Trabajo no presencial. Videos, documentos y presentaciones.

Jueves 03/12/2020	
Horario	Actividad
	Trabajo no presencial. Videos, documentos y presentaciones.

Viernes 04/12/2020	
Horario	Actividad
11:00-12:30	Presentación general metodologías analíticas
12:30-13:30	Pausa
13:30-15:00	Presentación, Dudas y preguntas sobre material entregado

Figura 18: Programa Curso de Capacitación hoja 1.



Lunes 07/12/2020	
Horario	Actividad
	Trabajo no presencial. Videos, documentos y presentaciones.

Martes 08/12/2020	
Horario	Actividad
	Trabajo no presencial. Videos, documentos y presentaciones.

Miércoles 09/12/2020	
Horario	Actividad
11:00-12:30	Presentación general métodos de detección
12:30-13:30	Pausa
13:30-15:00	Dudas y preguntas sobre material entregado.

Jueves 10/12/2020	
Horario	Actividad
11:00-12:30	Presentación general interlaboratorios
12:30-13:30	Pausa
13:30-15:00	Dudas y preguntas sobre material entregado

Viernes 11/12/2020	
Horario	Actividad
11:00-12:30	Presentación general Espectrometría de masas
12:30-13:30	Pausa
13:30-14:30	Cuantificación
14:30-15:00	Dudas y preguntas sobre material entregado.

Figura 19: Programa Curso de Capacitación hoja 2.



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Lunes 14/12/2020	
Horario	Actividad
	Trabajo no presencial. Vídeos, documentos y presentaciones.

Martes 15/12/2020	
Horario	Actividad
11:00-12:30	Esquemas analíticos propuestos
12:30-13:30	Pausa
13:30-14:30	Dudas y preguntas sobre material entregado.
14:30-15:00	Despedida del curso

*Laboratorio de Dioxinas, CSIC.
página 3 de 3*

Figura 20: Programa Curso de Capacitación hoja 3.

Lunes 15/05/2023	
Horario	Actividad
09:00-10:00	Recepción de los participantes
10:00-10:30	Pausa
10:30-13:00	Visita al laboratorio
13:00-15:00	Almuerzo
15:00-17:00	Introducción teórica, presentación del curso Demostraciones en el laboratorio

Martes 16/05/2023	
Horario	Actividad
09:00-10:00	Introducción al análisis de COPs
10:00-10:30	Pausa
10:30-13:00	Metodologías para el análisis de COPs Demostraciones en el laboratorio
13:00-15:00	Almuerzo
15:00-17:00	Continuación de las Metodologías para el análisis de COPs Demostraciones en el laboratorio

Miércoles 17/05/2023	
Horario	Actividad
09:00-13:00	Análisis de COPs por espectrometría de masas de alta resolución
10:00-10:30	Pausa
10:30-13:00	Continuación análisis de COPs por espectrometría de masas de alta resolución
13:00-15:00	Almuerzo
15:00-17:00	Introducción a los contaminantes de preocupación emergente y técnicas de análisis

Jueves 18/05/2023	
Horario	Actividad
09:00-10:00	Continuación introducción a los contaminantes de preocupación emergente y técnicas de análisis
10:00-10:30	Pausa
10:30-12:30	Continuación técnicas de análisis: ejemplo de micro y nanoplasticos
12:30-13:00	QUIZ I
13:00-15:00	Almuerzo
15:00-16:00	Demostración de extracción de CECs adsorbidos en microplásticos
16:00-17:00	Demostración de análisis de diferentes familias de CECs
21:00	Cena del curso

Viernes 19/05/2023	
Horario	Actividad
09:00-10:00	Los compuestos perfluorados y su análisis
10:00-10:30	Pausa
10:30-11:30	Ejemplos de estudios en alimentos, muestras ambientales y matrices humanas
11:30-12:30	Revisión de resultados de CECs en plásticos
12:30-13:00	QUIZ II
13:00-15:00	Almuerzo
15:00-17:00	Take home message, summary and final exercise competition.

Figura 21: Programa Entrenamiento de análisis de COP's en plásticos.

7. Involvement in other monitoring activities and networks

Red de Muestreo Pasivo Atmosférico Global (GAPS), la primera iniciativa para medir los COP a nivel mundial. Aqua GAPS, un programa de monitoreo pasivo de aguas que utiliza métodos pasivos de muestreo aplicados a muestras de agua superficial (marina y de agua dulce).

Latin American Passive Atmospheric Sampling Network (LAPAN), una red de voluntarios de científicos de América Latina que utilizan un método de muestreo pasivo de aire pero basados en el uso de la resina XAD-2.

8. Sustainability plan

Un plan de sostenibilidad sin apoyo externo se ve aún difícil, pues a nuestro juicio se va a requerir un apoyo financiero externo hasta que los gobiernos nacionales puedan comprometer recursos para el monitoreo en sus presupuestos nacionales. Sin embargo, teniendo el personal calificado ya entrenado y con el apoyo de las instituciones académicas involucradas, los costos se pueden reducir parcialmente, considerando las capacidades locales de análisis. Los laboratorios nacionales tienen que seguir trabajando en reducir las brechas encontradas y alcanzar niveles de desempeño equivalentes a sus pares de países más avanzados. Parte del plan de sostenibilidad es también que laboratorios de países más avanzados dentro de la región, puedan compartir más frecuentemente buenas prácticas y que los laboratorios puedan ir avanzando en un proceso de mejora continua dentro de la región. Allí el rol de los Centros regionales es fundamental.

9. Results and achievement

Los resultados obtenidos, pueden clasificarse en términos de desarrollo de capacidades locales en muestreo y análisis básicos de COPs, pero aún existen brechas en los análisis de compuestos más complejos como los organobromados y organofluorados, por lo que futuros entrenamientos debieran también desarrollar capacidades específicas en abordar dichos contaminantes. Con las capacidades e instrumentación disponibles es posible avanzar, en el análisis de dichos contaminantes, pero se requiere de una mayor colaboración intraregional. Una buena noticia es que existe una tendencia al menos en Chile a la reducción de las concentraciones de los COPs clásicos en el tiempo, lo que indicaría que las medidas adoptadas estarían siendo efectivas en el país. Pero a la vez resulta preocupante la aparición y reporte por primera vez de compuestos organofluorados en las muestras analizadas, que será necesario seguir observando para evaluar sus tendencias a lo largo del tiempo.

10. Conclusion and recommendations

Cuando se analizan en perspectiva los resultados del presente estudio, son evidentes las bajas concentraciones observadas para los pesticidas organoclorados y PCBs (los COPs más clásicos), lo que representa una reducción de las concentraciones de estos contaminantes en la matriz atmosférica en el tiempo. Por otra parte, las concentraciones de organobromados son muy bajas y se encuentran prácticamente en los límites de detección experimentales. Sin duda que esta situación merece seguir siendo observada a lo largo del tiempo para verificar que no se trate de un error experimental.

Un tercer hecho de interés lo representa la ocurrencia de compuestos perfluorados, ya que corresponde al primer acercamiento en el marco de este monitoreo global, que se observan estos contaminantes en la matriz atmosférica en Chile. Claramente su ubicuidad y ocurrencia en prácticamente todos los muestreos, que incluyen los análisis de las muestras espejo, ameritan seguir profundizando en su observación, monitoreo y análisis.

Será relevante que en el futuro se desarrollen también capacidades analíticas para observar la ocurrencia de estos nuevos COPs en el medio ambiente en el país. En este contexto, se recomienda que su análisis y observación en el tiempo puedan continuar, pues presentan algunas características diferentes a los contaminantes más clásicos analizados desde hace años, como los organoclorados y PCBs.