



**Apoyo técnico por el incendio de la
estación eléctrica de almacenamiento de
equipos con bifenilos policlorados (PCB)
San Lorenzo (Paraguay)
Noviembre de 2015**



JOINT
UNEP/OCHA
ENVIRONMENT UNIT
Working in partnership
to address environmental
emergencies



TEKOKA
RESÁI
SÁMBYHYHA
SECRETARÍA DEL
AMBIENTE



STOCKHOLM CONVENTION



Organización
Panamericana
de la Salud



Organización
Mundial de la Salud
ORCINA REGIONAL PARA LAS
Américas

Mecanismo de Protección Civil de la Unión

Publicado en Suiza (2015) por la Unidad Conjunta para el Medio Ambiente PNUMA/OCHA (JEU), la Sección de Preparación para Casos de Emergencia y el Medio Ambiente (EPES), División de Servicios de Emergencia (OCHA).

Copyright © 2015 Unidad Conjunta para el Medio Ambiente PNUMA/OCHA (JEU)

Esta publicación puede ser reproducida íntegra o parcialmente y en cualquier forma con fines educativos y sin ánimo de lucro sin permiso especial del titular de los derechos de autor, siempre que se haga referencia a la fuente. La información ha sido recopilada por los expertos en misión de acuerdo con los conocimientos más actuales en el momento de su redacción.

Unidad Conjunta para el Medio Ambiente PNUMA/OCHA (JEU)

División de Servicios de Emergencia, Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA)

Palacio de las Naciones

CH-1211 Ginebra 10

Suiza

ochaunep@un.org

Editor de informes: Unidad Conjunta para el Medio Ambiente PNUMA/OCHA (JEU)

Foto de portada: Incendio en la subestación ANDE de San Lorenzo, 14 de octubre de 2015

Índice

Resumen Ejecutivo	7
Executive Summary.....	8
1 Antecedentes y alcance de la misión	9
1.1 Descripción del emplazamiento	9
1.2 Datos técnicos de la ANDE.....	9
1.3 Complejo Laurelty.....	10
1.4 Incidente.....	10
1.5 Descripción del suelo.....	11
1.6 Situación hidrológica	11
1.7 Clima	12
1.8 Caracterización de la población expuesta	12
1.9 Definición de grupos poblacionales expuestos	13
1.10 Evaluación del impacto del incidente sobre el equipamiento eléctrico almacenado en el área	13
1.11 Organización del Sistema de Salud de Paraguay	18
2 Misión OCHA / PNUMA / JEU / OPS / OMS.....	19
2.1 Información de contexto	20
2.2 Obligaciones legales	22
2.3 Actividades desarrolladas por la misión	23
2.3.1 Reuniones	23
3 Caracterización del área afectada.....	24
3.1 Constataciones	24
4 Caracterización de las vías de exposición	27
4.1 Medidas de respuesta inmediatas.....	27
4.2 Muestreo y análisis.....	29
4.3 Evaluación inicial del impacto ambiental del incendio y acciones de respuesta.....	30
4.4 Alcance de la posible contaminación	31
4.5 Las vías de exposición a contaminantes ambientales	31
4.6 Métodos de muestreo	33
4.6.1 Protocolos recomendados y metodología	33
4.7 Constataciones fundamentales	35
5 Identificación de contaminantes y efectos tóxicos sobre la salud: dioxinas, furanos y PCB similares a las dioxinas	36
5.1 Aspectos generales de la contaminación por incendios.....	36
5.2 Vías de exposición para la población en general	36
5.3 Ejemplos de exposición después de los incidentes químicos.....	37
5.4 Toxicidad.....	38
5.5 Niveles medidos en seres humanos	39

5.6	PFAS.....	40
5.7	Resultados y observaciones.....	40
6	Salud pública ambiental.....	42
6.1	Constataciones.....	42
6.1.1	Caracterización de casos sospechosos.....	44
6.1.2	Prevención y promoción de acciones de salud pública en la población.....	46
7	Resultados finales.....	47
7.1	Conclusiones.....	47
7.2	Recomendaciones.....	48
8	Referencias.....	51
9	Enlaces de interés.....	52
10	Anexos.....	53
	Anexo 1. Solicitud de la asistencia.....	53
	Anexo 2. Términos de referencia de la misión.....	54
	Anexo 3. Perfiles de los equipos y cualificaciones.....	56
	Anexo 4. Cronograma de trabajo de la misión.....	59
	Anexo 5. Disposiciones legales, acuerdos internacionales, y obligaciones legales en Paraguay.....	60
	Anexo 6. Listas de asistencia a reuniones.....	65
	Anexo 7. Direccion de Vigilancia de la Salud.....	68
	Anexo 8. Caracterización del destino y el comportamiento de los contaminantes.....	71
	Anexo 9. Vías de Exposición.....	76
	Anexo 10. Recomendaciones.....	81
	Anexo 11. Láminas y mapas.....	94

DESCRIPCION DE LAS ENTIDADES PARTICIPANTES

*La **Unidad Conjunta para el Medio Ambiente PNUMA/OCHA (JEU)** ayuda a los Estados miembros en la preparación y respuesta a emergencias ambientales mediante la coordinación de los esfuerzos internacionales y los socios, con el fin de ayudar a los países afectados que soliciten ayuda para la movilización. Al vincular la experiencia ambiental del **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)** y la red de respuesta humanitaria coordinada por la **Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA)**, la JEU garantiza un enfoque integrado en la respuesta a emergencias ambientales. El Centro de Emergencias Ambientales (EEC) (www.eecentre.org) es una herramienta en línea diseñada para fortalecer la capacidad de respuesta nacional a las emergencias ambientales desarrolladas por la JEU.*

*El **Mecanismo de Protección Civil de la Unión Europea (European Union's Civil Protection Mechanism, UCPM)** facilita la cooperación en la prevención, preparación y respuesta a desastres entre los 33 Estados participantes (los 28 países de la UE, junto a la Antigua República Yugoslava de Macedonia, Islandia, Noruega, Serbia y Montenegro). Con el apoyo de la Comisión Europea, los Estados participantes reúnen recursos y expertos que pueden ponerse a disposición de los países afectados por catástrofes en todo el mundo, así como para posibles operaciones de prevención y preparación ante estas. Una vez activado, el Mecanismo coordina la prestación de asistencia de sus Estados participantes. La Comisión Europea tiene la responsabilidad de gestionar el Mecanismo a través del Centro Europeo de Coordinación de la Respuesta a Emergencias (Emergency Response Coordination Centre, ERCC) de la Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil (Directorate-General for Humanitarian Aid and Civil Protection, DG ECHO). Operativo las 24 horas, de lunes a domingo, el ERCC monitorea los riesgos y emergencias de todo el mundo y sirve como centro de información y coordinación en situaciones de emergencia. Entre otras tareas, el ERCC también ayuda a que los Estados participantes estén actualizados sobre la situación en el lugar afectado y puedan tomar decisiones informadas para la prestación de asistencia tanto financiera como en especie. Para obtener más información, consulte el sitio web de DG ECHO o el portal del ERCC. Asimismo, el Mecanismo de Protección Civil de la Unión Europea coopera estrechamente con las Naciones Unidas, con quien participa habitualmente en misiones conjuntas.*

*La **Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS)** es un organismo dedicado a controlar y coordinar políticas que promuevan la salud y el bienestar en los países del continente americano, a través de la cooperación técnica con los Estados miembros y estimulando la cooperación entre ellos, promoviendo la Atención Primaria en Salud, la equidad, la conservación de un medio ambiente saludable y el desarrollo humano sostenible. La **Organización Panamericana de la Salud (OPS)**, fundada en 1902, es la agencia de salud pública internacional más antigua del mundo. Brinda cooperación técnica y moviliza asociaciones para mejorar la salud y la calidad de vida en los países de las Américas, además de liderar esfuerzos colaborativos estratégicos entre los Estados miembros y otros aliados, para promover la equidad en salud, combatir la enfermedad, y mejorar la calidad y prolongar la duración de la vida de los pueblos de las Américas. La OPS es el organismo especializado en salud del Sistema Interamericano y actúa como Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Junto con la OMS, la OPS es miembro del sistema de las Naciones Unidas.*

Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas

ACGIH	Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (por sus siglas en inglés)
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
BRS	Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo
CBVP	Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Paraguay
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
ECHO	Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europa (por sus siglas en inglés)
EEC	Centro de Emergencias Ambientales (por sus siglas en inglés; www.eecentre.org)
EPP	Equipo de protección personal
ERCC	Centro de Coordinación de la Respuesta a Emergencias (por sus siglas en inglés)
ETAG	Especificaciones Técnicas Ambientales Generales
CG/EM	Cromatografía de Gases / Espectrometría de Masas
Ha	Hectárea(s)
OMI	Organización Marítima Internacional
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
JEU	Unidad Conjunta para el Medio Ambiente PNUMA/OCHA
kW	Kilovatios
MSPBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social
OCHA	Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios
ONG	Organización no gubernamental
OPS/OMS	Organización panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud
HPA	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
PCB	Bifenilos policlorados (por sus siglas en inglés)
PFAS	Sustancias perfluoroalquiladas (por sus siglas en inglés)
PFCA	Ácidos carboxílicos perfluorados (por sus siglas en inglés)
PFC	Perfluorocarburos
PFOS	Sulfonato de perfluorooctano (por sus siglas en inglés)
SEAM	Secretaría del Ambiente
SIN	Sistema Interconectado Nacional
TLV	Valor umbral límite (por sus siglas en inglés)
TWA	Promedio ponderado en el tiempo (por sus siglas en inglés)
UCPM	Mecanismo de Protección Civil de la Unión Europea (por sus siglas en inglés)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Resumen ejecutivo

Este informe presenta los resultados de una misión de expertos de Naciones Unidas como respuesta a un incendio que tuvo lugar el 14 de octubre de 2015. El fuego comenzó en un depósito del transformador de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), ubicado en el municipio de Laurety-San Lorenzo (Paraguay). La instalación proporciona electricidad al país y se encuentra en una área metropolitana densamente poblada a 11 km de la capital, Asunción. El sitio cubre aproximadamente 27 Ha y el fuego afectó aproximadamente a dos. En el incendio se vieron afectados equipos que incluyen transformadores almacenados, condensadores y otros materiales que pueden contener bifenilos policlorados (PCB), aumentando el riesgo de liberación de dioxinas y furanos.

El 23 de octubre de 2015, el Ministro / Secretario Ejecutivo del Ministerio de Medio Ambiente de Paraguay solicitó oficialmente a la Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo (BRS), del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), asistencia técnica y orientación para evaluar el impacto del evento y para tratar adecuadamente los residuos resultantes. La Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo y la Unidad Conjunta para el Medio Ambiente PNUMA/OCHA han estado colaborando en el área de asistencia de emergencia por más de 10 años, para apoyar a los países en desarrollo o países con economías en transición que son parte del Convenio de Basilea, en particular en casos de incidentes ocurridos durante un movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y otros desechos regulados por el Convenio. Se organizó un equipo de expertos y la misión se llevó a cabo del 9 al 22 de noviembre de 2015. El objetivo de la misión fue evaluar el alcance del riesgo ambiental para los sitios afectados por el incendio (incluyendo los riesgos asociados de escorrentía, fugas, derrames y residuos) y hacer recomendaciones para la gestión de los residuos resultantes del incidente. Los objetivos también incluyeron la evaluación de la extensión de los riesgos para la salud humana en los lugares afectados por el fuego y orientación para la reducción de riesgos en el futuro. Las evaluaciones y valoraciones por parte del equipo incluyeron entrevistas y fotografías aéreas, y se utilizaron otras técnicas para evaluar la situación y formular recomendaciones.

Hubo varias limitaciones en la determinación de los niveles de exposición al medio ambiente (suelo, agua y aire), incluyendo las columnas de humo y el fuego que quedaron y que limitaban el acceso al sitio. Además, la misión no tuvo acceso a cierta información como la toma de muestras, informes de consultores previos, análisis de laboratorio u otra documentación relevante para la opinión que habría apoyado un análisis de la situación más concluyente. Paraguay no tiene la capacidad de procesar o incinerar desechos que contienen PCB, aunque tiene un laboratorio en la ANDE que es capaz de analizar muestras de aceite. También hay un laboratorio privado que funciona para establecer protocolos para el análisis de suelo y agua, y un laboratorio adicional en el que se pueden analizar muestras de sangre humana y del suelo. Por otra parte, en Paraguay no hay un programa de vigilancia establecido para determinar los niveles de referencia de la exposición a los PCB como parte de la vigilancia de la salud y el medio ambiente. Aunque se tomaron algunas muestras de sangre de los bomberos que actuaron durante el incendio, las muestras no estuvieron disponibles para su análisis o comparación con los límites laborales. Por lo tanto, las medidas adoptadas en el seguimiento tendrán una importancia crucial.

Por consiguiente, se sugiere que las acciones inmediatas incluyan el desarrollo de un inventario completo del equipo dañado y la gestión adecuada de forma inmediata de los transformadores dañados y los residuos restantes, sobre todo si su posterior análisis determina la presencia de PCB. Las consideraciones sanitarias inmediatas deben incluir el riesgo de exposición a los PCB, a dioxinas y furanos, que se debe hacer a través de la aplicación de programas de prevención dentro de Paraguay. La información sanitaria debe ser actualizada para incluir un mejor análisis de la población expuesta, así como la exposición laboral, lo que podría venir seguido, a más largo plazo, de la vigilancia pasiva de la población para asegurarse de que los habitantes no se ven afectados por enfermedades comúnmente asociadas con estos contaminantes.

Executive Summary

This report presents the results of an expert mission of the United Nations in response to a fire that took place on 14 October 2015. The fire began in a transformer depot at the National Electrical Administration (ANDE) in the Laurely –San Lorenzo municipality of Paraguay. The facility provides electricity to the country and is located in a densely populated metropolitan area 11 km from the capital Asuncion. The site covered approximately 27 hectares (has), and the fire affected approximately 2 has. Equipment including stored transformers, capacitors, and other materials that may contain polychlorinated biphenyls (PCBs), which can generate a large amount of dioxins and furans, were affected by the blaze.

On 23 October 2015 the Minister / Executive Secretary of the Paraguay Ministry of Environment officially requested the United Nations Environment Programme (UNEP) Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm (BRS) Conventions Secretariat for technical assistance and guidance to assess the impact of the event and to appropriately deal with the resulting waste. The Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions and the Joint UNEP/OCHA Environment Unit have been collaborating in the area of emergency assistance for more than 10 years, to support developing countries or countries with economies in transition that are party to the Basel Convention, in particular in cases of incidents occurring during a transboundary movement of hazardous wastes and other wastes covered by the Convention. A team was assembled, and the mission took place 9 - 22 November 2015. The objective of the mission was to evaluate the extent of the environmental risk to the fire-affected sites, including the associated runoff, leaks, spills and waste, and provide recommendations for the management of the waste resulting from the incident. The objectives also included assessing the extent of human health risks at the fire-affected sites and provide guidance for reducing future risks. The evaluations and assessments by the team included interviews, aerial photography, and other assessment techniques used to evaluate the situation and develop recommendations.

There were several limitations in determining the levels of exposure to the environment (soil, water, air), including the remaining smoke plumes and fire that limited access to the site. Additionally, the Mission did not have access to information such as sampling, previous consultant reports, laboratory analyses, or other relevant documentation for review that would have supported a more conclusive situational analysis. Paraguay does not have the ability to process or incinerate waste containing PCBs, though it has a laboratory in ANDE that is capable of analyzing oil samples. There is also a private laboratory that works to establish protocols for the analysis of soil and water, and an additional laboratory that can analyze sample of human blood and soil. Furthermore, in Paraguay there is no established monitoring program to determine baseline levels of exposure to PCBs as part of the monitoring for health and the environment. While some blood samples were taken from firefighters who acted during the fire, the samples were not available for analysis or comparison to occupational limits. Therefore, the actions taken in follow up will be of crucial importance.

It is therefore suggested that immediate actions include the need for a comprehensive inventory of damaged equipment, and the immediate removal of the damaged transformers and remaining waste, particularly if subsequent analysis determines the presence of PCBs. Immediate health considerations should include risk of exposure to PCBs, dioxins and furans, which should be done through the implementation of prevention programs within Paraguay. Health information must be better updated to include improved analysis of exposed population, as well as occupation exposure. This could also be followed up with longer term, passive monitoring of the population to ensure that the population is not affected by diseases commonly associated with these pollutants.

1 Antecedentes y alcance de la misión

A fin de poner el incidente en contexto, fundamentalmente con el objetivo de dimensionar un conjunto de recomendaciones que atiendan no solamente el evento efectivamente ocurrido sino la gestión integral de equipos y aceites contaminados con PCB, se presenta primeramente una breve reseña de lo ocurrido, de los principales datos técnicos de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) y posteriormente, la información específica relacionada con el sitio y con el incendio.

1.1 Descripción del emplazamiento

El 14 de octubre de 2015 un incendio de grandes proporciones ocurrió en el depósito de la ANDE en Laurely (en el municipio de San Lorenzo, Paraguay). Esta es la razón de que el fuego está actualmente siendo investigado. La instalación proporciona electricidad al país y se encuentra en una zona metropolitana densamente poblada a 11 kilómetros de la capital Asunción. En el depósito propiedad de la ANDE, se almacenaban 20 000 transformadores fuera de servicio en terreno descubierto y al aire libre, en una finca de 27 Ha. Se realizó un análisis para determinar la presencia y cantidad de bifenilos policlorados (PCB) en los transformadores, con el fin de determinar las opciones de descontaminación y eliminación para el equipo. Previamente al incidente del incendio, la ANDE había realizado aproximadamente 6500 análisis y como resultado se identificaron 450 transformadores que contenían PCB. Estos equipos se habían separado para su posterior análisis en un laboratorio externo a fin de verificar los resultados de análisis obtenidos por el laboratorio de la ANDE.

En las instalaciones hay también un depósito seguro donde se almacenan los transformadores y los restos de una explosión del 2007 de reactores que contienen PCB, de la hidroeléctrica de Acaray. También se almacenan en el área restos de cubiertas, bombillas quemadas de bajo consumo, fluorescentes, aceites y restos de aparatos eléctricos y electrónicos. El fuego afectó a los transformadores almacenados, condensadores y otros equipos que posiblemente contengan PCB, lo que habría generado la liberación de dioxinas y furanos.

1.2 Datos técnicos de la ANDE

La ANDE¹ es una empresa pública de Paraguay destinada a explotar el sistema de transmisión y distribución de energía eléctrica en todo el territorio nacional, así como parte de la generación del país. Cuenta con más de 3500 funcionarios públicos y sirve a más de 1 200 000 clientes, alcanzando una cobertura del 98,5 %.

El Sistema Interconectado Nacional (SIN) se alimenta principalmente de tres centrales hidroeléctricas: Itaipú, Acaray y Yacyretá. Mientras que Acaray es propiedad de la ANDE, Itaipú y Yacyretá son empresas binacionales que Paraguay comparte con Brasil y Argentina respectivamente.

En lo que se refiere la distribución, las redes de media tensión suman más de 32 500 km y las de baja tensión unos 29 500 km en todo el país. El total de transformadores que se encuentran en la red se estima en unas 64 000 unidades. Hasta la fecha no se han realizado inspecciones de PCB en los equipos que se encuentran operativos en la red, así como tampoco se realizan inspecciones de PCB en los talleres de mantenimiento. En este sentido, no se cuenta con un inventario de equipos y aceites que

¹ El sistema de transmisión, con más de 5000 km de líneas de 500, 220 y 66 kW, cuenta con unas 66 estaciones y subestaciones, y aproximadamente unos 11 000 transformadores y más de 1000 capacitores.(www.ande.gov.py).

contentan o estén contaminados con PCB. Tampoco se cuenta con un muestreo estadísticamente representativo que permita realizar una estimación.

Tabla 1. Sistema de transmisión de energía de la ANDE en 2014.

Concepto	Unidad	Existente 2014
Líneas de transmisión		
500kV	km	364
220kV	km	4.022
66kV	km	1.267
Transformadores		
500/220kV	MVA	4.538
220/66kV	MVA	2.255
220/23kV	MVA	1.905
66/23kV	MVA	2.133
Compensación Reactiva		
CER 220kV	Mvar	-230+400
CER 66kV	Mvar	-80+150
Rectores 220KV	Mvar	-80
Bancos de Capacitores 220kV	Mvar	320
Bancos de Capacitores 23kV	Mvar	783
Estaciones y Subestaciones (ANDE)		76
Estaciones y Subestaciones (Otros)		14

Fuente: ANDE (2015).

1.3 Complejo Laurelty

La ANDE cuenta con depósitos en los cuales se almacenan los equipos averiados y fuera de uso. Específicamente, cuenta con más de un depósito y también con almacenes de equipos averiados y fuera de uso en todo el territorio nacional, siendo estos de diversas dimensiones.

En particular, en el depósito en cuestión, denominado Complejo Laurelty, sito en la localidad de San Lorenzo y con una superficie que alcanza las 27 ha, además del almacén de equipos averiados y fuera de uso, se localiza una subestación de la SIN, se almacenan insumos y columnas de hormigón con destino a postación, se localiza un depósito que contiene equipos y aceites PCB con altas concentraciones, desarrolla sus actividades un taller de mantenimiento y se almacenan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

En la lámina 1 se presenta la localización general del Complejo, mientras que en la lámina 2 se visualizan los límites del Complejo, los distintos barrios que lo rodean y algunos puntos singulares tales como hospitales y un centro comercial. En la lámina 3 se muestra una foto aérea del área en la cual se visualizan las distintas actividades que se desarrollan dentro del Complejo. En la lámina 4 se muestra el área del Complejo efectivamente afectada por el incendio, del orden de 1 hectárea.

1.4 Incidente

Pasadas las 17 horas del día 14 de octubre de 2015, las medidas inmediatamente ejecutadas una vez ocurrido el incendio refieren a la aplicación de polvo químico (extintores), agua para contener el avance de las llamas y espuma para la extinción del fuego. Esta tarea ocupó cerca de cuatro horas, tras las cuales solo quedaron unos seis pequeños focos de humo sin llama, que continuaron de ese modo hasta el día siguiente. Posteriormente se procedió a la contención de los aceites y líquidos derramados mediante su absorción por medio de arena limpia.

En relación con la respuesta específicamente dada a los equipos y aceites, se indica que después de haberse ejecutado las medidas inmediatas para la extinción del incendio, no se ejecutaron acciones adicionales. Las cenizas generadas no fueron cubiertas, por lo que posibles efectos relacionados con la generación no intencional de dioxinas y furanos pudieron extenderse en el tiempo y en otras direcciones diferentes de las inicialmente implicadas al momento de la ocurrencia del evento, en función de los vientos dominantes.

1.5 Descripción del suelo

Puede asumirse que el suelo del área de la ANDE pertenece al orden de los alfisoles, de acuerdo con el sistema de suelos de Estados Unidos (Soil Taxonomy, USDA; ver mapa número 1b). Generalmente, el alfisol posee un subsuelo rico en arcilla y tiene un grado relativamente alto de fertilidad nativa. En un informe de la ANDE (2013), el suelo se describe como suelo granular con bajo porcentaje de arcilla y sedimentos. El análisis del suelo, realizado en el área, encontró un pH alto de 7,1 a 6,1.

Hay muy poca información disponible acerca de los perfiles del área de la ANDE. Los perfiles del suelo disponibles se tomaron durante las obras de construcción para la antena de transmisión. El perfil disponible muestra que el suelo es un compacto de arena caliza o arena arcillosa, con plasticidad media, homogénea, moderadamente húmeda. No se detectó una tabla de aguas subterráneas en los perfiles hasta los 8,45 metros de profundidad sobre la superficie en el momento que se hicieron las excavaciones. Asumiendo las mismas condiciones del suelo bajo el área afectada por el incendio, se puede considerar que el traslado de contaminantes a las capas más profundas del suelo en dirección a las aguas subterráneas es posible.

1.6 Situación hidrológica

El Complejo Laurely se encuentra ubicado entre las microcuencas del arroyo San Lorenzo, ubicado a unos 1500 m, y del arroyo Cañada Solís ubicado a aproximadamente 1000 m del predio. Ambos cursos de agua pertenecen a la cuenca del lago Ypacaraí. Asimismo, el predio se encuentra en la cuenca hidrogeológica del acuífero Patiño, que incluye territorios de Asunción y varios distritos del Departamento Central y Paraguari. Constituye la fuente subterránea estratégica de agua, con una superficie de 1176 km² de extensión. Las aguas del acuífero están ampliamente explotadas a través de gran cantidad de pozos tubulares de profundidades variadas (entre 120 metros y 1500 metros) y caudales de hasta 100 m³/h (ANDE 2013).

Los pozos instalados en la formación tienen rendimientos de entre 10 y 20 m³/h. Se puede obtener en algunos casos un flujo mayor, de 30 m³/h. Se pueden observar las condiciones del agua subterránea existentes en el acuífero regional, localmente semiconfinadas. El nivel de las aguas subterráneas refleja la topografía de la zona, observándose niveles más elevados en las zonas altas y menos pronunciadas que en las zonas bajas. La dirección del flujo de agua subterránea es divergente y corresponde a la dirección del flujo de las aguas superficiales.

El acuífero Patiño se recarga de las precipitaciones locales (recarga directa). El agua acumulada en depresiones de la zona desaparece inmediatamente hacia las aguas subterráneas, después de la lluvia, lo que indica una buena infiltración. El acuífero tiene las siguientes características: un acuífero accesible con productividad moderada, buena recarga, con un gran aumento de la población, de explotación intensiva, con baja salinidad y altamente vulnerable a la contaminación (SEAM 2012).

La lluvia crea escorrentía en la superficie. Generalmente, las aguas superficiales del área circundante fluyen al sureste, como muestran las curvas de nivel en el mapa 2. Hay un sistema de menor drenaje en la ciudad y no hay drenaje en el lugar del incendio.

El predio no es plano, pero tiene diferentes pendientes, según se aprecia en el mapa número 7. El agua fluirá principalmente al norte en el lugar del incendio afectado, lo que significa que en los bordes al este y al oeste del predio se construyeron diques de agua posterior al evento, para detener la escorrentía de la superficie o al menos reducir su velocidad. En el borde sur del predio los diques son muy importantes para evitar la contaminación de los alrededores.

1.7 Clima

El clima del área es subtropical y, según las informaciones suministradas por el Ministerio de Defensa Nacional, las temperaturas medias anuales van desde una mínima de 17 °C hasta una máxima de 28°C. Las temperaturas extremas registradas corresponden a una mínima de 0 °C y la máxima puede llegar a superar los 40 °C.

La precipitación media anual en la zona va desde 1760 mm para arriba. Esta es una de las zonas con mayor cantidad de lluvias caídas al año. Según la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeropuertos (DINAC), el mes de mayor cantidad de lluvias es noviembre, con un promedio de 241 mm mensuales de agua caída. Los meses más secos son julio y febrero, con un promedio de 55,5 mm mensual de agua caída en esos meses (ANDE 2013).

1.8 Caracterización de la población expuesta

El depósito de transformadores de la ANDE fue proyectado originalmente en un sector ubicado entre las ciudades de Asunción y San Lorenzo, con escasa ocupación habitacional. Sin embargo, con el paso de los años y con el desarrollo de ambas ciudades, la presión urbanística y el incremento de la necesidad de tierra, por aumento de la población en las ciudades y en las áreas de confluencia de trabajo, aumentó el número de viviendas de corte unifamiliar, encontrando escasas edificaciones elevadas en el perímetro establecido de vigilancia (1 km de radio alrededor del incidente). Algunas de las áreas están densamente pobladas.

La composición de la mayoría de viviendas encontradas es de construcción elaborada, con solidez estructural aparente, de uno o dos pisos, algunas con espacio utilizado para la tenencia de animales con potencial productivo (gallinas, conejos o vacas), respecto de los cuales no se pudo establecer con la información suministradas si se destinaban al autoconsumo (huevos, carne o leche), o también a la venta (distribución). En algunas viviendas se pudieron encontrar en la visita de campo pequeñas parcelas agrícolas principalmente compuestas por hortalizas y legumbres. Igual que en el caso anterior no se pudo establecer si eran solo cultivadas para el consumo familiar o para su venta o distribución.

El perímetro considerado de exposición al evento incluye los barrios de Sagrada Familia, Villa Amelia, San Juan, San Isidro, Laurety, Santo Rey y San Miguel. Alrededor del perímetro de seguridad inicial se encontraron también las siguientes instituciones, algunas de las cuales fueron parcialmente evacuadas durante el siniestro:

1. Universidad Nacional
2. Hospital materno infantil
3. ANDE
4. Hospital Calle 1
5. Centro Comercial Shopping Pinedo

1.9 Definición de grupos poblacionales expuestos

Dentro del incidente se debe caracterizar a la población con riesgo de exposición y a los trabajadores que se concentraron para la atención del siniestro. Según los datos suministrados por la Dirección de Vigilancia del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, en el periodo comprendido entre el 16 de octubre y el 1 de noviembre de 2015 se realizaron 8732 evaluaciones mediante encuestas entre la población expuesta alrededor del área del incendio, así como visitas a un total de 665 viviendas, en 161 de las cuales no se encontró a nadie que contestara la encuesta o no se quiso atender la visita de los funcionarios de vigilancia. Por lo demás, existían 86 predios baldíos.

Tabla 2. Resultados de la búsqueda activa de casos hasta el 2 de noviembre de 2015.

OCUPACIÓN/ACTIVIDAD	Entrevistas realizadas	Casos sospechosos de exposición
Bomberos	224	54
Prensa	32	6
Funcionarios SEME	9	0
Residentes de la Zona (BÚSQUEDA ACTIVA EN LA COMUNIDAD)	8421	188
Funcionarios ANDE	10	0
Policía	15	0
Otra	21	4
TOTAL GENERAL	8732	252

Fuente: Informe 10 de la Dirección de Vigilancia de la Salud, Paraguay.

1.10 Evaluación del impacto del incidente sobre el equipamiento eléctrico almacenado en el área

Según se puede observar en la lámina 4, la zona del Complejo Laurety afectada por el incendio se localiza en el sector 7. El sector 7 ocupa 2 de las 27 hectáreas totales. De acuerdo con informaciones suministradas por la ANDE, no se cuenta con un inventario de existencias, estimándose que en el sector 7 se almacenan aproximadamente unos 20 000 transformadores de distribución de los cuales unos 6000 resultaron siniestrados.

Según informaciones aportadas por la ANDE, los equipos almacenados en ese sitio son mayormente transformadores de distribución de 10, 25, 63, 100, 200, 360, 500 y 630 kW posteriores a 2008. Mediante análisis primarios por fotos aéreas y durante la entrada al sitio siniestrado, según documentan las imágenes 1 y 2, pudo identificarse la presencia de transformadores más antiguos: específicamente se encontraron equipos de las décadas de los 70 y 80, como se muestra en las imágenes 3 y 4.

Imagen 1. Entrada al sitio siniestrado con equipos de protección personal según el riesgo previamente evaluado.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre de 2015).

Imagen 2. Identificación realizada el 17/11/2015.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

Imagen 3. Transformador identificado durante la visita al sitio el día 17/11/2015.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

Imagen 4. Transformador identificado durante la visita al sitio el día 17/11/2015.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

Las fotografías disponibles hasta la fecha de este informe fueron tomadas mediante un dron pero con cierto ángulo, existiendo zonas de mayor definición, zonas de menor definición y zonas en que la vegetación no permite visualizar el material almacenado. En este sentido, y considerando que el acceso a la zona se encuentra restringido por razones de seguridad, los datos que se presentan son estimaciones que necesariamente deberán ser confirmadas en breve.

A efectos prácticos, se elaboró una zonificación del área siniestrada en función de los tamaños relativos de los equipos. Esta se realizó partiendo de las fotos aéreas y el estudio del sitio, que se presenta en la lámina 6 y tiene por objeto facilitar una estimación inicial de las cantidades de equipos y aceites PCB que deben tratarse y eliminarse.

Según se ilustra en la lámina 5, que muestra una imagen del sector afectado por el incendio, fueron identificadas zonas donde los transformadores almacenados son mayormente pequeños y medianos, otra donde son mayoritariamente medianos, otra donde son de tamaño mediano a grande, y una pequeña zona de transformadores grandes.

En las imágenes siguientes se ilustra el estado de los equipos incendiados.

Imagen 5. Almacenamiento de equipos no clasificados.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

Imagen 6. Equipos abiertos expuestos a la intemperie.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

Imagen 7. Equipos dispuestos en grandes extensiones sin previsión de acceso.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

Imagen 8. Lluvia de material cerámico sobre los equipos almacenados.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

Imagen 9. Vista general del día 17/11/2015.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

1.11 Organización del Sistema de Salud de Paraguay

La vigilancia de los eventos relacionados con desastres químicos en Paraguay compete a diferentes entidades de los Ministerios de Salud y de Ambiente. La responsabilidad de las acciones está asociada al cumplimiento de normatividad nacional y de los acuerdos internacionales.

Como ya se ha mencionado, Paraguay es signatario de los acuerdos de Basilea, Rotterdam y Estocolmo, y del Convenio de Minamata, además de ser parte de los países que incorporan el Reglamento Sanitario Internacional. Las responsabilidades de la gestión de estos acuerdos recaen en la jerarquía superior de los ministerios responsables de los temas de salud y medio ambiente.

Respecto a los eventos de interés relacionados con la exposición a sustancias químicas peligrosas, la Dirección General de Vigilancia de la Salud del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) realiza la vigilancia activa y pasiva a través de las instituciones de prestación de servicios de salud dentro del sistema.

La responsabilidad de las acciones de vigilancia de los efectos en la salud de la exposición a sustancias químicas está directamente relacionada con tres actividades:

- Determinar el impacto en la salud y en el medio ambiente.
- Determinar los riesgos para la población de la exposición a sustancias químicas.
- Formular planes, proyectos y propuestas dentro del sistema nacional de control de desastres provocados por sustancias químicas.

El MSPBS actúa a través de entidades de su estructura orgánica, de las cuales las que se encuentran directamente relacionadas con el incendio ocurrido el 14 de Octubre de 2015 en las instalaciones de la ANDE son:

Tabla 3. Responsabilidades de las agencias de salud frente a incidentes con sustancias químicas.

ENTIDAD	FUNCIÓN
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y BIENESTAR SOCIAL (MSPBS)	
Dirección General de Salud Ambiental	La definición, identificación, evaluación y vigilancia de los factores de riesgos ambientales con incidencia en la salud humana, para proteger y promover la salud de la población en aspectos relacionados con la higiene, la salud laboral, las sustancias químicas, los residuos sólidos hospitalarios, los residuos peligrosos y la calidad del agua para consumo humano y recreativo.
Dirección General de Información Estratégica en Salud	Registro y análisis de la información e integración de las informaciones provenientes de distintas áreas en una base de datos de fácil acceso.
Dirección de Planificación y Evaluación (DGPE)	Planificación y evaluación de la estrategia del MSPBS.
Dirección General de Vigilancia de la Salud (DGVs)	La vigilancia, prevención y control de enfermedades transmisibles y no transmisibles.
Asistencia Sanitaria en Emergencias y Desastres (ASANED)	Forma los equipos de respuesta de emergencia química del MSPBS y elabora capacitaciones sobre planes de emergencias químicas, así como sobre la gestión del riesgo.
Centro Nacional de Toxicología (CNTOX)	Centro de referencia toxicológico del MSPBS de ámbito nacional para la atención de casos de intoxicación, además de contar con un laboratorio de análisis toxicológico.
Dirección General de Desarrollo de Servicios y Redes de Salud.	Gestión de los servicios hospitalarios y redes de salud.

Fuente: Legislación de la República del Paraguay.

Adicionalmente, dentro del marco jurídico del país existe la Ley N.º 294/93 sobre evaluación del Impacto Ambiental, en la cual se expresa la obligatoriedad de realizar una evaluación de este tipo de impactos frente acciones antropogénicas que afecten a «la vida general, la biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento, el bienestar, la salud, la seguridad personal, los hábitos y costumbres, el patrimonio cultural o los medios de vida legítimos». Está relacionada con el Decreto Reglamentario N.º 14 281/96.

2 Misión OCHA / PNUMA / JEU / OPS / OMS

El 23 de octubre, el Ministro/Secretario Ejecutivo del Ministerio de Ambiente de Paraguay pidió oficialmente a la Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo (BRS) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) asistencia técnica y orientación para evaluar el impacto del evento y tratar adecuadamente los residuos resultantes.

El PNUMA, a través de la Secretaría de los convenios de BRS y la Unidad Conjunta para el Medio Ambiente PNUMA/OCHA (JEU), ofrecieron asistencia a través del despliegue de expertos en una misión técnica como respuesta a la emergencia ambiental, en coordinación con la OCHA y las oficinas

regionales del PNUMA para América Latina y el Caribe (ROLAC), y la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS).

El equipo estuvo integrado por expertos de la JEU, el PNUMA, la BRS y la OPS/OMS, trabajando en estrecha colaboración con los representantes del Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Salud y la Secretaría de Emergencia Nacional, así como también con el PNUD en Paraguay.

El equipo estuvo integrado por:

- Líder del equipo: Ivonne Velásquez, Oficial de Asuntos Humanitarios, Oficina Regional OCHA para América Latina y el Caribe.
- Experta en medio ambiente (evaluación y muestreo): Nannet Aust, a través de la JEU, con apoyo del Mecanismo de Protección Civil de la Unión Europea.
- Experta en salud pública: Raquel Duarte-Davidson, movilizada por la JEU (PCB y residuos), con apoyo del Mecanismo de Protección Civil de la Unión Europea.
- Experto en toxicología clínica y salud ambiental: Dr. Luis Francisco Sánchez Otero, médico toxicólogo de la OPS/OMS (evaluación del riesgo y toxicología).
- Experto ambiental (PCB y residuos): Claudia Cabal, movilizada por la BRS.
- Expertos nacionales de la Secretaría del Ambiente (SEAM):
 - ✓ Gloria León: punto focal del Convenio de Basilea Paraguay
 - ✓ Ovidio Espínola: jefe del Departamento de Normas y Estándares
 - ✓ Gilda Torres: directora técnica de la Dirección General del Aire
- Se contó con el apoyo de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud para las acciones de salud de la misión.

El objetivo de la misión se enfocó en brindar asistencia técnica a las autoridades nacionales para:

- Evaluar y proporcionar recomendaciones para el manejo de los riesgos ambientales de los sitios afectados por el incendio, así como de cualquier derrame asociado, fugas y residuos.
- Proporcionar recomendaciones para la gestión de los residuos resultantes de los hechos (con especial énfasis en el tema de los PCB).
- Evaluar y proporcionar recomendaciones para el manejo de riesgos para la salud humana de los sitios afectados por el fuego, a partir de cualquier riesgo asociado escorrentía, fugas, y derrames.
- Proporcionar orientación y apoyo al propietario u operador del sitio y a las autoridades nacionales para reducir el riesgo futuro.

2.1 Información de contexto

Por las dimensiones del incendio, la Presidencia de la ANDE se declaró en estado de emergencia a través de la Resolución P/N 36632. Esta resolución orienta la conformación de un Equipo Intersectorial de las dependencias de la ANDE, para la respuesta rápida a los efectos adversos del incendio y la coordinación de las acciones de las entidades competentes como la Administración Nacional de Electricidad, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS), Secretaría del Ambiente (SEAM), Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) y Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Paraguay (CBVP). Al inicio del siniestro, los operadores de la ANDE utilizaron extintores tipo PQS y CO₂ de 4, 6 y 10 kg. Al propagarse las llamas, las unidades de bomberos intervinieron con agua en los alrededores de los equipos y

posteriormente con espuma química aplicada sobre las llamas. En el momento de la respuesta los bomberos no sabían con precisión qué material estaba consumiendo el incendio.

Imagen 10. Vista aérea del siniestro.



Fuente: Informes SEAM (2015).

Como medida de primera respuesta, se implementó el Plan de Emergencia previsto dentro del Plan de Gestión Ambiental del predio, que cuenta con licencia ambiental otorgada por la Secretaría del Ambiente a través de la Resolución N.º 1.012 del 30 de abril de 2014. La ANDE, de forma conjunta con la Secretaría del Ambiente, llevó a cabo una evaluación de la situación y, por recomendación de dicha Secretaría, se establecieron algunas medidas de seguridad:

- Delimitación del área siniestrada con cintas de seguridad.
- Establecimiento de un sistema de seguridad para restringir la entrada a la zona solamente al personal autorizado y solo con equipos personales de seguridad.
- Absorción de líquidos por medio de arena seca lavada, que se recogería y almacenaría posteriormente en tambores en los depósitos especiales de la ANDE.
- Construcción de un dique perimetral para confinar la contaminación y evitar su dispersión en caso de lluvias.
- Obtención de fondos de emergencia para realizar toma de muestras de suelo, agua y aire (5000 USD) y 2 000 000 USD para la contratación de un experto para evaluar el impacto del siniestro y definir un plan de acción de aplicación inmediata (fondos otorgados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)).
- Establecimiento de un sistema de información coordinado con el Ministerio de Salud, la Secretaría del Ambiente y la Secretaría de Emergencia Nacional, con el fin de mantener informada a la población sobre las acciones en ejecución y las que serán realizadas.

El Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, a través de la Resolución S.G. N.º 799 conformó un Equipo de Respuesta Rápida y solicitó la elaboración de un protocolo de seguimiento para las personas que ingresaron en el sistema de salud afectadas por el incendio. Se realizaron gestiones para que el Instituto de Previsión Social (IPS) realizara los diagnósticos clínicos a los funcionarios que hubieran concurrido al sitio del evento.

Entre las acciones realizadas están:

- Conformación de un Comité de Emergencia integrado por:
 - Asistencia a la población (servicios; CNTox)
 - Vigilancia (monitoreo de la población en riesgo)
 - Investigación ambiental (DIGESA)
 - Comunicación
- Definición de caso sospechoso y formulación de un instrumento de recopilación de información sobre la población expuesta.
- Definición del perímetro de exposición para la búsqueda activa de casos.
- Búsqueda activa de casos a través de encuestas domiciliarias y valoración de las personas expuestas durante la atención del evento.
- Evaluación de resultados y definición de los casos sospechosos de intoxicación.
- Toma de muestras biológicas a sospechosos.
- Toma de muestras de agua para determinar presencia de PCB en las fuentes de agua, en pozos de la zona y aguas superficiales.

Se realizaron gestiones para que el Instituto de Previsión Social (IPS) realizara los diagnósticos clínicos a los funcionarios que hubieran concurrido al sitio del evento.

2.2 Obligaciones legales

La ANDE fue creada por el Decreto N.º 3161 del Poder Ejecutivo de fecha 29 de marzo de 1949, y luego organizada por el Decreto Ley N.º 2340 de 30 de diciembre de 1950, aprobado por la Ley N.º 274 de 2 de agosto de 1955. Es una institución autárquica, descentralizada de la Administración Pública, de duración ilimitada, con personalidad jurídica y patrimonio propio.

A través del préstamo BID N.º 1835 / OC-PR «Programa Multifase de Transmisión Eléctrica de ANDE-Fase 1», aprobado por la Ley de la Nación N.º 3435 de 11 de enero de 2008, se incluye entre sus componentes la aplicación del Plan de Mitigación de Pasivos Ambientales.

Paraguay es signatario de los acuerdos de Basilea, Estocolmo, Rotterdam y del Convenio de Minamata, además de ser parte de los países que incorporan el Reglamento Sanitario Internacional. Las responsabilidades de la gestión de estos acuerdos recaen en la jerarquía superior de los ministerios responsables de los temas de salud y medio ambiente. En el Anexo 5 se enumeran las disposiciones legales de carácter ambiental y los convenios suscritos por Paraguay en materia de contaminantes.

Este plan ha sido presentado por la ANDE a la SEAM a través de la nota P. 6804/2008 - Exp. 81114 del 19-12-08). A través de este plan la ANDE pretende contribuir al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país en el marco del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Cabe señalar que desde el año 2003 la ANDE, de forma conjunta con instituciones públicas y privadas, participa en el diseño y ejecución del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (PNICOP) coordinado por la SEAM. A través del PNICOP, en el componente PCB se pretende realizar el inventario de dicha sustancia y contar con capacidades institucionales para dejar fuera de uso y eliminar todo equipo y residuo que contenga PCB, dentro de los plazos establecidos en el Convenio.

Se puede encontrar información sobre el Plan de Mitigación de Pasivos Ambientales, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y el Análisis de Riesgo en el anexo 5.

2.3 Actividades desarrolladas por la misión

La misión, desde su inicio, realizó un cronograma de actividades ajustados a los términos de referencia de la misión, con el fin de planificar las acciones inmediatas. Se identificaron los actores más relevantes que debían ser entrevistados y la definición de la visita de campo. El cronograma de trabajo de la misión se recoge en el anexo 4. La misión contó con fotografías aéreas y mapas básicos de la zona afectada, proporcionados por la ANDE.

Debido a la falta de información sobre inventarios, muestreos y laboratorios, se hizo necesaria una visita al predio donde ocurrió el incendio, para dimensionar la magnitud e impacto que generó el evento. El análisis medioambiental se ha visto limitado, ya que por la falta de información no es posible hacer declaraciones acerca de la contaminación del suelo, las aguas subterráneas, la zona afectada por el incendio y la zona afectada por el penacho de humo. En esta situación, el análisis de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, no es posible.

Las limitaciones encontradas para determinar el alcance de la contaminación en el sitio afectado por el incendio y por el penacho de humo se potencian ante las dificultades de acceso a información como:

- Inventario de transformadores quemados.
- Número de transformadores que contiene PCB y contenido de PCB en el aceite.
- Temperatura del fuego que influye en la formación de dioxinas.
- Altura, forma y composición de la columna / penacho de humo.
- Tipo y cantidad de espuma química utilizada para combatir el fuego.

2.3.1 Reuniones

Se mantuvieron reuniones con las siguientes entidades:

- a. Con la SEAM: Inicialmente para ponernos al corriente de la situación y la solicitud de información por parte de la misión. Se nombró a un punto focal para trabajar con la misión y que este a su vez fuese el enlace con las entidades involucradas en el incidente.
- b. Con la coordinadora Residente de la ONU: Se expuso el alcance de la misión y sus términos de referencia; se pretendió generar sinergias de trabajo y se solicitó el informe del consultor contratado por el PNUD. (No se tuvo acceso a los resultados parciales o finales de este informe.)

- c. Con el BID: Se conversó sobre el alcance de la misión y la necesidad de complementar acciones e información, por lo que se hacía necesario el poder contar con el informe del consultor contratado por el BID. (No se tuvo acceso a los resultados parciales o finales de este informe.)
- d. Con la Comisión Interinstitucional de Respuesta, creada para dar respuesta al incendio y derivar las acciones para su control. La misión expuso sus términos de referencia y el alcance, e hizo hincapié en la necesidad de contar con la colaboración e información de todas las partes involucradas. Se les solicitó poder recibir a los miembros de la misión para mantener reuniones bilaterales.
- e. Con la ANDE: Se trabajó sobre la información previa al incidente para estimar el número de transformadores siniestrados y la posibilidad de que contuvieran PCB. Se definió la fecha de entrada al área siniestrada. Se celebró una reunión con Salud Ocupacional y con el laboratorio de muestras de aceite.
- f. Con el cuerpo de Bomberos Voluntarios del Paraguay: Se mantuvieron conversaciones sobre las acciones de respuesta, el personal involucrado, las medidas de seguridad tomadas, la salud de los voluntarios y los exámenes (monitoreo) que se les realizan a fin de constatar su buena salud con posterioridad al incidente (no se obtuvo el listado final de valoraciones del cuerpo de bomberos, solo acceso a los informes de laboratorio).
- g. Reuniones con los laboratorios sobre la captura de las muestras y metodologías de análisis. No se logró obtener información oficial de los resultados de algunos laboratorios por considerarse información sensible.
- h. Con la OPS / OMS Paraguay: Presentación de las acciones por desarrollar e información de los avances de la comisión.
- i. Con la embajada del Reino Unido: Presentación de las acciones desarrolladas e información de los avances de la comisión.
- j. Con la Delegación de la Unión Europea en Paraguay: Presentación de las acciones desarrolladas e información de los avances de la comisión.

3 Caracterización del área afectada

3.1 Constataciones

En función de los distintos tipos de transformadores almacenados y de una manera simplificada se zonificó visualmente el área, según se muestra en la lámina 5.

Si bien para cada tipo de transformador existen distintas marcas y por tanto pueden existir variantes, con el único propósito de estimar la cantidad de residuos, se asignaron pesos por tipología para la carcasa metálica y para el volumen líquido.

Teniendo en cuenta el número estimado de equipos siniestrados, su distribución por tipo según el mapa 5, la asignación de pesos y tomando como hipótesis que la mitad del aceite se perdió durante el siniestro ingresando en el medio, se estima que el total de metales y aceites de que ocuparse es de aproximadamente unas 3000 toneladas de metal y 500 toneladas de aceites.

Por su parte, la ANDE se encontraba en proceso de determinación del contenido de PCB de los transformadores allí almacenados, habiendo alcanzado previamente al siniestro un total de 6750 muestras del total de 20 000 equipos. Los resultados obtenidos de PCB en aceite para ese lote muestran

una presencia del 7 % de equipos y aceites contaminados con PCB. De ese 7 % total, un 5 % presentó valores por encima de 500 ppm.

A fin de estimar cuántas de esas 3000 toneladas de equipos y 500 toneladas de aceite corresponden a equipos y aceites con PCB, se presentan las siguientes limitaciones: el muestreo realizado por la ANDE para la determinación de los PCB no fue diseñado de manera estadística, así como tampoco fueron considerados cortes por año y marca. Por ello, no es posible asegurar que el resultado del 7 % sea representativo del universo, dado que el universo también es desconocido.

Es necesario considerar, en relación con los equipos encontrados, que se trata de transformadores de distribución y que existieron ventas de estos equipos como chatarra hasta el año 2008, por lo que cabe esperar que los equipos más antiguos que se encontraron durante la visita al sitio solo puedan haber surgido de su retiro de la red con posterioridad a esa fecha.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que parte de los equipos cuya presencia identificó la ANDE ya habían sido retirados y almacenados en el depósito de seguridad.

Por todo lo anteriormente expuesto, y suponiendo que este porcentaje sea del mismo orden que los valores comparativos encontrados en otros países de la región, se entiende que es razonable asumir como válida la proyección de este porcentaje al resto del universo, con la advertencia de que estas suposiciones deberán ser verificadas.

Resultaría entonces un total de 210 toneladas de equipos contaminados con PCB y aproximadamente 40 toneladas de aceites contaminados con PCB, pudiendo considerarse que 10 toneladas de metal y 2 toneladas de aceite superan las 500 ppm.

Sin embargo como gran parte del aceite se perdió, es decir, se introdujo en el medio ambiente por el aire o el suelo, se estima que habrá una ausencia de aceite en el 50 % del equipamiento, por lo que en ellos es altamente probable que no sea posible realizar un ensayo de aceite para determinar la cantidad de PCB. Ante estas dificultades de determinación, se entiende, sin embargo, que podría estimarse que el 50 % de ese subconjunto podría ser reconocible mediante la identificación por placas, marca y año, y extenderse a ellos los resultados del muestreo estadístico recomendado. En tal sentido, de forma estimada, quedarían unas 700 toneladas que, al no poder ser fácilmente sometidas a pruebas o identificadas, deberían tratarse como equipos con PCB.

Adicionalmente, se cuenta también con arena contaminada y suelo contaminado. La arena fue utilizada como material absorbente y para construir los diques de contención. El suelo fue contaminado a consecuencia de los derrames ocurridos durante el siniestro.

Imagen 11. Tambores con arena y tapas sin rosca / dique de arena.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

Imagen 12. Montones de arena utilizada para la contención y absorción de derrames.



Fuente: Visita de campo del equipo interinstitucional (noviembre 2015).

De acuerdo con la información suministrada por la ANDE, la cantidad de arena utilizada asciende a 130 m³. No resulta sencillo determinar qué cantidad de este material haya resultado contaminada con PCB. Sin embargo, se estima que la totalidad sí esté contaminado por dioxinas y furanos.

En lo que se refiere al suelo, resulta válida la misma suposición relativa a las dioxinas y furanos hecha para la arena. Es importante destacar que no se cuenta con un perfil del suelo que permita estimar el nivel de percolación. Se estima que el área afectada por el incendio supone el 50 % del sector 7 y se supone que la percolación es de aproximadamente unos 20 cm.

La cantidad de residuos generados por el uso de equipos de protección personal se estima en 30 tambores, en función de las actuaciones declaradas durante la lucha contra el fuego y durante las tareas posteriores, tales como la construcción de diques.

A continuación, se presenta una tabla resumen de las estimaciones realizadas. Cabe destacar que la información con que se contó para realizar esta estimación fue muy escasa, por lo cual estos valores deberán ser ratificados o rectificadas tras la aplicación de las recomendaciones que se establecen en este mismo documento. Asimismo, se indica que la contaminación estimada se refiere exclusivamente a los PCB. En el caso de los equipos libres de PCB, deberá considerarse que todo el material allí almacenado presenta exposición a dioxinas y furanos.

Tabla 4. Estimación de residuos contaminados con PCB que hay tratar y eliminar.

Elemento	Pesos totales estimados (en toneladas)	Estimado con PCB > 50 ppm (en toneladas)	Estimado con PCB > 500 ppm (en toneladas)
Metales	3000	200 (1)	10
		700 (2)	
Aceites	500	35	2
Arena	320	*	*
Suelo	5000	*	*
EPP	4	4	s/d

Fuente: Estimación basada en información de la ANDE (2015)

- I. Cantidad estimada de equipos contaminados con PCB
 - II. Aplicación del principio de precaución por indeterminación
- *Estos datos no están disponibles.

4 Caracterización de las vías de exposición

4.1 Medidas de respuesta inmediatas

Inmediatamente después del incendio ocurrido el 14 de octubre de 2015, un equipo interinstitucional (sección 2.1) con representantes de varias instituciones estatales conformó un escenario de lo ocurrido (véase el capítulo 2). Adicionalmente, se llevó a cabo un muestreo de agua y suelo, y la visita de un experto internacional en medio ambiente contratado por el BID. No se dispone de toda la información al respecto de estas actividades.

El jueves 15 de octubre, técnicos de la SEAM verificaron el área afectada por el incendio, a fin de aplicar una serie de recomendaciones para ser tenidas en cuenta, las cuales se citan a continuación. Solo se

recogen las recomendaciones relacionadas con el medio ambiente que fueron evaluadas por los expertos de la misión:

- Monitoreo diario del área a fin de evitar brotes de fuego hasta su total extinción, si fuera necesario con polvo químico seco o arena. Experto en evaluación: no hubo informes sobre si se utilizó o no polvo químico.
- Desarrollo de un sistema de contención con la construcción de diques que pudieran contener derrames y contaminación en las zonas periféricas, especialmente en caso de lluvias. Experto en evaluación: se construyeron diques que todavía se encuentran en el lugar (véase el mapa número 7).
- La contención de derrames con arena seca: la arena se extendió en áreas visibles contaminadas con aceite. Entre el 23 y el 26 de octubre, la arena contaminada se recogió en recipientes herméticos de 250 litros de capacidad. El lunes 26 de octubre, la obra tuvo que ser cancelada debido a las fuertes lluvias. Se trató de cubrir los montones de tierra y arena, que ya fueron recogidos, pero no se metieron en recipientes, con láminas de plástico. Esto se hizo para evitar la dispersión de la arena contaminada con el agua de lluvia. Experto en evaluación: los contenedores están todavía en el predio y no se encuentran cerrados. Las cubiertas de algunos pilones de arena han sido parcialmente retiradas por el viento.
- Establecimiento de un área reducida de polución entre las áreas afectadas, a través de una división del área en una parte norte y otra sur. Experto en evaluación el área reducida de polución se delimitó esparciendo arena seca en la misma. Esta medida solo resultó útil el día antes de que lloviera.
- Recogida de los desechos sólidos generados. Experto en evaluación: No hubo información disponible respecto a la eliminación de los equipos de protección personal (EPP) recogidos posteriormente a su uso en la zona.
- Muestreo y análisis del suelo en el área crítica; de las aguas subterráneas en riesgo; de los suministros de agua de pozos más cercanos al predio del incendio. Definición de la concentración de *PCB* en matrices de suelo/tierra y agua. Muestreo del aire y análisis en el área de exposición directa e indirecta a fin de determinar la concentración de *PCB* en las áreas identificadas lo antes posible. Experto en evaluación: se llevó a cabo un muestreo de aguas y suelos. No hubo muestreo del aire (un socio entrevistado mencionó que se escogieron algunos pozos de agua potable que no estaban cubiertos cuando ocurrió el incidente para el muestreo de aguas. Una vez que se probó que los niveles detectados de *PCB* estaban por debajo de los límites, los pozos pudieron utilizarse nuevamente. No se encontró prueba escrita de este procedimiento).
- Paralelamente, se compraron 50 contenedores marítimos que se utilizarán para almacenar los desechos. Experto en evaluación: sin embargo, es importante considerar que un contenedor de estas características no es el medio apropiado para el almacenaje de material contaminado y debe, además de la protección debido al contenido, cubrirse. Existen contenedores diseñados para fines de almacenaje de productos químicos peligrosos. Los contenedores con una tapa en la parte superior son más apropiados. La elección de contenedores apropiados depende de los requisitos para el transporte seguro en el Paraguay y el extranjero, si se hace necesario disponer de los materiales contaminados (transformadores, tierra y arena) en el extranjero.
- Se llevó a cabo una toma de muestras de agua, suelo y aire en presencia de un experto internacional del medio ambiente, que fue contratado por el BID y llegó al país el martes 27 de octubre. Experto en evaluación: sin información disponible, dado que el informe no se ha terminado aún.
- El comunicado de prensa interinstitucional número 2 mencionó que DIGESA seleccionó tres estaciones de monitoreo, que serán verificadas a intervalos mensuales durante un período de dos años. Experto en evaluación: no se dispuso de información al respecto durante la misión.

4.2 Muestreo y análisis

El 19 de octubre se tomaron 9 muestras de agua de pozos y 2 muestras de aguas superficiales. Los puntos de muestreo están detallados en las láminas 2 y 7 del informe. El análisis de las 11 muestras se llevó a cabo en el laboratorio de DIGESA (cromatografía de gases y espectrometría de masas, CG/EM) para cada ion de bifenilos policlorados según la metodología oficial US/EPA N.º 680.

En el muestreo de aguas no fueron detectados PCB. El nivel de detección no se menciona en el protocolo.

Según la ANDE, en octubre 2015 se realizaron los siguientes muestreos:

- El 16 de octubre se tomó una muestra de agua de un grifo que pertenece al pozo subterráneo de la ANDE. No se describe su método de muestreo. No se detectó *PCB* por encima de los niveles de detección de 0,005 mg/l.
- El 29 de octubre se tomaron 2 muestras de suelo como muestras de superficie. Se raspó la tierra con una espátula en la superficie. El material se describe como tierra con sedimento y residuos quemados. No se detectaron *PCB* por encima de los niveles de detección de 0,2 mg/kg.
- También el 29 de octubre se tomaron 4 muestras de agua con una bomba manual. La profundidad del punto donde se tomó la muestra se describe como superficial porque las muestras se tomaron de aguas de lluvia acumuladas en la superficie. El material recogido se describe como agua con sustancias en suspensión. No se detectaron *PCB* en las muestras, por encima del nivel de detección de 0,2mg/l.

Imagen 13. Muestreo de suelo y agua el 29 de octubre.



Fuente: Informe ANDE (2015).

Los datos son insuficientes para considerar que la estrategia de muestreo posterior al incidente sea satisfactoria para un análisis ambiental riguroso:

- Debido a la falta de datos sobre otros contaminantes generados y residuos.
- Considerando la extensión del incidente, el número de muestras del suelo es muy pequeño, las muestras no han sido tomadas de una distribución total del área afectada por el incendio. El método de muestreo aplicado no es apropiado para identificar un riesgo para el medio ambiente.
- El método de muestreo aplicado para el agua de pozos es, cuando menos, inapropiado para el muestreo del agua corriente (de grifos). La situación que una muestra del agua corriente (de grifo) pudiera reflejar no es suficientemente clara. Las muestras de aguas superficiales para su correspondiente muestreo no son comprensibles. Para el análisis del agua de pozos, el nivel de detección no está claro. Solo se analizó el agua, no los sedimentos, donde se espera que haya sustancias con un alto potencial de adsorción.
- En todos los muestreos solo se analizaron los PCB, sin tener en cuenta la situación real del área afectada por el incendio.
- No se tomaron muestras de aire durante el incendio. No se dispone de información relacionada con los componentes del humo. No se dispone de muestras de suelo del área afectada por el penacho de humo.
- No se muestreo la zona afectada por el penacho de humo. Esta información es necesaria para evaluar los riesgos sobre la salud humana.

4.3 Evaluación inicial del impacto ambiental del incendio y acciones de respuesta

Según la información del cuerpo de Bomberos Voluntarios del Paraguay (CBVP), el penacho de humo del incendio alcanzó una altura de aproximadamente 30 metros. El día del incendio hubo un viento fuerte del norte/noreste. De acuerdo con el análisis de la brigada de bomberos, el penacho de humo pudo haber afectado un área de 15 kilómetros al sur/sureste (véase la lámina número 8). Desafortunadamente, los bomberos no describieron cómo fue creado el mapa. Por lo tanto, el mapa es solo una primera aproximación acerca de la extensión de la zona que puede ser afectada por la nube de humo.

Cabe esperar que el área afectada por el incendio esté contaminada con *PCB* y *dioxinas* y *furanos* provenientes de los aceites de los transformadores y productos reactivos del incendio, con *hidrocarburos de petróleo* de los aceites, con *hidrocarburo aromático policíclico (HAP)* como ingrediente del hollín, probablemente con metales pesados de interruptores de los transformadores y con *PFAS* de las espumas para combatir el fuego.

El área sobre la cual se esparció el penacho de humo puede estar contaminada con *PCB*, *dioxinas*, *furanos* e *HAP*. No se espera que haya *hidrocarburos de petróleo*, metales pesados y *PFAS* en esa área, sin embargo, no se realizó un estudio de estas zonas (lamina número 8).

Sin embargo, desde que ocurrió el incendio se han dado varios periodos de lluvia, principalmente entre los días 26 y 30 de octubre, y 16 y 18 de noviembre.

Debido a las fuertes lluvias que cayeron en los días posteriores al incendio y a las altas temperaturas en horas diurnas, pudieron haber ocurrido varios traslados de los contaminantes, dependiendo de las propiedades químicas físicas de los contaminantes:

- Traslado con escurrimiento en la superficie: el suelo contaminado pudo haber sido lavado/escurrido del área afectada por el incendio y en el área afectado por el penacho de humo. En el área afectada por el incendio, puede que los diques construidos hayan prevenido mayor contaminación de las áreas aledañas en el sur. En el este una muralla y la topografía propia del área podrían evitar el escurrimiento de las aguas superficiales.
- Traslado con infiltración de agua de lluvia: como se describe, el suelo tiene una buena capacidad de infiltración. Las sustancias solubles en agua (p. ej., PFAS) son transportadas de forma vertical en capas más profundas del suelo en dirección a las aguas subterráneas. Las sustancias que son menos solubles en agua y que tienen tendencia a absorber partículas de tierra pueden trasladarse con estas partículas a capas más profundas del suelo. La presencia de sustancias que aumentan la solubilidad, como los hidrocarburos de petróleo de los aceites, pueden mejorar la lixiviación de las sustancias con tendencia a absorber.
- Debido a las altas temperaturas y a las propiedades de los contaminantes, algunos se han evaporado. Además, un traslado absorbido por el polvo pudo haber esparcido los contaminantes en las zonas de alrededor.

4.4 Alcance de la posible contaminación

Resulta difícil evaluar el alcance de la posible contaminación. La contaminación del área afectada por el incendio y el área afectada por el penacho de humo dependen de un cúmulo de factores. Como mínimo, se consideran relevantes los siguientes:

- Inventario de transformadores quemados
- Número de transformadores que contenían PCB y contenido de PCB en el aceite
- Temperatura del fuego que influirá en la formación de dioxinas
- Altura, forma y composición del penacho de humo
- Tipo y cantidad de espuma para combatir el fuego utilizada

Puede decirse que es muy probable que los contaminantes presentes en el área afectada por el incendio sean entre otros: PCB, dibenzodioxina, furanos, PAH, hidrocarburos de petróleo, metales pesados (Cd, Hg, As) y PFAS; y en el área afectada por la deposición del penacho de humo: PCB, dibenzodioxina, furanos y PAH. Para determinar el impacto del incidente se necesita información sobre los antecedentes ambientales.

El objetivo de las recomendaciones es identificar las fuentes de contaminación, identificar los riesgos para el medio ambiente y la salud humana e interrumpir las vías de exposición.

4.5 Las vías de exposición a contaminantes ambientales

Los seres humanos están expuestos a los contaminantes directamente durante el incendio, o indirectamente a través del medio ambiente y a través de diferentes vías.

La descripción de los riesgos para el medio ambiente y las personas expuestas a través del medio ambiente se realiza mediante una vía de análisis. Esta vía de análisis también se utiliza para identificar las medidas para eliminar o reducir al mínimo los riesgos.

Después de la exposición a cualquier sustancia química, los efectos adversos para la salud que pueden encontrarse dependen de varios factores, incluyendo la cantidad a la que el individuo está expuesto (dosis), la vía por la que está expuesto (oral, cutánea o por inhalación), la duración de la exposición, las propiedades del producto químico y la presentación de la sustancia química (vapores, sólido o líquido), e incluso si se estuviera expuesto a cualquier otro producto químico simultáneamente, por ejemplo.

Las recomendaciones para el análisis del riesgo están relacionadas con la vía de exposición:

Las vías de contacto o exposición analizadas son:

1. El suelo superficial > planta > animal > los seres humanos.
2. El suelo (el área de tierra disponible para la raíz) > planta > animal > los seres humanos.
3. El suelo > el agua subterránea > los seres humanos.
4. El suelo > el aire > los seres humanos.
5. Los suelos > escurrimiento de aguas de superficie > sedimentos.

1. El suelo superficial > planta > animal > los seres humanos

Esta vía se refiere a la capa superior del suelo (entre 5 cm y 10 cm). El contacto con la piel de esta parte del suelo puede suponer un riesgo para los seres humanos (trabajadores, niños y población en general), especialmente cuando la contaminación del suelo es lo suficientemente grande. Además, esta capa del suelo representa el área de la cual los animales toman sus alimentos. Es posible la bioacumulación y la entrada en alimentos tales como los huevos.

2. El suelo (el área de tierra disponible para la raíz) > planta > animal > los seres humanos

Esta vía analiza si la reubicación de los contaminantes en la zona de las raíces de las plantas (por ejemplo, entre 5 cm y 50 cm) puede afectar a los seres humanos. Como algunos de los contaminantes de los sitios afectados pueden bioacumularse (en las plantas, que después pueden comer los animales, entrando los contaminantes posteriormente en la leche, los huevos, etc.), es necesario identificar la contaminación de la capa del suelo.

3. El suelo > el agua subterránea > los seres humanos

Teniendo en cuenta la situación del suelo y de las aguas subterráneas en esa área, es necesario evaluar si existe un riesgo para la salud humana a través de esta vía. Algunos contaminantes se absorben a través del suelo y otros son solubles (p. ej., PFAS). La mezcla de contaminantes puede influir en su destino y en su comportamiento en las capas subterráneas. Aunque las condiciones ambientales locales y las propiedades de algunos contaminantes excluyen en un primer momento su transporte a las aguas subterráneas, en vista de que no se conoce la cantidad de suelo con contaminantes, a priori esta vía no se puede descartar.

4. El suelo > el agua subterránea > los seres humanos

Esta vía observa la volatilización y la exposición asociada de los seres humanos. La exposición a través del polvo está considerada en la vía 1.

5. Los suelos > escurrimiento de aguas de superficie > sedimentos

Esta vía es una combinación de las vías 1 y 4. Se evalúa para destacar la importancia de la consideración de que las aguas superficiales transporten a través de las precipitaciones suelos contaminados de la zona contaminada. A través de esta vía, una porción significativa de los contaminantes acumulados cerca de la superficie puede ser desplazada.

Se pueden encontrar las descripciones detalladas de las cinco vías de exposición en el anexo 9.

4.6 Métodos de muestreo

4.6.1 Protocolos recomendados y metodología

Cuando se hace un muestreo de dos tipos de suelo deben distinguirse:

- Las muestras de la capa arable
- Las muestras que forman el perfil del suelo

i. Se recogen muestras de suelo en la zona afectada por el fuego y también en la zona afectada por el penacho de humo

En el caso de las muestras de suelo mixto, estas deben «fabricarse». Para eso, debe subdividirse primero el área en unidades significativas. Por ejemplo, una unidad podría reflejar las zonas más afectadas por el fuego, o la zona, donde el aceite se ha filtrado en el suelo subterráneo, o el área con transformadores grandes. La decisión deberá tomarse in situ.

A continuación, se deben formar unidades de rejilla para determinar cómo se toman las muestras. Se debe estimar una cuadrícula de trabajo de unos 10 m x 10 m y el muestreo se debe realizar a una profundidad de entre 5 cm y 10 cm.

La muestra de suelo de una unidad refleja la contaminación de dicha unidad. El análisis de la muestra determina la medida de descontaminación. Eso significa que la subdivisión de la zona debe documentarse cuidadosamente. Debe documentarse con igual cuidado los lugares de donde se extrae la tierra para formar la muestra.

No es necesario muestrear toda la superficie del área afectada por el penacho de humo. El lugar y el tamaño de las unidades muestreadas pueden definirse in situ. Las unidades pueden tener una distancia de hasta aproximadamente 50 m. Como mínimo, deben tomarse muestras de los parques infantiles, las huertas y otras zonas sensibles.

ii. Perfiles de suelo

Se recolectaron muestras del perfil del suelo en la zona afectada por el fuego y también en la zona afectada por el penacho de humo.

Esto implica tomar muestras a distintos niveles de profundidad del perfil de suelo. Para tomar estas muestras hay que perforar un pozo de muestreo en el perfil del suelo y tomar muestras cada 20-50 cm de profundidad (por ejemplo a 20 cm, 40 cm o 50 cm; o a 50 cm, 100 cm o 150 cm de profundidad) o cuando haya cambios de textura o se identifica algo excepcional. El lugar del perfil, la profundidad del muestreo y la profundidad total del pozo deben ser decididos in situ.

Para todos los perfiles de suelo, se debe medir la ubicación exacta y la altura a la que se mide. La perforación del perfil del suelo y el muestreo deben ser realizados por un organismo cualificado para asegurarse de que las muestras sean representativas del lugar y reflejen la situación correcta.

iii. Muestreo del agua

La información disponible sobre las medidas de agua tomadas en la zona durante la misión fue escasa y no hubo información disponible sobre a qué profundidad se encontraba el agua subterránea. Solo hay un perfil que sugiere que el agua subterránea está a una profundidad de aproximadamente 10 m. Antes de realizar el monitoreo de los pozos se debe estimar la profundidad a la que se encuentra el agua recolectada en relación con el nivel del agua subterránea dentro de dichos pozos.

Además, para determinar si existe un riesgo para las aguas subterráneas primero es necesario estimar cuánta agua de lluvia se filtra. Esto depende de una descripción más detallada de la información sobre la cantidad de agua de lluvia y la cantidad que se evapora debido a la alta temperatura y el suelo. Estos datos no estaban disponibles durante la misión.

A continuación, se puede hacer una modelización del destino y el comportamiento de los contaminantes en el subsuelo. Para obtener esta información es necesario que los contaminantes se encuentren en el suelo. Estos datos no estaban disponibles durante la misión. Para evaluar si la contaminación de una superficie alcanza las aguas subterráneas se utilizan pozos de monitoreo de aguas subterráneas. Por lo general, los pozos de monitoreo de aguas subterráneas se colocan en la dirección del flujo del agua subterránea, en las cercanías de la posible fuente de emisión y en la zona donde el agua subterránea no se ve afectada desde el sitio contaminado. También, como evaluación de impacto, en el punto caliente de la contaminación o en la zona donde la contaminación que ha afectado a las aguas subterráneas ya se transporta con el agua que fluye.

La profundidad del pozo depende del perfil del suelo. Los pozos de monitoreo de aguas subterráneas se colocan generalmente en una o dos filas. Para identificar las aguas subterráneas bien, en el monitoreo de aguas subterráneas de dirección de flujo deben formar un triángulo.

En cuanto a la supervisión de la perforación, deben tomarse muestras de suelo de pozos desde el perfil, por lo menos cada medio metro o cuando cambie la textura o se identifique algo excepcional.

La perforación de pozos de monitoreo debe realizarla una empresa calificada. Si los pozos de monitoreo no están perforados y hechos de forma adecuada, las muestras son inútiles y no reflejan la situación correcta.

Independientemente del impacto causado por el fuego en el sitio, puede ser interesante para la ANDE y la SEAM observar el agua subterránea por debajo del sitio de la ANDE. En las visitas a algunas zonas donde se ha identificado un flujo de agua y donde la contaminación causada por el almacenamiento de los materiales y equipos pueden haber afectado al suelo.

iv. Análisis

Durante las dos semanas posteriores al incidente, se tomaron muestras de ocho pozos. Solamente se tomó una muestra de cada pozo. En siete de los pozos se analizaron las muestras en un laboratorio llamado DIGESA y otro fue muestreado por una entidad no identificado. Los pozos de los que se tomaron las muestras tienen una profundidad de 10 m, 13 m, 18 m, 20 m y < 100 . Generalmente el agua de la superficie fluye al sureste como muestra la lámina 2B.²

² Desafortunadamente, hay un error en el mapa número 2B. Solo los pozos en amarillo y negro fueron muestreados. El muestreo se realizó por Digesa. Por otra parte, no figura un sitio de muestreo de las aguas

Para analizar las muestras de agua y suelo hay que aplicar métodos adecuados. En el caso de las PFAS y los PFCA, debe analizarse todo el grupo de C4-C14. Los métodos son, por ejemplo: CEN/TS 15968, DIN 38407-42, ISO 25101. Si desea más información sobre las dioxinas y los furanos, consulte el capítulo sobre la salud humana.

El laboratorio debe tener la certificación para realizar análisis u otra la calificación apropiada (por ejemplo, miembros de laboratorios regulares de pruebas). El nivel de detección debe ser lo más bajo posible y debe reflejar la alta toxicidad de los contaminantes.

4.7 Constataciones fundamentales

La estrategia de muestreo después del incidente no es satisfactoria.

- El número de muestras de suelo es demasiado pequeño y las muestras no se distribuyen por toda la zona afectada por el fuego. El método de muestreo aplicado no es apropiado para identificar un riesgo para el medio ambiente.
- El método de muestreo aplicado para el agua de los pozos es, cuando menos, inadecuado para las muestras tomadas del grifo. La situación de una muestra del grifo puede no ser una representación clara. El muestreo de las muestras de agua superficial no es comprensible. El análisis del nivel de detección del agua de los pozos no está claro. Solo se analizó el agua, no se analizó el sedimento, donde se espera que haya sustancias con un alto potencial de absorción.
- En todas las muestras se analizaron solamente los PCB, sin tener en cuenta la situación real en la zona afectada por el incendio.
- No se tomaron muestras de aire durante el incendio. No hay información disponible sobre los componentes del humo. No hay muestras disponibles de suelo de la zona afectada por el penacho de humo.
- No es posible hacer afirmaciones acerca de la contaminación del suelo y, posiblemente, de las aguas subterráneas, ni con respecto a la zona afectada por el incendio ni con respecto a la zona afectada por el penacho de humo. Así, una evaluación de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente basada en la fecha disponible, no es posible.
- El área del incendio afectada sigue siendo una fuente de riesgo para el medio ambiente y la salud humana. Desde que ocurrió el incendio no se ha hecho nada para mitigar o eliminar la fuente de contaminación.
- Los contaminantes pueden afectar aún más al medio ambiente a través del transporte con agua de lluvia, ya sea a las capas más profundas del suelo o, en el peor de los casos, a las aguas subterráneas o al agua potable. El agua de lluvia puede seguir extendiendo los contaminantes en el medio ambiente a través de la escorrentía en la superficie. La evaporación o el transporte de polvo son las posibles vías que pueden crear un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.
- En términos de capacidad de laboratorio, el laboratorio de la ANDE puede analizar muestras de aceite y hay un laboratorio privado que trabaja para establecer protocolos para la realización de análisis de suelo y agua, además de un laboratorio nacional que realiza muestras en agua, con capacidad para realizar muestras en suelo y lodos.

superficiales. Del pozo que está en la propiedad de la ANDE también se tomaron muestras del grifo de agua potable. Los otros pozos no fueron muestreados, pero se presentan por ofrecer una visión general de su localización.

5 Identificación de contaminantes y efectos tóxicos sobre la salud: dioxinas, furanos y PCB similares a las dioxinas

5.1 Aspectos generales de la contaminación por incendios

Los principales peligros inherentes a los incendios son la radiación térmica y el humo. El humo generado por los incendios plantea dos tipos de peligros: 1. Partículas de hollín que pueden dificultar la visibilidad. 2. Productos químicos peligrosos que podrían constituir un peligro para la salud a causa de la inhalación, así como la irritación de los ojos o la piel.

En general, todo el humo puede ser irritante y, como tal, las personas que están al aire libre en las zonas afectadas pueden haber estado expuestas al humo o las cenizas y presentar diversos síntomas por la irritación en el revestimiento de las vías respiratorias, los ojos y la piel. Los síntomas respiratorios incluyen tos, estertores secos, ronquera, y dolor torácico. Las personas con problemas respiratorios subyacentes como el asma puede sufrir un mayor riesgo y las sustancias químicas presentes en el humo pueden empeorar las condiciones existentes. Otros grupos de riesgo son las mujeres embarazadas, los niños, las personas de edad avanzada y las personas con discapacidad mental o física, así como quienes no son capaces de encontrar una vivienda adecuada.

Las medidas de protección preventivas en las zonas afectadas durante el incendio habrían contribuido a reducir la exposición de la población local. La utilización de los equipos de bomberos también reducirá la exposición de dicha población.

Aunque la exposición de los bomberos y las poblaciones locales se amplía potencialmente e incluye todos los químicos mencionados anteriormente, en la mayoría de casos se trataría de exposiciones breves y con efectos de salud agudos. En vista de que el incidente ocurrió hace un mes, este informe se centra en los PCB, las dioxinas y los furanos, así como las PFAS debido a su mayor toxicidad sobre la salud humana, su permanencia y su toxicidad a largo plazo. Aunque son tóxicos, este informe no cubre otros contaminantes como metales, SO₂, COV o HAP, si bien es recomendable, en el caso de que haya más información en el futuro, asesorar sobre los riesgos para la salud de estos contaminantes.

5.2 Vías de exposición para la población en general

La principal vía de exposición de la población a las dioxinas y a los PCB similares a las dioxinas, es a través de la ingesta de alimentos (p. ej., productos lácteos, pescado, huevos y grasas de animales), y los niveles se ven afectados por una serie de factores, incluyendo la dieta, la edad, cambios en el peso del cuerpo, el historial de amamantamiento y otros factores ambientales. También pueden ser inhalados si están presentes en la atmósfera, pero es una forma de exposición menor para la población en comparación a la comida. Las concentraciones de suero de los PCB se han identificado para reflejar las exposiciones pasadas acumuladas en la población en general (ATSDR, 2011). Debido a la lipofilidad de estos compuestos, tienden a verse absorbidos por los sedimentos y suelos, haciendo poco posible su presencia en el agua y que los contaminantes se acumulen en las partes más altas de la cadena alimenticia.

La población que vive cerca de las instalaciones donde se han detectado PCB pueden recibir exposiciones de PCB más altas en relación con la población en general. Estas exposiciones pueden ser a través de la ingestión, la inhalación o el contacto con la piel (ATSDR, 2000).

La exposición laboral puede conllevar también mayores niveles de PCB y, en este caso, las vías principales de exposición son la inhalación y la piel. Los PCB se evaporan lentamente a temperatura ambiente y su volatilidad puede incrementarse dramáticamente con pequeñas subidas de temperatura. El equipamiento que contiene PCB puede sobrecalentarse y estos compuestos pueden evaporarse en cantidades significativas, creando un riesgo de inhalación que, en condiciones de mala ventilación, puede llevar a un mayor riesgo de inhalación en los trabajadores. Los PCB son altamente lipofílicos y pueden absorberse a través de la piel tras el contacto con equipos contaminados, agua y suelos.

Tabla 5. Síntomas asociados a la exposición por PCB, dioxinas y furanos.

Vía de exposición	Dioxinas	Furanos	PCB
Piel	Irritación Cloracné	Irritación	Irritación Cloracné
Tejidos conjuntivos	Irritación	Irritación	Irritación
Vía respiratoria	Irritación, tos, ronquera	Irritación	Irritación Tos
Vía digestiva	Irritación Nauseas, vómitos y diarrea	Irritación Nauseas, vómitos y diarrea	Irritación Nauseas, vómitos y diarrea
Vía neurológica	Parestesias y disestesias	Parestesias y disestesias	Parestesias y disestesias Dolor de cabeza

Fuente: Ejemplos de exposiciones a raíz de los incidentes químicos.

5.3 Ejemplos de exposición después de los incidentes químicos.

La mayoría de los estudios sobre los efectos de la exposición de los seres humanos a las dioxinas provienen de casos de exposiciones laborales y en residencias particulares. En muchos de estos casos hay pocos datos o ningún dato preciso sobre la exposición, sin monitoreo de los niveles de exposición o dosis internas (Pederson et al., 2012).

Hay pocos estudios registrados relativos a la exposición de PCB después de accidentes químicos en lugares donde se almacenan transformadores, entre los informes existentes podemos citar los siguientes:

- Elo et al. (1985) investigaron las consecuencias para la salud de la exposición a altos niveles de PCB debido a la explosión de varios condensadores que contenían PCB (ref. 99, 100) y unas pocas horas después de la explosión, la concentración de PCB en el aire era de 8000-16 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($8\text{-}16 \times 10^6 \text{ ng}/\text{m}^3$). Tres días después de la explosión, el nivel de PCB en suero de los trabajadores que hacían la limpieza de descontaminación del lugar era de 30 $\mu\text{g}/\text{l}$ (30 000 ng/l). Probablemente estos trabajadores también habían estado expuestos a los dibenzofuranos clorados durante la limpieza, a lo cual pudieron haberse atribuido los efectos en la salud.

Los síntomas agudos en estos trabajadores fueron irritación de la nariz, ojos, piel, y tracto respiratorio, y síntomas generales como náuseas, dolor de cabeza y vértigo. Los exámenes de la función hepática revelaron un incremento pasajero de varias enzimas. Después de la explosión, algunos trabajadores experimentaron parestesia en las extremidades. Los exámenes neurofisiológicos realizados entre 2 y 6 meses después del accidente revelaron que las velocidades de conducción en fibras nerviosas sensoriales estaban leve y transitoriamente reducidas.

- Stark et al. (1986) publicaron un estudio de 52 sujetos expuestos a un derrame de PCB en un edificio de oficinas que resultó de la explosión de un transformador, sin fuego posterior. Los exámenes de laboratorio, incluyendo el de enzimas hepáticas, resultaron comunes y corrientes: el nivel medio de PCB en suero fue de 7,0 µg/L (7000 ng/l) en los sujetos expuestos. La formación de dioxinas en el momento de la explosión es factible. Se asociaron a la exposición a los PCB irritación de la piel temporal y enrojecimiento (Stark et al., 1986).

5.4 Toxicidad

La toxicidad de las dioxinas y los furanos varía mucho entre compuestos. La mayoría de ellos al encontrarse en niveles bajos de concentración en el medio ambiente no constituyen riesgo para la salud, pero, 17 de ellos son motivo de preocupación. El compuesto más tóxico es el 2, 3, 7, 8-TCDD, que se usa de referencia para clasificar la toxicidad de los demás congéneres del grupo y se calcula utilizando el enfoque de los Factores de Equivalencia Tóxica Internacionales (ITEF, por sus siglas en inglés). Se considera que unos 12 PCB también contienen toxicidad similar a la TCDD y se conocen como PCB similares a la dioxina.

Es importante destacar que, según los estudios realizados hasta la fecha, no todas las dioxinas tienen el mismo potencial tóxico y algunas se consideran sin importancia clínica. Además, se ha descrito que una ingesta diaria mensual de 70 pg/kg/mes es tolerable, y se considera que esta es la cantidad de dioxinas que se puede ingerir a lo largo de la vida sin que se produzcan efectos detectables en la salud.

Las dioxinas y furanos son tóxicos por vía de inhalación, ingestión o contacto dérmico. Algunos síntomas iniciales después de la ingestión incluyen náuseas, vómitos, diarrea y dolores abdominales. La inhalación de polvo o espray que contenga partículas de TCDD puede irritar el tracto respiratorio y las membranas mucosas. La exposición de la piel a TCDD o a su disolvente puede irritar la piel e incluso generar lesiones papulosas predominantes en cara, similares al acné, llamado cloracné.

La ingestión de dioxinas en humanos puede llevar a efectos adversos en la piel, incluyendo acné severo y persistente (cloracné) e irritaciones de la piel. Cloracné es una enfermedad grave de la piel que afecta principalmente al rostro y a la parte superior del cuerpo con manchas similares a las del acné, que pueden durar años, después de la exposición.

El cloracné se desarrolla generalmente de una a tres semanas después de la exposición, aunque podrá aplazarse durante varias semanas (existen informes entre las 8 y 12 semanas posteriores a la exposición). Entre una y tres semanas después de la exposición, aparece, por lo general, el cloracné, aunque puede tardar en aparecer varias semanas. El cloracné es difícil de curar y puede generar lesiones importantes en la piel.

La exposición de los ojos al polvo o spray que contiene TCDD puede irritar los ojos causando conjuntivitis. Otros efectos de la exposición a muy altos niveles de dioxinas incluyen disfunción hepática y daños en los sistemas nervioso e inmunológico. La exposición por diferentes vías también puede acarrear cambios en la sangre, la orina, alteraciones en la función hepática e incluso daños en el hígado o cambios en los niveles hormonales.

La exposición a altos niveles de dioxinas puede causar vómitos, diarrea, infecciones pulmonares y daños en los sistemas nervioso e inmunológico. Algunos efectos sistémicos incluyen dolores de cabeza, mareos y náuseas.

El TCDD también produce una gama de efectos tóxicos en el sistema reproductivo, relacionados tanto con la fertilidad como con el desarrollo de toxicidad en animales. Se han observado daños hepáticos en individuos que han estado expuestos a altos niveles de dioxinas y la exposición de niños a las dioxinas se esperaría que produjera efectos similares a los que están expuestos los adultos, aunque ellos parecieran ser más sensibles que los adultos.

El TCDD se clasifica como un cancerígeno. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) ha clasificado el TCDD como causante de cáncer en los humanos. Sin embargo, ha concluido que no es fácil clasificar las otras formas de dioxinas en cuanto a su posibilidad de causar cáncer en los humanos. La mayoría de los estudios sobre los efectos en los humanos por la exposición a las dioxinas provienen de casos de exposición por accidente, laborales o en residencias particulares. En muchos de estos casos, existen muy pocos o ningún dato, como tampoco existe monitoreo de los niveles de exposición o las dosis internas (ATSDR, 1998).

5.5 Niveles medidos en seres humanos

Una alta exposición a los PCB causa dermatitis y un debilitamiento general ocasionado por los efectos tóxicos en varios órganos de los diferentes sistemas, incluyendo el sistema nervioso y metabólico, el inmunológico, el endocrino, las funciones de desarrollo y la reproducción (Pedersen et al., 2012). Estos efectos se explican en parte por la contaminación de furanos. Unos bajos niveles de exposición ambiental de la población en general a través de alimentos o agua contaminados no puede asociarse con una enfermedad de un caso individual, pero existen evidencias, sobre todo de estudios con animales, de que los PCB que son similares a las dioxinas son cancerígenos, principalmente causantes de cáncer del hígado y de las tiroides (Pedersen et al., 2012).

El mecanismo asumido no es genotóxico y por lo tanto se puede determinar un umbral o nivel sin efectos perniciosos para la salud. Asimismo, unos bajos niveles de exposición en la población contribuyen a la incidencia de déficits sutiles de desarrollo neurológico en niños, inhibición del sistema inmunológico, retardo en el crecimiento y problemas reproductivos y crecientes riesgos de diabetes tardía (tipo II), aunque las evidencias son limitadas y en parte discutibles. Se ha puesto mucho empeño en investigar los cambios en las funciones hepáticas debido a la exposición a los PCB. Una serie de estudios transversales sobre el tema han dado resultados discutibles. En general, los datos sugieren que una alta exposición a los PCB puede causar leves cambios en la función hepática, probablemente como resultado de la inducción al metabolismo de las enzimas del hígado. La mayoría de las enzimas del hígado que se reportaron se encontraron en un rango normal.

Debido a la alta persistencia y volatilidad de estos compuestos, se considera que casi todo el mundo ha estado expuesto a PCB, dioxinas y furanos porque están presentes en todo el medio ambiente y la población probablemente posea cantidades detectables en su sangre, grasa y leche materna. Se ha estimado que alrededor del 90-% del total de las exposiciones de los seres humanos a los PCB proviene de la ingesta de comida, principalmente de origen animal (Alexander et al., 2005), y pescado. Los PCB, las dioxinas y los furanos provenientes de estas fuentes consisten principalmente en congéneres de los PCB mas altamente clorados acumulados en la cadena alimenticia que se encuentran en la leche materna en concentraciones relativamente altas. Los bebés que tienen como fuente principal de alimento la leche humana en consecuencia tendrán una ingesta mucho más alta que los adultos.

5.6 PFAS

Los químicos sulfonatos de alquilo-perfluorados per y polifluorados (PFC), o más específicamente sustancias ácidas sulfónicas perfluoroalquiladas (PFAS), constituyen un amplio grupo de químicos que se han utilizado desde los años 50 del siglo XX como ingredientes o intermediarios de surfactantes y protectores de superficies para una gama de aplicaciones industriales y de consumo. Durante la última década, varias PFAS han sido reconocidas como altamente persistentes, potencialmente bioacumulativas y tóxicas. Además, muchas PFAS han sido detectadas a nivel global en el medio ambiente, la biota, los humanos y los alimentos. Inicialmente, se dio mayor atención a los ácidos perfluorooctanoicos (PFOA) y a los ácidos perfluoroa octano sulfónicos (PFOA), dos PFAS químicas que se encuentran comúnmente en el medio ambiente, la biota, los humanos y en la mayoría de aquellos estudiados con relación a la toxicidad y ecotoxicidad. Últimamente se ha prestado mayor atención también a otras PFAS (OCDE, 2013).

Estos compuestos son tóxicos para la vida acuática, con efectos de larga duración, no son degradables abióticamente, o por biodegradación aeróbica o anaeróbica y, por lo tanto, son muy persistentes en el medio ambiente.

La inhalación podría causar irritación en el tracto respiratorio. En casos severos de irritación, debidos a inhalación, pueden derivar en daño agudo en los pulmones, lo cual podría verse retrasado en su inicio durante un periodo de entre 24-72 horas. También se pueden dar dolores de cabeza, mareos, debilidad o náuseas. La ingestión puede causar irritación o quemaduras, acidez del esófago o del tracto gastrointestinal. La exposición dérmica puede derivar en irritación de la piel. La exposición ocular puede causar irritación en los ojos. Los pacientes deberán ser tratados condescendentemente y con apoyo.

La exposición a estas sustancias se puede reducir si se contienen las aguas contaminadas y se evita el escurrimiento, a fin de dar un tratamiento posterior especializado. También es importante el monitoreo de la calidad del agua a fin de conocer si las concentraciones exceden las directrices de calidad del agua. El valor de referencia de la calidad de agua potable es de 0.3 µg/l. La presencia de en el medio ambiente no siempre conlleva una exposición de los humanos pero si estos están expuestos se debe tratar a los pacientes con apoyo y condescendencia.

5.7 Resultados y observaciones

Hasta el día 20 de noviembre, de la información recibida del laboratorio Diez Gill de muestras de sangre de los bomberos que actuaron en el incendio de Laurelty, se ha reportado un total de 418 muestras de sangre analizadas, de las cuales 104 han dado valores positivos por encima del nivel de detección (< 1 ng/ml o 1 ppb). También han analizado niveles en la sangre de 101 empleados de la ANDE de los

cuales todos han salido negativos. El laboratorio continúa analizando muestras de sangre de personas de la zona, así que la información estará más completa cuando se termine este proceso.

De las muestras de sangre que han dado valores positivos, la mayoría tiene niveles inferiores a 5 ng/ml (71-%), y el resto valores superiores a 5 ng/ml (29-%). El valor máximo es de 28,3 ng/ml y los demás están por debajo de 13 ng/ml. Se han hecho muchos estudios en distintos países del mundo para obtener la línea base de exposición a PCB y comparar estos con los niveles medidos cerca de sitios que pueden tener niveles más elevados de contaminación. En general, los niveles de PCB en sangre suelen ser inferiores a 5 ng/ml, aunque se han medido niveles superiores cuando hay exposiciones más altas causadas por la exposición crónica debido a, por ejemplo, focos de contaminación localizada (Herrick et al., 2011). Es difícil comparar estos valores con los límites laborales porque estos están relacionados con la exposición por inhalación (ng/m^3), mientras que los niveles en sangre están medidos en ng/ml de sangre. Se podría modelar la exposición por aire basándose en los niveles obtenidos en sangre, pero se necesitaría más información para poder estimar este valor y compararlo con el límite laboral.

Los valores presentados en el párrafo anterior están basados en la suma de los valores individuales de cada PCB medido en la sangre. El laboratorio Diez Gill también obtuvo información sobre los congéneres que estaban presentes en la sangre, aunque hasta el momento no han podido calcular las concentraciones individuales de cada congénere. Esta información es importante, ya que permite analizar con más detalle las diferencias que existen entre las muestras de sangre y también permite calcular la toxicidad relativa a 2, 3, 7, 8-TCDD.

Algunas muestras de sangre tienen niveles de congéneres más tóxicos (PCB 105, 114, 77) pero se necesitaría información sobre la concentración de cada uno para calcular el TEQ total. Además sería necesario tener información sobre los niveles de dioxinas y furanos, ya que estos pueden contribuir al TEQ total.

Es interesante observar que el perfil cromatográfico de los bomberos es distinto al que se suele observar cuando la mayor exposición proviene de la ingesta de comida. Se han medido niveles de los siguientes congéneres 8, 37, 52 y 60, que normalmente están relacionados con exposición de ingesta no dietaria (los PCB que provienen de los alimentos suelen ser congéneres más clorinados). El perfil de distintos grupos de bomberos varía; la mayoría tiene niveles del congénere 52 y un grupo significativo también tiene niveles del congénere 60; también hay un grupo minoritario que tienen medidas de los congéneres 37 y 8. Esto puede ser un reflejo de las exposiciones recibidas ya que los distintos equipos de bomberos habrán trabajado en distintos lugares y con distinto tiempo de exposición y horarios de trabajo. No hay información para analizar esto con más detalle.

El mapeo es fundamental para poder concluir qué grupos de bomberos estaban en los distintos grados de exposición. Los resultados de los congéneres encontrados en la sangre comúnmente se presentan en personas que han estado expuestas a eventos como el sucedido en la ANDE, por lo cual se puede suponer que estos niveles elevados corresponden al grado de exposición del cuerpo de bomberos. Sin embargo para poder definir mejor la fuente es necesario hacer más valoraciones tanto de laboratorio (de las personas) como en el sitio del siniestro y sus alrededores (por ejemplo, valores en suelos). También es importante obtener información sobre las dioxinas y furanos ya que son más tóxicos y por hoy no tenemos ninguna información sobre los posibles niveles a los que hayan estado expuestos durante el evento.

Además de los bomberos, hay información sobre los niveles en sangre de la población normal expuesta, sumada a los de los periodistas y los trabajadores de la empresa ANDE, pero hoy por hoy solo hay información sobre los congéneres relativa a los bomberos.

6 Salud pública ambiental

6.1 Constataciones

Después del incendio ocurrido el 14 de octubre en el depósito de transformadores obsoletos de la ANDE ubicado en San Lorenzo, y hasta el 6 de noviembre de 2015, se realizó un recopilación de casos, mediante consulta y encuestas entre la población ubicada en un perímetro de 1 km alrededor del punto del incendio, basada en la definición de caso específica para el evento,³ reportándose los siguientes resultados:

Existen divergencias entre los datos suministrados por tres agencias diferentes en el momento de la evaluación de la comisión técnica:

Tabla 6. Balance de informaciones sobre personas expuestas, según diferentes agencias.

	CNToX	Vigilancia ⁴	Laboratorio Díaz GIL
Total	323	252	418
Hombres	239	N.D.	N.D.
Mujeres	84	N.D.	N.D.

Fuente: CNToX, Dirección de Vigilancia del MSPBS y Laboratorio Díaz Gill.

Adicionalmente, algunos de los bomberos voluntarios poseen resultados de laboratorio pero no existe registro de haber sido encuestados por la Dirección de Vigilancia de la Salud o evaluados por los servicios del CNToX, con lo que el análisis de datos y las recomendaciones se harán de acuerdo con la información suministrada por cada organismo. Partiendo de la información recibida, se considera que existe un alto riesgo de tener casos sospechosos sin ficha de investigación, personal valorado con resultados de exposición a PCB sin valoración clínica y casos duplicados dentro de la investigación. No existen resultados de dioxinas y furanos debido a que el país no cuenta con la tecnología implantada.⁵

³ Definición de caso: «Las que estuvieron expuestas al evento en fecha 14 de octubre de 2015 o que viven en un radio aproximado de 1000 metros de la zona afectada y que presenten eritema cutáneo, acné (comedones con o sin pústulas en cara y/o zonas expuestas) y parestesias (hormigueo) o dificultad respiratoria en forma inmediata (dentro de las 24 horas del evento) o en el transcurso de una semana posterior al evento.» (Ministerio de Salud. Evento: Incendio en el depósito de la ANDE del 15 octubre de 2015 en San Lorenzo, Paraguay).

⁴ Respecto a los Datos de Vigilancia, el informe N10 del 6 de noviembre de 2015 reporta un total de 8370 entrevistas realizadas con 252 casos sospechosos. Según la información suministrada por el CNToX, no todos los bomberos fueron registrados con ficha de investigación, algunos fueron analizados directamente por el laboratorio sin ser entrevistados y/o recibido valoración toxicológica o clínica.

⁵ El único laboratorio acreditado en Suramérica para la evaluación de muestras ambientales y clínicas de dioxinas, furanos y PFOS es CETESB, en São Paulo, Brasil.

Después de la intervención realizada de manera interdisciplinaria se recolectaron las siguientes informaciones (con corte a 2 noviembre de 2015):

- Periodo de recopilación de casos: del 16 de octubre al 1 de noviembre de 2015
- Número de personas evaluadas mediante encuesta: 8732
- Número de casos sospechosos: 252
- Número de viviendas y edificaciones visitadas: 665
- Relación de personal entrevistado y casos sospechosos (véase la tabla 7)

Tabla 7. Resultados de la búsqueda activa de casos hasta el 2 de noviembre de 2015.

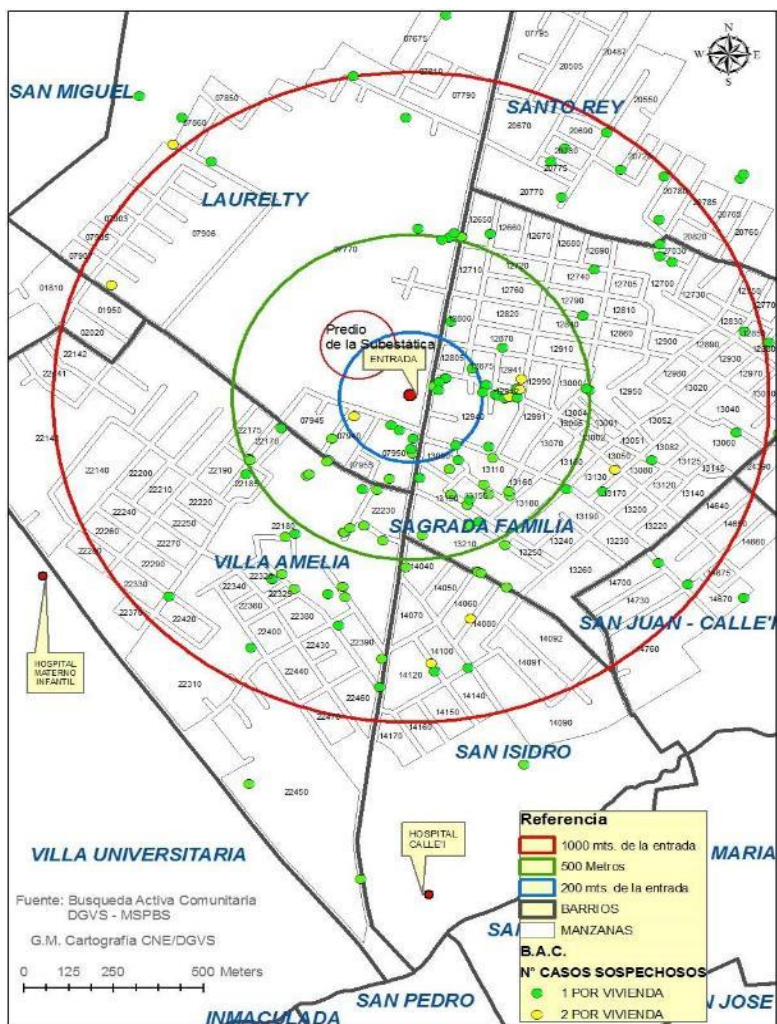
Ocupación	Entrevistas realizadas	Casos sospechosos
Bomberos	224	54
Prensa	32	6
Funcionarios SEME	9	0
Residentes de la zona (BÚSQUEDA ACTIVA EN LA COMUNIDAD)	8421	188
Funcionarios ANDE	10	0
Policía	15	0
Otro	21	4
TOTAL GENERAL	8732	252

Fuente: Dirección de Vigilancia del MSPBS.

De las 8732 fichas recogidas, la mayoría se realizó mediante encuesta casa por casa (visitando los predios alrededor), realizando visitas a un total de 665 predios (búsqueda activa en la comunidad), sobre los cuales se pudo obtener información del 56-% (372 predios). La zona sobre la cual se realizaron las encuestas se determinó trazando un radio de 1 km alrededor del punto de entrada de la empresa ANDE, de manera general, considerando los riesgos de la población a este respecto y partiendo de la definición de caso propuesta para el siniestro.⁶

⁶ Definición de caso sospechoso: «Las que estuvieron expuestas al evento en fecha 14 de octubre de 2015 o que viven en un radio aproximado de 1000 metros de la zona afectada y que presenten eritema cutáneo, acné (comedones con o sin pústulas en cara y/o zonas expuestas) y parestesias (hormigueo) o dificultad respiratoria en forma inmediata (dentro de las 24 horas del evento) o en el transcurso de una semana posterior al evento».

Imagen 14. Mapa de ubicación de casos sospechosos en el incendio en la ANDE recopilados entre el 28 y el 29 de octubre de 2015.



Fuente: Informes del Ministerio de Salud Pública (2015).

Según los informes de la Dirección de Vigilancia de la Salud de Paraguay, se realizó un seguimiento a un total de 235 casos sospechosos por vía telefónica de los 252 casos reportados a 2 de noviembre, de los cuales un 92,7-% (**218/235**) respondieron al llamado. Del grupo que atendió el seguimiento telefónico, el **29,8-% (65/218)** consultaron en distintos centros asistenciales, además de tener informes de un **25,2-% (55/218)** que reportaron continuar con síntomas en el momento de la llamada.

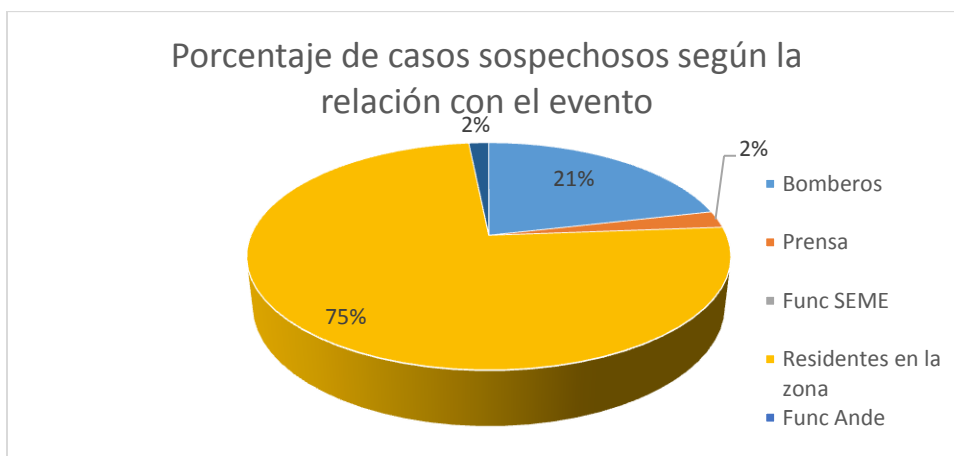
Los datos del informe epidemiológico número 10 de la Dirección de Vigilancia de la Salud se anexan a este informe (anexo 7).

6.1.1 Caracterización de casos sospechosos

Se capturaron 252 casos sospechosos que reunían el criterio y la definición de caso establecida. El 75-% (188 casos) corresponde a personas que residen en la zona, el 21-% (54) a bomberos voluntarios, un 2-% (6) a personal de prensa y otro 2-% (4) a otros sospechosos que consultaron en distintos servicios. Del total de casos sospechosos, el 52-% (131) corresponden al sexo femenino y el 48-% (121) al masculino. No se cuenta con información que permita estratificar los expuestos y los casos sospechosos por grupos etáreos.

De las 8732 fichas recogidas, la mayoría se realizó mediante encuesta casa por casa, realizando visitas a un total de 665 predios (búsqueda activa en la comunidad), sobre los cuales se pudo obtener información del 56-% (372 predios). La zona sobre la cual se realizaron las encuestas se determinó trazando un radio de 1 km alrededor del punto de entrada de la empresa ANDE, de manera general, considerando los riesgos de la población a este respecto y partiendo de la definición de caso propuesta para el siniestro [4].

Imagen 15. Grafica que representa el porcentaje de casos sospechoso según el informe del MSPBS.



Fuente: Informes del Ministerio de Salud Pública (2015).

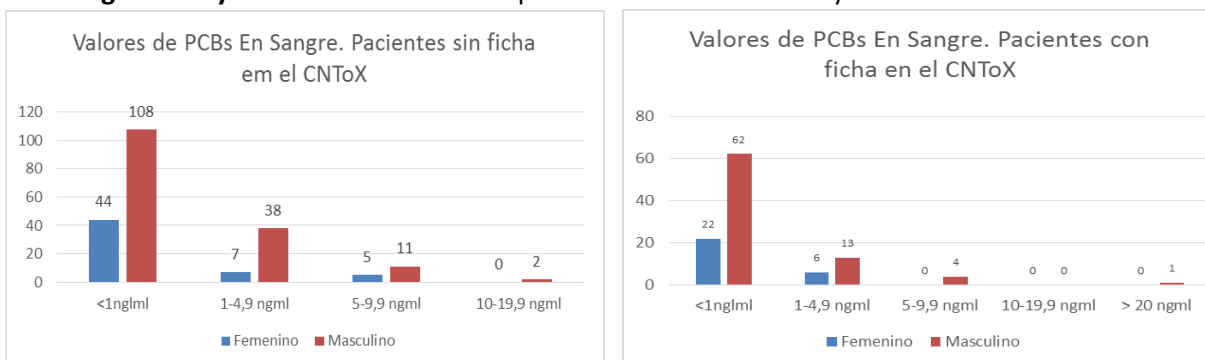
Entre la población analizada se encontraron dos casos de mujeres embarazadas con gestación menor a 6 meses.

Partiendo de la definición de caso, los casos sospechosos reportaron síntomas que se agruparon en tres grandes categorías: respiratorios, lesiones en piel y neuropatías periféricas, y fueron reportados también síntomas como conjuntivitis, dolor de cabeza, picazón de garganta y náuseas.

Según el tiempo de aparición de los síntomas, hubo casos que reportaron su aparición de manera inmediata (en las primeras 24 horas) y de manera mediata (después de 24 horas). Algunos casos fueron reportados de manera tardía. Están pendientes los resultados estadísticos del MSPBS.

Respecto de los casos reportados al Centro Nacional de Toxicología (CNToX), se encontró que de los 323 casos reportados, un 66,6-% (215 casos) no contaban con ficha de investigación epidemiológica del evento y el restante 33,4-% (108 casos) contaba con ficha de registro y caracterización. Todos los casos evaluados por el centro de toxicología fueron analizados para determinar la presencia de PCB en sangre.

Imágenes 16 y 17. Número de casos reportados en el CNToX con y sin ficha clínica.



Fuente: Informes del CNToX (noviembre de 2015).

6.1.2 Prevención y promoción de acciones de salud pública en la población

Se debe considerar que la población expuesta tiene un riesgo mayor que la población no expuesta de desarrollar alteraciones de salud relacionadas con la exposición a contaminantes orgánicos persistentes, sin que esto signifique que se vayan a presentar necesariamente estas enfermedades. El riesgo como medida indica un aumento en la probabilidad, no una condición de causalidad. En el caso de exposición a contaminantes orgánicos persistentes, se debe considerar que el riesgo es mayor que en la población normal expuesta a niveles encontrados en los alimentos, el aire y el suelo.

Aunque el radio de trabajo considerado fue de 1 km alrededor del área del incidente, debe ser ampliado el rango de búsqueda de sospechosos a áreas de dispersión asociadas al penacho de humo generado, debido al mayor riesgo de esta población, como se evidencia en la imagen del mapa de simulación de la dispersión de los vientos. Véase el mapa número 8 en el anexo de mapas y láminas.

Las recomendaciones están orientadas a reforzar los mecanismos de vigilancia ordinaria sobre la población expuesta y sobre los casos sospechosos, a través del fortalecimiento de las acciones de vigilancia pasiva y de la capacidad institucional y comunitaria.

Deben integrarse las acciones de las agencias de vigilancia sobre temas de salud ambiental desde la Secretaría del Medio Ambiente junto al Ministerio de Salud y viceversa.

Debe mantenerse la comisión conformada para la emergencia y generar un informe único que refleje realmente el número de casos sospechosos, la población en riesgo, la población con análisis por laboratorio y los casos confirmados.

Tabla 7. Acciones de salud ambiental que deben desarrollarse frente al Siniestro en la ANDE.

ACCIONES	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Vigilancia general de la población	Encuesta poblacional de riesgo	Recomendaciones Programas de PyP	Capacitación personal sanitario sobre COP
Vigilancia de expuestos	Evaluación clínica y por laboratorio	Recomendaciones Programas de PyP Estrategias IEC	Establecer una cohorte de estudio
Vigilancia de casos sospechosos	Evaluación clínica y por laboratorio	Recomendaciones Programas de PyP Estrategias IEC Control los 2 primeros años	Establecer una cohorte de estudio Seguimiento laboral de sospechosos
Vigilancia de casos confirmados	Evaluación clínica y por laboratorio	Recomendaciones Programas de PyP Estrategias IEC Control por laboratorio (3,6,12 y 24 meses)	Medidas de reeducación de hábitos Seguimiento x 10 años

Fuente: Basado en el análisis del grupo técnico interinstitucional (2015).

7 Resultados finales

7.1 Conclusiones

Las entidades encargadas de hacer cumplir las regulaciones ambientales, deben definir herramientas para monitorear el cumplimiento de las leyes, normativas y convenios internacionales. Así mismo, se debe brindar acompañamiento técnico a la SEAM y la ANDE para que apliquen las recomendaciones abajo propuestas. En algunos casos, se requerirá mayor profundidad de análisis y muestreo para ser conclusivos sobre el estado ambiental.

Los transformadores ubicados en la zona y los residuos deben gestionarse de forma adecuada inmediatamente, especialmente aquellos que, como resultado del fuego y de un posterior análisis, se determine que contienen PCB.

Asumiendo las mismas condiciones del suelo bajo el área afectada por el incendio, se puede asumir que el traslado de contaminantes a las capas más profundas del suelo en dirección a las aguas subterráneas es posible.

La misión, desafortunadamente, no contó con acceso a información como muestreos, informes de consultores previos, análisis de laboratorios y documentación relevante que les permitiera ser más conclusivos en sus análisis situacionales. La información de salud debe ser actualizada para un mejor análisis de la población expuesta, los casos sospechosos y la exposición laboral.

La SEAM ha mostrado su preocupación por definir una ruta que le permita brindar una solución definitiva al problema del depósito de transformadores y garantizar un entorno ambientalmente saludable a la población circundante, además del cumplimiento de sus compromisos internacionales. Por ello, debe coordinar los esfuerzos conjuntamente con la Comisión Interinstitucional creada para la respuesta, con el fin de generar sinergias para la aplicación de las recomendaciones más urgentes, y definir un plan estratégico a medio y largo plazo. Dicho plan deberá ser presentado a la cooperación

internacional con el fin de establecer alianzas, obtener apoyo y la movilización de recursos para la ejecución del plan.

El país debe reforzar su actuación sanitaria en los temas de seguimiento poblacional, manteniendo y aumentando las estrategias de promoción y prevención, así como integrar estrategias de capacitación del personal médico y paramédico en la detección de casos y la asociación de síntomas y signos.

Se entiende que este siniestro representa una oportunidad única para comenzar a trabajar en la definición e instrumentación de un sistema de gestión ambientalmente adecuado que atienda el ciclo integral de la empresa eléctrica ANDE de modo que eventos de esta naturaleza puedan ser evitados o al menos minimizados.

Ha de tenerse en cuenta que en el incendio se generaron pérdidas totales estimadas en 6000 transformadores de distribución, de un total de los 20 000 que se encontraban averiados o fuera de uso, pero que habría en Paraguay una cantidad estimada total de 80 000 equipos en servicio y fuera de uso, entre transformadores y capacitores, habiéndose identificado, entre otros extremos, que no existen controles suficientes que permitan evitar la contaminación cruzada y así tomar las medidas necesarias para que el problema no siga creciendo.

En este contexto, se estima que resultó siniestrado un total de 3000 toneladas, de las cuales se estima que aproximadamente unas 900 toneladas se encuentran contaminadas con PCB (210 toneladas) o han de considerarse de ese modo en base a un principio de precaución (700 toneladas). En lo que se refiere al aceite, la cantidad no ha de exceder las 40 toneladas, dado que gran parte del mismo entró al ambiente a consecuencia del incendio, siendo las vías de acceso principales el aire, el suelo y el agua.

Las recomendaciones a corto plazo indicadas en el documento tienen por objetivo gestionar los residuos generados por el incendio, mientras que las recomendaciones a medio plazo apuntan a aplicar una gestión ambientalmente adecuada.

7.2 Recomendaciones

Las recomendaciones realizadas por los expertos están basadas en la experiencia, la información secundaria, las entrevistas y visitas de campo. En el anexo 10 se pueden encontrar recomendaciones más detalladas basadas en cada sección (p. ej., el impacto del incendio, el medio ambiente, los contaminantes y la salud ambiental). La columna «Término» indica los plazos sugeridas de tiempo: un periodo inicial de 12 semanas (corto plazo), 2 años (medio plazo) y superior a 10 años (largo plazo).

Tabla 8. Recomendaciones a corto, medio y largo plazo.

	Índice	Término	Recomendaciones	Responsable
Impacto del incendio en las instalaciones eléctricas	RCP-PCB-01	Corto plazo	Realizar un inventario completo de los equipos siniestrados.	ANDE
	RCP-PCB-02	Corto plazo	Definir y llevar adelante la extracción de muestras.	ANDE
	RCP-PCB-03	Corto plazo	Clasificar los equipos y aceites según su concentración de PCB.	ANDE
	RCP-PCB-04	Corto plazo	Iniciar licitación internacional para la gestión de equipos y aceites PCB o contaminados con PCB.	ANDE
	RCP-PCB-02	Corto plazo	Definir y llevar adelante la extracción de muestras.	ANDE
	RCP-PCB-05	Corto plazo	Gestión de equipos y aceites libres de PCB.	ANDE
	RCP-PCB-06	Corto plazo	Gestión de suelos y arenas contaminados con PCB.	ANDE
	RCP-PCB-07	Corto plazo	Gestión de EPP contaminados con PCB.	ANDE
	RMP-PCB-08	Medio plazo	Impedir la entrada de PCB al sistema.	ANDE

	RMP-PCB-09	Medio plazo	Dimensionar la situación.	ANDE
	RMP-PCB-10	Medio plazo	Elaborar una base de datos.	ANDE
	RMP-PCB-11	Medio plazo	Evitar la contaminación cruzada.	ANDE
	RMP-PCB-12	Medio plazo	Desarrollo de la capacidad analítica y entrenamiento de personal.	ANDE
	RMP-PCB-13	Medio plazo	Investigar la reclasificación.	ANDE
	RMP-PCB-14	Medio plazo	Almacenamiento de equipos y aceites.	ANDE
	RLP-PCB-15	Largo plazo	Cooperación internacional.	
Ambiental	RCP-MAF1	Corto plazo	Retirar los transformadores del sitio inmediatamente..	ANDE
	RCP-MAF2		Suelo: tomar muestras de la superficie y de un perfil para evaluar el riesgo para la salud humana través de las diferentes vías de acceso. Tomar muestras de arena.	ANDE
	RCP-MAF3		Cubrir el suelo después de muestrearlo apropiadamente para evitar propagaciones por lluvia y viento.	ANDE
	RCP-MAF4		Identificar áreas contaminadas en función de los análisis.	ANDE
	RCP-MAF5		Retirar los tambores con arena contaminada de acuerdo con la concentración de contaminantes.	ANDE
	RCP-MAF6		Tomar las medidas apropiadas (p. ej., retirar la contaminación, identificar zona de exclusión, otras medidas de acuerdo con el nivel de contaminación).	ANDE
	RCP-MAF7		Agua: evaluar la cantidad de lixiviado, modelar el destino y el comportamiento de los contaminantes, construir pozos de monitoreo de agua subterránea y mostrar el agua subterránea regularmente.	ANDE
	RCP-MAH1		Identificar la contaminación en el área de deposición del penacho de humo.	ANDE
	RCP-MAH2		Suelo: muestras de superficie y del perfil para evaluar el riesgo para la salud humana según las diferentes vías de acceso. Tomar muestras de los alrededores para tener una línea de base de la concentración.	ANDE
	RCP-MAH3		Identificar áreas contaminadas basadas en los análisis.	ANDE
	RCP-MAH4		Tomar las medidas apropiadas (p. ej., retirar la contaminación, identificar zonas de exclusión y otras medidas de acuerdo con el nivel de contaminación).	ANDE
	RCP-MAH5		Construir pozos de monitoreo de agua subterránea dependiendo de los resultados.	ANDE
	RCP-MAH6		Muestrear regularmente el agua subterránea.	ANDE
Salud Pública y Ambiental	RCPSAP1	Corto plazo	Obtener información que permita calcular y comparar los niveles en sangre con los niveles laborales de exposición.	DIGESA
	RCPSAP2	Corto plazo	Analizar un mayor número de congéneres que permitan identificar la fuente de contaminación humana y obtener información sobre los niveles de suelo.	DIGESA
	RCPSAP3	Corto plazo	Establecer estrategias y protocolos de información, educación y comunicación dirigidos a personas que presenten niveles de PCB en sangre mayores de lo normal y a la población en general.	SEAM/DIGESA
	RCP SAP6	Corto plazo	Vigilancia pasiva de sospechosos a corto y medio plazo, y de la población expuesta a largo plazo, dentro de las acciones sanitarias normales.	DIGESA
	RCP SAP7	Corto plazo	Desarrollo de estrategias de Información, educación y comunicación (IEC) en la comunidad y en las instituciones sanitarias.	SEAM/DIGESA
	RCP SAP8	Corto plazo	Seguimiento poblacional a través de los sistemas de vigilancia sanitaria.	MSPBS
	RCP SAP9	Corto plazo	Mantener las estrategias del país sobre promoción y prevención.	DIGESA
	RCP SAP10	Corto plazo	Coordinar las acciones de la Secretaria del Medio Ambiente con el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.	DIGESA
	RMPSAP6	Medio plazo	Definir la línea base comparativa entre la población no expuesta frente a la población expuesta, lo que permitiría contar con niveles	DIGESA

			base y el grado de afectación del personal involucrado en el incendio y los vecinos de las zonas aledañas.	
	RMPSAP7	Medio plazo	Desarrollar métodos de análisis que permitan medir los PCB, las dioxinas y los furanos en el lípido de sangre.	DIGESA
	RMP SAP11	Medio plazo	Seguimiento a expuestos.	DIGESA
	RLPSAP4	Largo plazo	Desarrollar un plan de muestreo para determinar el grado de exposición a dioxinas y furanos y obtener la línea base de exposición a PCB, dioxinas y furanos.	SEAM/DIGESA
	RLPSAP5	Largo plazo	Analizar y definir el grado de exposición del personal de primera respuesta y de funcionarios de la ANDE y de la población en la zonas más expuestas.	SEAM/DIGESA

8 Referencias

- 1 Herrick RF, Meeker JD and Altshul L (2011), Serum PCB levels and congeners profiles among teachers in PCB-containing schools: a pilot study. *Environmental Health*, 10: 56. Disponible en <http://www.ehjournal.net/content/10/1/56>.
- 2 Bente Chr, Heinzow B, Jessen H, Mohr S, Rotard W: Polychlorinated Biphenyls. Indoor air contamination due to thiokol-rubber sealants in an office building. *Chemosphere* 1992, 25: 1481-1486.
- 3 Kohler M, Tremp J, Zennegg M, Seiler C, Minder-Kohler S, Beck M, Lienemann P, Wegmann L, Schmi P: Joint sealants: an overlooked diffuse source of polychlorinated biphenyls in buildings. *Environ Sci Technol* 2005, 39: 1967-1973.
- 4 Harrad S, Hazrati S, Ibarra C: Concentrations of polychlorinated biphenyls in indoor air and polybrominated diphenyl ethers in indoor air and dust in Birmingham, United Kingdom: implications for human exposure. *Environ Sci Technol* 2006, 40: 4633-4638.
- 5 Gabrio T, Piechotowski I, Wallenhorst T, Klett M, Cott L, Friebel P, Link B, Schwenk M: PCB-blood levels in teachers, working in PCB-contaminated schools. *Chemosphere* 2000, 40: 1055-1062.
- 6 Schwenk M, Gabrio T, Papke O, Wallenhorst T: Human biomonitoring of polychlorinated biphenyls and polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofuranes in teachers working in a PCB-contaminated school. *Chemosphere* 2002, 47(2): 229-233.
- 7 Johansson N, Hanberg A, Bergek S, Tysklind M: PCB in sealants are influencing the levels in indoor air. *Organohalogen Compounds* 2001, 52: 436-439.
- 8 Broding HC, Schettgen T, Goen T, Angerer J, Drexler H: Development and verification of a toxicokinetic model of polychlorinated biphenyl elimination in persons working in a contaminated building. *Chemosphere* 2007, 68: 1427-1434.
- 9 Petersen et al 2012 - Danish study
- 10 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (1998). Toxicological Profile for Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins. US department of Health and Human Services. Atlanta, EE. UU.
- 11 Concise International Chemical Assessment Document 55. Polychlorinated biphenyls: Human health aspects. International Programme on Chemical Safety (IPCS), Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 2003.
- 12 ANDE 2013: Estudio de impacto ambiental preliminar, proyecto adecuación ambiental de las instalaciones de la ANDE ubicadas en Laurely, San Lorenzo.
- 13 ANDE octubre 2015: Informe Técnico N.º 2, Cumplimiento de medidas de prevención y mitigación. Siniestro de transformadores en desuso: Complejo Laurely.
- 14 Comunicado de prensa interinstitucional N.º 1.
- 15 Comunicado de prensa interinstitucional N.º 2.
- 16 Agencia Alemana del Medio Ambiente (2013). Guía: Environmentally responsible use of fluorinated fire-fighting foams. (Uso ambiental responsable de espumas fluoradas para el combate de incendios.) <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/guide-environmentally-responsible-use-of>

- 17 OCDE 2013, OCDE/PNUMA Grupo Global de perfluorocarburos (PFC por sus siglas en inglés), documento de Síntesis sobre químicos per y polifluorados (PFCs), Medio Ambiente, Salud y Seguridad, Dirección Ambiental, OCDE-Organización de Cooperación y Desarrollo Económico. OECD 2013, OECD/UNEP Global PFC Group, Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCs), Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD.
- 18 SEAM 2012: Investigación de la Calidad del Agua, Cuenca Hídrica del Arroyo San Lorenzo, Departamento Central, Proyecto «Manejo Sostenible y Protección de las Aguas subterráneas en Paraguay» (PAS-PY).
- 19 DIGESA 2015: Informe de monitoreo, toma de muestras y análisis de calidad de agua potable y superficial, caso: incendio registrado en la sub-estática de la ANDE de San Lorenzo, Primer Muestreo – 19 de octubre de 2015.

9 Enlaces de interés

- OCDE (2013). Consultado el 19 de noviembre de 2015:
<http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/synthesis-paper-on-per-and-polyfluorinated-chemicals.htm>
- Las dioxinas y sus efectos en la salud humana
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/es/>
- https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/201024/UKRH_CI_publication_31st_May_2012_web2.pdf
- <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=1117&tid=237>
- http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/submissions/Comments_2006/sia/pfos.uk.risk.eval.report.2004.pdf

10 Anexos

Anexo 1. Solicitud de asistencia



TEKOHÁ
RESÁI
SAMBYHYHÁ
SECRETARÍA DEL
AMBIENTE



Nota N.G N°1286

Asunción, 29 de octubre de 2015.

Señor

Rolph Payet, Secretario Ejecutivo

Convenciones de Basilea, Rotterdam y Estocolmo

Ginebra, Suiza.

Tengo el agrado de dirigirme a Ustedes conforme a lo acordado en la teleconferencia desarrollada el día de ayer entre PNUMA, OCHA, UNITAR y técnicos de la Secretaría del Ambiente de la República del Paraguay, para exponer las necesidades específicas de asistencia tras el incendio ocurrido en nuestro país en fecha 14 de octubre del 2015, en los depósitos de transformadores en desuso de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), situado en la Ciudad de San Lorenzo - Paraguay.

Al respecto, en atención a las competencias de esta Secretaría de Estado, solicito de vuestra valiosa cooperación, con el objeto de abordar la gestión ambiental requerida para minimizar los eventuales Impactos Ambientales y Riesgos a la Salud Humana suscitados por el referido accidente, enviando una misión de expertos a nuestro país para asistirnos técnicamente en las siguientes áreas:

- 1. Evaluación y Gestión Riesgos Ambientales de Sitios contaminados por incendios, fugas o derrames de sustancias y residuos peligrosos con énfasis en PCBs.*
- 2. Gestión integral de Residuos Peligrosos con énfasis en PCBs.*
- 3. Evaluación y Gestión de Riesgos a la Salud Humana de Sitios contaminados por incendios, fugas o derrames de sustancias y residuos peligrosos con énfasis en PCBs.*

En espera de una respuesta favorable a lo solicitado me despido de Ustedes deseándoles éxitos a sus funciones.



Ing. Fta. Rolando de Barros Barreto
Ministro- Secretario Ejecutivo
Sambyhyhá

Anexo 2. Términos de referencia de la misión

Technical Support Fire at electrical station storing PCB equipment, Paraguay DRAFT Terms of Reference – 30 October UNEP/OCHA/PAHO

Background

On 14 October 2015 a fire occurred in the National Electricity Administration (ANDE) transformer depot in the Laurely - San Lorenzo municipality. The facility provides electricity to the country and is located in a densely populated metropolitan area 11 kilometers from the capital Asuncion.

At the depot, 20,000 transformers taken out of service were stored on uncovered ground and in the open air, on a property of 27 hectares. Analysis to determine the presence and quantity of polychlorinated biphenyls (PCBs) in the transformers was ongoing, with the aim to determine decontamination and disposal options for the equipment. By the time the fire occurred, approximately 6,500 analyses had been performed, through which 450 transformer sets had been identified to contain PCBs. These had been separated for further analysis in an external laboratory in order to verify the analysis results obtained by ANDE's laboratory. At the facility there is also a secure depot where transformers and debris from a 2007 explosion of reactors containing PCBs of the Acaray Hydroelectric Plant are stored. Similarly, covers, burned low-energy light bulbs, fluorescent, oils, and remnants of electrical and electronic equipment were also stored on the area.

The fire may have affected the stored transformers, capacitors and other equipment containing PCBs, which would have generated a large amount of dioxins and furans. Waste located at the area should be disposed of immediately, especially that produced as a result of the fire and that identified to contain PCBs. Paraguay does not have the capacity to process and/or incinerate PCB-containing waste meaning that the equipment should be exported to an accredited facility outside the country in accordance with international requirements. In terms of laboratory capacity, the ANDE laboratory can analyze oil samples and there is a privately owned laboratory which is working to establish protocols for conducting soil and water analysis.

On 23 October the Minister / Executive Secretary of the Paraguay Ministry of Environment officially requested the United Nations Environment Programme (UNEP) Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm (BRS) Conventions Secretariat for technical assistance and guidance to assess the impact of the event and to appropriately deal with the resulting waste.

UNEP, through the BRS Conventions Secretariat and the UNEP / Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA) Joint Environment Unit (JEU) subsequently offered technical assistance in the form of a technical support mission, in coordination with the OCHA and UNEP Regional Offices for Latin America and the Caribbean (ROLAC) and the Pan-American Health Organization (PAHO).

Objective

The objective of the technical support mission is to provide support to the national authorities to:

- Evaluate and provide recommendations for management of the environmental risks of the fire-affected sites as well as of any associated run-off, leaks, spills and waste

- Provide recommendations for the appropriate management of waste resulting from the incident – with specific emphasis on the issue of PCBs
- Assess and provide recommendations for management of human health risks of fire-affected sites as well as of any associated run-off, leaks, spills and waste
- Provide guidance and support to the site owner/operator and national authorities to reduce risk going forward

The mission is expected to spend two weeks in Paraguay, between 9-22 November (exact dates to be confirmed).

Responsibilities

The team will be composed of experts from JEU, UNEP, BRS and PAHO, working in close collaboration with representatives of the Ministry of Environment, the Ministry of Health and the National Emergency Secretariat, as well as the United Nations Development Programme in Paraguay.

A tentative team composition is provided below:

1. Team Leader: Ivonne Velasquez, Humanitarian Affairs Officer, OCHA Regional Office for Latin America and the Caribbean
2. Environmental expert (assessment and sampling) – Nannett Aust mobilized through JEU by the European Union Civil Protection Mechanism (UCPM)
3. Public health expert – Raquel Duarte-Davidson mobilized through JEU by the European Union Civil Protection Mechanism (UCPM)
4. Environmental Health Expert: Luis Francisco Sanchez Otero – mobilized through PAHO
5. Environmental expert (PCBs and waste management) – Claudia Cabal mobilized through BRS
6. National experts

The team will be responsible for:

- Under the overall guidance of the team leader, identifying and assessing the environmental and health impacts of the incident;
- Develop recommendations for minimizing environmental and health impacts of the incident;
- Review the developed sampling strategy (soil and water) with an emphasis on the assessment of risks to human health. The taking and analysis of samples is to be conducted locally, depending on laboratory capacity in terms of equipment and access to sampling preparation material, in addition to mechanisms of quality control for the type of analysis required.
- Evaluating the suitability of various waste management options and developing recommendations for the site operator and national authorities
- Exploring options for disposal of the waste with the focus on developing a sound follow-up project to deal with PCB-containing waste;
- Assessing the facility from an environmental and occupational safety perspective and provide guidance to the site owner/operator and national authorities to reduce risk going forward;
- Coordinating with local and national authorities and with international organizations present in country to identify links to ongoing projects and initiatives – ensuring that proposed recommendations are feasible and link to ongoing and planned initiatives.

The specific scope and outputs of the mission will be discussed and agreed upon in coordination with the local authorities, as well as the specific role and responsibilities of the various team members. An overview of roles and duties is given in the annexes.

Anexo 3. Perfiles de los equipos y cualificaciones

1. Team Leader

Responsibilities:

- Act as the link with the UN Resident Coordinator, UNEP and OCHA Regional Offices, JEU and the BRS
- Ensure overall coordination with national authorities, UN in country and other stakeholders involved in the incident
- Develop the mission Plan of Action and provide operational updates
- Provide strategic planning and direction to the team
- Ensure cohesion within the team and connection to related assessments and activities
- Act as focal point for security matters
- Be responsible for the development of a mission report, summarizing work conducted, findings and recommendations (using the JEU report template)

2. Environmental Expert – Assessment and Sampling

Responsibilities:

- Collect necessary background information on the surroundings (water, soil) as well as the incident and the response, including interpretation of conducted sampling and analysis results;
- Based on available information, provide technical expertise and scientific information to national authorities to the extent and nature of possible contamination;
- Assess sampling (strategies, implementation and results) conducted by the national authorities and work with the Environmental Assessment and Health Experts to develop recommendations for improving / conducting further sampling and monitoring. The focus of samples should be to identify risks to human health, with a secondary focus on the long-term impact on the environment;
- Provide an initial assessment of the environmental impact of the fire and response actions;
- Assess the environmental risk of the fire-affected sites as well as of any associated run-off, leaks, spills and waste;
- Provide recommendations on the management of risk going forward;
- Work with the Health Expert to develop consolidated recommendations for the management of health risk from environmental contamination;
- Support the Team Leader in the development of recommendations for the medium and longer-term recovery from the incident.
- Note: The Environmental Expert is not expected to be involved in sampling, but rather to provide oversight and support to national authorities responsible for sampling and analysis. The mission is not expected to cover the cost of laboratory analysis but rather to evaluate existing capacities and to provide recommendations for strengthening existing laboratory capacities. Should sampling and analysis be required in order for the mission to develop its recommendations, the mission should as soon as possible develop a sampling plan, specifying necessary equipment, procedures and costs for this. The plan will be submitted to donors and stakeholders for considerations.

Qualifications:

- Solid background – minimum 5 years - in environmental sciences / management and environmental impact analysis, with proven experience in environmental risk assessment;

- Higher education in environmental sciences, environmental engineering, natural resources management, applied sciences, engineering or similar;
- Knowledge of chemicals management and chemical risk assessment, experience in persistent organic pollutants and PCBs is an asset;
- Familiarity with the development of a sampling plan, sampling and assessment and interpretation of results.
- Familiarity with rapid environmental assessment tools and frameworks, familiarity with the Flash Environmental Assessment Tool (FEAT) is an asset;
- Ability to distinguish immediate response actions from medium to long-term mitigation, rehabilitation and reconstruction activities;
- Familiarity with identification, storage, transport, handling and production of hazardous materials;
- Ability to coordinate with international and local agencies involved in disaster response;
- Ability to rapidly assess basic needs and local capacities;
- High motivation, coupled with an ability to improvise effectively in rapidly changing situations with minimal guidance and support;
- Team skills required for working in a multi-disciplinary, multi-national team in field conditions of hardship with an ability to assume authority as and when needed;
- Availability for short-notice mobilization (within 6 to 48 hours) and must be able to stay in the field for up to 3 weeks;
- Background in environmental sciences, chemistry, disaster management, engineering, industrial safety, handling of hazardous materials, or related fields;
- Fluency in English and Spanish;
- Knowledge of MS Windows and MS Office and ability to operate standard IT and communications equipment.

3. Public Health Expert

Responsibilities:

- Assess and provide recommendations for management of human health risks of fire-affected sites including its surrounding populated areas, as well as of any associated air emissions and contaminated dust in the households or any building with human activities, run-off, leaks, spills, and waste;
- Collect information on potential population exposed and identify population groups at risk;
- Identify all contaminants of concern, including congeners and metabolites, and provide information of their health effects;
- Identify possible exposures pathways;
- Based on environmental sampling, estimate doses of exposure pre - during and post-event;
- Identify and answer all community concerns;
- Provide guidance and support to the site owner/operator and national authorities to reduce risk going forward;
- Provide public health recommendations, and guidance for follow-up of the affected population groups.

Qualifications and skills:

- Higher education in any health related field, with specialization in public health, and experience in public health risk assessment;

- Knowledge in toxicology would be desired;
- Ability to distinguish immediate response actions from medium to long-term mitigation, rehabilitation and reconstruction activities;
- Ability to rapidly assess basic needs and local capacities;
- High motivation, coupled with an ability to improvise effectively in rapidly changing situations with minimal guidance and support;
- Team skills required for working in a multi-disciplinary, multi-national team in field conditions of hardship with an ability to assume authority as and when needed;
- Availability for short-notice mobilization (within 6 to 48 hours) and must be able to stay in the field for up to 3 weeks;
- Availability for additional follow-up, collaboration and editing of mission report after the official mission deadline;
- Good communication skills;
- Fluency in English and Spanish;
- Knowledge of MS Windows and MS Office and ability to operate standard IT and communications equipment.

4. Environmental Expert – PCBs and waste management

Responsibilities:

- Collect necessary background information on the incident and the response (affected equipment and chemicals)
- Evaluate the impact of the incident on electrical equipment stored in the area
- Assess the quantity and type of waste produced by the incident
- Provide recommendations for the appropriate management of waste resulting from the incident – with specific emphasis on the issue of PCBs
- Provide guidance and support to the site owner/operator and national authorities to reduce risk going forward
- Evaluate the opportunities for developing a specific project to deal with the hazardous waste – providing authorities with recommendations going forward

Anexo 4. Cronograma de trabajo de la misión

	Actividades	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Reunión de equipo	x														
2	Reunión de trabajo con DIGESA y VIGILANCIA		x													
3	Reunión SEAM		x													
4	Visita alrededores ANDE			x												
5	Reunión con entidades de gobierno involucradas en el incendio			x												
6	Informe de equipo															
7	Revisión de documentación secundaria				x											
8	Reunión con Coordinadora Residente				x											
9	Teleconferencia con ECHO				x											
10	Elaboración de piezas gráficas				x											
11	Trabajo del equipo sobre las constataciones de la información secundaria					x	x									
12	Trabajo con ANDE: inventarios, impacto ambiental, impacto en la salud							x								
13	Visita a bomberos								x							
14	Visita al Centro Toxicológico (CNTOX)								x							
15	Visita al laboratorio DIGESA								x							
16	Reunión con el Ministerio de Salud - Datos de análisis de sangre								x							
17	Visita al laboratorio DIGESA								x							
18	Reunión con el Ministerio de Salud - Datos de análisis de sangre								x							
19	Visita de campo									x						
20	Trabajo de equipo - estructuración del informe final							x	x	x	x	x				
21	Presentación del informe a la SEAM											x				
22	Revisión del informe (equipo)												x	x	x	
23	Entrega del informe (primer borrador)															x

Anexo 5. Disposiciones legales, acuerdos internacionales y obligaciones legales en Paraguay

Tabla A5-1. Disposiciones legales en Paraguay.

Disposición legal	Año	Título
Ley N.º 436	1994	Carta Orgánica Departamental
Ley N.º 3966	2010	Orgánica Municipal
		Art. 12, sobre el derecho de legislar en materias tales como suministro de agua, alcantarillas, aguas recreativas y control de actividades industriales consideradas insalubres y/o peligrosas, en lo que se refiere a salud pública, y la preservación, conservación recomposición y mejoramiento de los recursos naturales significativos.
		Art. 225, sobre la coordinación de planes y estrategias con las municipalidades, a fin de armonizarlas con el Plan de Desarrollo Sustentable del Municipio.
		Art. 226, sobre el Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial como orientador del uso y ocupación del territorio en el área urbana y rural del municipio.
Ley N.º 836 – Código Sanitario	1980	CAP. VI – De los daños por accidentes – Art. 42. TIT. II- De la Salud y el Medio - CAP I – Del Saneamiento Ambiental – De la contaminación y Polución – Art. 66, 67, 68. CAP. IV- De la Salud ocupacional y del Medio Laboral – Art. 86, 87, 88, 89. CAP.VIII – De los campamentos... – Art. 103. CAP. II – De la salud y el desarrollo económico y social – Art. 140.
Ley N.º 42	1990	Prohíbe la importación y utilización de residuos peligrosos o basuras tóxicas
Ley N.º 294 De	1993	Evaluación de Impacto Ambiental. Art. 5. De las actividades que requieren EIA.
Ley N.º 567	1995	Que aprueba el Convenio de Basilea.
Ley N.º 716	1996	Que sanciona los delitos contra el medio ambiente.
Ley N.º 2333	2004	Que aprueba el convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes.
Ley N.º 1.100	1997	De prevención de la polución sonora. Arts. 5 y 9.
Ley N.º 1.334	1998	Que establece normas de defensa del consumidor.
Ley N.º 1.561	2000	Que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente. Art.14 inc. i. Autoridad de aplicación de la Ley N.º 294/93EVI A.
Decreto N.º 11.670	2000	Por el cual se aprueba el Reglamento de la Ley N.º 1533/2000.
Decreto N.º 18.317	2002	Por el cual se designa a la SEAM como punto focal nacional del Convenio de Estocolmo.
Decreto N.º 10071	2007	Por el cual se fijan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la exposición de las personas a las radiaciones No Ionizantes (RNI).
Resolución N.º 1190	2008	Que establece medidas para la gestión de PCB dentro del territorio nacional.
Ley 3.956 / 2009	2009	Gestión integral de los residuos sólidos.
Decreto 453	2013	Por el cual se reglamenta la Ley N.º 294/1993 de Evaluación de Impacto Ambiental y su modificatoria, la Ley N.º 345/1994, y se deroga el Decreto N.º 14.281/1996.
Resolución SEAM N.º 245	2013	Sobre el procedimiento de aplicación del Decreto 453/2013 a los proyectos ingresados por el anterior reglamento de la Ley 294/93.
Resolución SEAM 2155	2005	Por la cual se establecen las especificaciones técnicas de construcción de pozos tubulares destinados a la captación de aguas subterráneas.
Resolución N.º 222	2002	Establece parámetros de calidad de agua de cursos hídricos superficiales de la República de Paraguay.
Ley N.º 1160	1997	Código Penal del Paraguay
Ley N.º 3239	2007	De los Recursos Hídricos del Paraguay.

Decreto N.º14, 1992 Reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina del trabajo.
390

Fuente: Legislación y firma de acuerdos por parte de la República del Paraguay.

Tabla A5-2. Principales acuerdos internacionales en los que la República de Paraguay participa.

CONVENIO	AÑO DE FIRMA	
Estocolmo (Contaminantes Orgánicos Persistentes).	octubre 12 de 2001	LEY 2.333/04
Rotterdam (consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos).	enero 06 de 2004	LEY 2135/03
Basilea	junio 01 de 1995	LEY 567/95
Minamata	febrero 10 de 2014	
Reglamento Sanitario Internacional (RSI)	junio 16 de 2007	

Fuente: Legislación y firma de acuerdos por parte de la República del Paraguay.

5.1 Plan de Mitigación de Pasivos Ambientales

Los PCB constituyen una de las sustancias incluidas en el Convenio de Estocolmo. El compromiso de acuerdo al Convenio es retirarlos fuera de uso a más tardar en el año 2025 y eliminar las existencias a más tardar en el 2028.

El Convenio de Estocolmo sobre COP, que tiene por objetivo proteger el medio ambiente y la salud humana frente a los COP, fue firmado por Paraguay en el mes de mayo de 2001 y ratificado por Ley 2333 del 6 de Enero de 2004. Entró en vigor el 17 de Mayo de 2004. Desde el año 2006 la ANDE viene trabajando en el Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo (bajo la coordinación de la SEAM).

Actualmente, los residuos y equipos de la ANDE sospechosos de contener PCB se encuentran en los depósitos de seguridad construidos por la ANDE (Complejo Laurelty - San Lorenzo), lugar del incidente el 14 de octubre de 2015, donde existe una gran cantidad de transformadores averiados y aceites en desuso que necesitan ser muestreados y analizados para determinar la presencia y el contenido de PCB.

Al respecto, cabe señalar que es una prioridad para la ANDE contar con el inventario de PCB, ya que la factibilidad de método de eliminación de los PCB, debe considerar criterios como escala, nivel de contaminación, tecnologías disponibles, costos y requerimientos legales.

En términos de capacidad de laboratorio, el laboratorio de la ANDE puede analizar muestras de aceite y hay un laboratorio privado que trabaja para establecer protocolos para la realización de análisis de suelo y agua y un laboratorio nacional que realiza muestras en agua, con capacidad para realizar muestras en suelo y lodos.

5.2 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La ANDE ha presentado un Plan de Control Ambiental conforme a la Nota DEIA N.º 2320 del 18-7-12, posteriormente se complementa el informe con la presentación de una adenda a solicitud de la SEAM por DGCCARN 1551/2013 del 6-5-13. Tras la promulgación del Decreto N.º 453 del 8 de octubre de 2013, a través del cual se reglamenta la Ley N.º 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental y se deroga el Decreto N.º 14.281/96, y considerando asimismo la promulgación de la Resolución SEAM N.º 245/13, la Secretaría del Ambiente emitió la Nota DGCCARN N.º 767/2013, solicitando a la ANDE la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Preliminar.

En la situación actual del predio, los impactos negativos significativos están vinculados con la naturaleza, tamaño y cantidades de los materiales y los diferentes tipos de actividades que se llevan a cabo en el predio. Además, los posibles vuelcos o derrames que pueden ocurrir durante las tareas de manipulación, transporte interno, almacenaje de equipos y sustancias, tareas de almacenamiento y mantenimiento de instalaciones. Asimismo, la ocurrencia de fallos en las instalaciones, o casos de contingencias atribuibles a fallos humanos, accidentes de tipo industrial o debido a fenómenos naturales, así como aquellos relacionados con una incorrecta aplicación del Plan de Gestión Ambiental. Cabe resaltar que el MSPBS había advertido a la ANDE y a la SEAM acerca de los riesgos potenciales para la población por la acumulación de equipos obsoletos en el predio de la ANDE en San Lorenzo.

La ANDE refiere que si bien los residuos y equipos contaminados con PCB, e incluso aquellos sospechosos de contener PCB, se encuentran resguardados en depósitos especiales, aislados y con todas las medidas de seguridad, a la espera de su tratamiento y eliminación, existen impactos negativos sobre el medio físico, debido al sistema de almacenamiento de los transformadores de distribución averiados y en desuso que permanecen al aire libre, ocupando una superficie considerable del predio. Debe mencionarse que, si bien se han realizado mejoras en cuanto al sistema de vigilancia de esta área, se han ordenado los equipos almacenados y se han mejorado los controles para detectar posibles fugas de aceite, no se han podido efectuar estudios específicos que generen datos en cantidad y calidad para descartar la contaminación del área y del entorno. Esta situación ha sido priorizada para su atención a través del Plan de Mitigación de Pasivos Ambientales que ya tiene un avance significativo y que se detalla dentro del Plan de Gestión Ambiental que se incluye como parte del Plan de Gestión Ambiental del Proyecto.

5.3 Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Plan de Gestión Ambiental del Proyecto contiene el diseño del sistema propuesto para la administración ambiental del complejo, a fin de lograr su sostenibilidad. El Plan de Gestión Ambiental establece las pautas para el manejo ambiental del Proyecto, a través de la definición de las medidas preventivas, correctivas o de compensación, según sea el caso, que deben aplicarse para reducir los impactos ambientales negativos pronosticados; asimismo, la determinación de requerimientos y responsabilidades para su cumplimiento, los plazos involucrados y los costos asociados.

El Plan se encuentra estructurado en un Plan de Mitigación, donde se presentan las medidas que se implementarán para el manejo ambiental de las instalaciones existentes, así como también aquellas que se vayan a construir. En el momento del incidente, dicho plan se encontraba en la fase de revisión de las acciones de Mitigación que deben aplicarse.

5.4 Licencia ambiental

La licencia ambiental para la ANDE incorpora la ejecución del Plan de Mitigación de Pasivos Ambientales, que tiene por objetivo el fortalecimiento de capacidades para gestionar adecuadamente los aceites dieléctricos de transformadores, la eliminación de las existencias de compuestos clorados, particularmente los PCB, y la recuperación ambiental del sitio.

El Plan tiene como marco de trabajo el Convenio de Estocolmo. Esta eliminación debe ser efectuada en instalaciones especiales existentes en países como Inglaterra, Francia y Finlandia. Para la ejecución de este plan en el Complejo Laurelty - San Lorenzo, se cuenta con el financiamiento del BID, a través de los préstamos 1535/OC-PR y 2891/OC-PR, firmados en los años 2006 y 2013, respectivamente.

Dentro del mencionado plan, la ANDE ha ejecutado varios componentes, como es la elaboración de normativas internas, la capacitación de técnicos y profesionales en técnicas de muestreo, análisis y transporte de mercancías peligrosas, tanto en el exterior como dentro del país. Además, se ha instalado un laboratorio con todo el equipamiento necesario para realizar análisis por cromatografía gaseosa, se ha acondicionado un vehículo para el transporte de muestras y se ha contratado personal técnico que, una vez adiestrado convenientemente, ha iniciado las tareas de muestreo y análisis de aceites dieléctricos de manera ininterrumpida desde el mes de junio de 2014.

Se cuenta, asimismo, con un sistema informático diseñado para el registro en tiempo real de todos los datos de equipos con aceites dieléctricos, que permitirá el registro, en tiempo real, de todos los datos técnicos y eventos, con el fin de obtener la trazabilidad de los mismos.

En estos componentes se ha invertido hasta la fecha un total aproximado de 2 500 000 USD (fondos de préstamos más contrapartida local).

Durante los años 2015 y 2016, el plan prevé la construcción de obras de infraestructura consistentes en depósitos para recepción y almacenamiento de equipos eléctricos, dotados de todas las instalaciones necesarias desde el punto de vista ambiental y de seguridad, además de pozos de monitoreo de agua subterránea, por un monto total aproximado de 470 000 USD.

Además, está prevista la eliminación de existencias de aceites y residuos con PCB, por un total de 1 320 000 USD, y se implementará el sistema informático, para lo cual está en proceso la adquisición de equipos por un monto total aproximado de 100 000 USD.

A medio plazo, el Plan de Pasivos Ambientales de la ANDE contempla realizar la recuperación ambiental del predio ubicado en San Lorenzo.

5.5 Análisis de Riesgo

La licencia establece que la ANDE debió realizar la evaluación de riesgos en 2014 para adecuar sus sistemas de prevención de incendios. Según informó la ANDE, la entidad asumió que dicha evaluación sería realizada por el cuerpo de Bomberos Voluntarios del Paraguay (CBVP), en el marco de un convenio suscrito con esta institución. Sin embargo, no fue realizada por ninguna de las entidades.

Anexo 6. Listas de asistencia a reuniones



TEROHA
RESAL
SECRETARÍA DEL
AMBIENTE



COMISIÓN TÉCNICA DE ASISTENCIA A REUNIONES

PLANILLA DE ASISTENCIA

Tema: Nision BRS - OCNA - PAHO ON Fecha: 11-11-15 HORA: 14:00hs
 LOCAL: GAB

Nº	Nombre y Apellido	Institución	e-mail - teléfono	Firma
1	Ivonne Velásquez	OCHA	+505 86343504 ivonne.velasquez@undp.org	<i>Ivonne Velásquez</i>
2	Alicia E. Benítez P.	DGGA/SEAM	abenit007@hotmail.com	<i>Alicia Benítez</i>
3	Sandra Ferrández	DGGA/SEAM	sandraoc7@hotmail.com	<i>Sandra Ferrández</i>
4	Gilda Ma. Torres	SEAM	g_mtorres@live.com	<i>Gilda Ma. Torres</i>
5	Claudia Cabal	UNEP	ccc@montevideo.com.uy	<i>Claudia Cabal</i>
6	Arnoldo Mundo	DGGA/SEAM	arnoldobremonte@boltonmail.com	<i>Arnoldo Mundo</i>
7	Trujillo, Fabián Ortiz	DEJA/SEAM	fabianortiz@hotmad.com	<i>Fabián Ortiz</i>
8	Maureen Aust	UNEP	nannett.aust@uba.de	<i>Maureen Aust</i>
9	Rosael Duarte-Davidson	UNEP	rosael.duarte-davidson@phs.gov.uy	<i>Rosael Duarte-Davidson</i>
10	Ksara Elizacete Gomez	SEAM	ksara.elizacete@gmail.com	<i>Ksara Elizacete Gomez</i>
11	Guillermo Ferrer	SEAM	guillermo.ferrer@hainan.com	<i>Guillermo Ferrer</i>
12	Colonia León	SEAM/BASILEA	colonialeon@yaho.com	<i>Colonia León</i>
13	Ulises Lovato	SEAM/DGA	ulovato@seam.gov.py	<i>Ulises Lovato</i>
















PLANILLA DE ASISTENCIA

Tema: Reunión General con TODS las Organizaciones Involucradas

LOCAL: LAB - SEAM Fecha: 12/11/2015 HORA: 14:00

N°	Nombre y Apellido	Institución	e-mail - teléfono -	Firma
1	Ruth F. González	SEAM - DFAI	ruth.fabiana09@hotmail.com	
2	ROBERTO ARIAS	SEAM - DFAI	arias.roberto@hotmail.es	
3	Cep. Ruben Valdet	CBVP	ruvalfuego@hotmail.com	
4	Gloria González	CBUP	moni_gz@hotmail.com	
5	Rafael Valdez	C.BUP	robel.devaldezvaldez@hotmail.com	
6	Divina Mendaza	ANDE	divina_mendoza_cande.gov.py	
7	Ilma Fioe	SEAM - DOPCEH	Ilma.fioe@ovce.gov.py	
8	Gloria Ruus	ANDE	Gloria_ruas_cande.gov.py	
9	Edelina Duarte	SEAM	edelinaduarte@gmail.com	
10	Gilda Torres	SEAM	giltorres@live.com	
11	Rocio Vely	ANDE	rocio_vely@cande.gov.py	
12	Stella Presentado	CNTax - MSP, BS	stelly61present@gmail.com	
13	Louvo Flori	DIGETA - MUN	floristolup@jphor.com	

Nº	Nombre y Apellido	Institución	e-mail - teléfono -	Firma
14	Gustavo González	DIGESA	990227@2mesdian	
15	Luis Leguizamón	DIGESA - MSPBS	leguiforest@outlook.com	
16	JORGE Galeano	OPS/OMS	galeanoj@paha.org	
17	Monica Urbieto	SEU	murbieto@conexion.com.py	
18	Olivia León	SEAM/DPE	OliviaLeón@yaho.es	
19	Lic. Malvina Caballero	OBVP	malvinaCaballero@gmail.com	
20	Joy. Patricia Ditz	SEAM	PatriciaDitz@hotmail.com	
21	Orlando Espinola	SEAM	orlandoespinola@yaho.com.ar	
22	Claudia Cabal	Secretaría BPS/UNEP	cec@montevideo.com.uy	
23	Ivonne Velásquez	OCHA	ivonne.velasquez@undp.org	
24	Margareta Ust	UNEP	margareta.ust@uba.de	
25	Eduarte	UNEP	raquel.duarte-dauid@unep.gov.uk	
26	José Francisco Sánchez Otero	OPS - OMT	francoj@ymail.com +55 61 81317770	
27				
28				
29				
30				

Anexo 7. Dirección de Vigilancia de la Salud

Parte Diario N° 10/2015

Fecha: Viernes 6/11/2015

SE: 44

Hora de corte: 17:00 hs.

DIRECCIÓN DE VIGILANCIA DE LA SALUD.

Vigilancia Activa: EVENTO ADVERSO "INCENDIO SUB ESTÁTICA DE LA ANDE"

A raíz del Evento ocurrido el día 14/10/2015, aproximadamente a las 17:40; donde se produjo un incendio en un depósito a cielo abierto de transformadores, en el local de la Sub estática de la ANDE.

El Ministerio de Salud Pública conformó un Comité de Emergencia; que está conformado por:

- ✓ Asistencia a la población (servicios; CNTox)
- ✓ Vigilancia (Monitoreo a la Población de riesgo)
- ✓ Investigación Ambiental (DIGESA)
- ✓ Comunicación.

Desde la Dirección de Vigilancia de la Salud las acciones realizadas a partir de la fecha 16/10/2015:

- ✓ Censo y búsqueda de casos sospechosos en la comunidad de la población afectada.
- ✓ Reportes y encuestas del personal expuesto en el lugar.

Definición de caso sospechoso.

"Las que estuvieron expuestas al evento en fecha 14 de octubre de 2015 o que viven en un radio aproximado de 1.000 metros de la zona afectada y que presenten eritema cutáneo, acné (comedones con o sin pústulas en cara y/o zonas expuestas) y parestesias (hormigueo) o dificultad respiratoria en forma inmediata (dentro de las 24 horas del evento) o en el transcurso de una semana posterior al evento."

Los datos se encuentran sujetos a modificación debido a procesos de verificación de la información, la investigación se encuentra en curso.

DATOS A LA FECHA 6/11/2015

Datos generales

Desde el 16 de octubre hasta la fecha se realizaron un total de **8.732** encuestas relacionadas con el evento, captándose un total de **252** casos sospechosos.

Tabla 1: Resumen

TOTAL GENERAL		
Relación con el evento	TOTALES	
	Total de entrevistas realizadas	Casos sospechosos
Bomberos	224	54
Prensa	32	6
Funcionarios SEME	9	0
Residentes de la Zona (BÚSQUEDA ACTIVA EN LA COMUNIDAD)	8421	188
Funcionarios ANDE	10	0
Policía	15	0
Otro	21	4
TOTAL GENERAL	8732	252

Laboratorio: informes de laboratorio recibido de análisis de detección de PCB's en sangre están por **debajo del límite*** inferior de toxicidad.

Valor de referencia: superior a 20 ng/ml de PCB's

DIRECCIÓN DE VIGILANCIA DE LA SALUD.

Vigilancia Activa: EVENTO ADVERSO "INCENDIO SUB ESTÁTICA DE LA ANDE"

A raíz del Evento ocurrido el día 14/10/2015, aproximadamente a las 17:40; donde se produjo un incendio en un depósito a cielo abierto de transformadores, en el local de la Sub estática de la ANDE.

El Ministerio de Salud Pública conformó un Comité de Emergencia; que está conformado por:

- ✓ Asistencia a la población (servicios; CNTox)
- ✓ Vigilancia (Monitoreo a la Población de riesgo)
- ✓ Investigación Ambiental (DIGESA)
- ✓ Comunicación.

Desde la Dirección de Vigilancia de la Salud las acciones realizadas a partir de la fecha 16/10/2015:

- ✓ Censo y búsqueda de casos sospechosos en la comunidad de la población afectada.
- ✓ Reportes y encuestas del personal expuesto en el lugar.

Definición de caso sospechoso.

"Las que estuvieron expuestas al evento en fecha 14 de octubre de 2015 o que viven en un radio aproximado de 1.000 metros de la zona afectada y que presenten eritema cutáneo, acné (comedones con o sin pústulas en cara y/o zonas expuestas) y parestesias (hormigueo) o dificultad respiratoria en forma inmediata (dentro de las 24 horas del evento) o en el transcurso de una semana posterior al evento."

Los datos se encuentran sujetos a modificación debido a procesos de verificación de la información, la investigación se encuentra en curso.

DATOS A LA FECHA 6/11/2015

Datos generales

Desde el 16 de octubre hasta la fecha se realizaron un total de **8.732** encuestas relacionadas con el evento, captándose un total de **252** casos sospechosos.

Tabla 1: Resumen

TOTAL GENERAL		
Relación con el evento	TOTALES	
	Total de entrevistas realizadas	Casos sospechosos
Bomberos	224	54
Prensa	32	6
Funcionarios SEME	9	0
Residentes de la Zona (BÚSQUEDA ACTIVA EN LA COMUNIDAD)	8421	188
Funcionarios ANDE	10	0
Policía	15	0
Otro	21	4
TOTAL GENERAL	8732	252

Laboratorio: informes de laboratorio recibido de análisis de detección de PCB's en sangre están por **debajo del límite*** inferior de toxicidad.

Valor de referencia: superior a 20 ng/ml de PCB's

Resultados de la Búsqueda Activa Comunitaria.

En fecha 2 de noviembre se realizó la última búsqueda activa comunitaria, **donde se culmina la búsqueda activa adicional de 500 metros alrededor del incendio**, cuyos resultados son los siguientes:

Resultados de la Búsqueda Activa	02/11/2015
VIVIENDAS ABIERTAS	83
VIVIENDAS CERRADAS	10
VIVIENDA RENUENTE	0
VIVIENDA ABANDONADA	0
BALDIO	10
IGLESIA	0
EDIF. EN CONSTRUCCIÓN	0
EDIF. PÚBLICOS	0
OTROS	1
Total	104

Seguimiento telefónico de los casos sospechosos, desde el 26 de octubre al de 5 de noviembre.

Se realizaron un total de 235 seguimientos telefónicos de casos sospechosos, donde el 92,7 % (218/235) respondieron al llamado. De éstos que respondieron al llamado, el 29,8 % (45/218) consultaron en distintos centros asistenciales; además un 25,2 % (55/218) respondieron que continúan con síntomas.

Determinación de PCB's en el marco del Programa de Vigilancia de Calidad de Agua Potable.

La **Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)**, reportó el 26 de octubre los resultados del monitoreo y análisis de Calidad de Agua con énfasis en la determinación de PCB's, en relación al incendio registrado en la Sub estática de la ANDE. El área de estudio abarca alrededor de un radio de 1 Km en relación al sitio siniestrado, para el monitoreo de fuentes de agua de consumo humano, incorporando agua de pozos excavados, perforados y red de abastecimiento de los barrios San Isidro, Villa Amelia, San Miguel y Laurelty de la ciudad de San Lorenzo. Además del monitoreo de calidad de agua de los arroyos San Lorenzo y Yukry.

De acuerdo con los análisis realizados, no se han detectado presencia de PCB's en las muestras analizadas.

Se recomienda que la **DIGESA** continúe con el monitoreo y análisis periódico de muestras de agua por un lapso de 2 años.

Resultados:

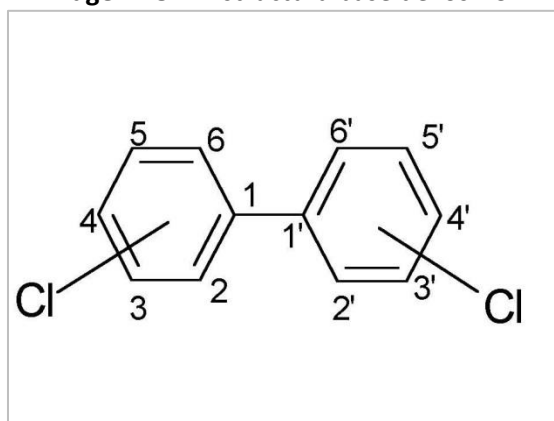
ANALISIS EN MUESTRAS DE AGUAS CON ENFASIS EN CONTENIDO DE PCB's- PRIMER MUESTREO 19/10/15	
Estaciones de muestreo	PCB's
M1 AGUA DE ESSAP-B° SAN ISIDRO	NO DETECTADO
M2 AGUA DE POZO-B° SAN ISIDRO	NO DETECTADO
M3 AGUA POZO- B° SAN ISIDRO	NO DETECTADO
M4 AGUA DE ARROYO SAN LORENZO- B° SANTA MARIA	NO DETECTADO
M5 AGUA DE ARROYO SAN LORENZO- ZONAS NACIENTES	NO DETECTADO
M6 AGUA DE ESSAP-B° VILLA AMELIA	NO DETECTADO
M7 AGUA POZO- B° VILLA AMELIA	NO DETECTADO
M8 AGUA POZO-LAURELTY	NO DETECTADO
M9 AGUA DE AGUATERIA-LAURELTY	NO DETECTADO
M10 AGUA POZO-LAURELTY, SAN LORENZO	NO DETECTADO
M10 AGUA POZO-LAURELTY, LUQUE	NO DETECTADO

Anexo 8. Caracterización del destino y el comportamiento de los contaminantes

8.1 Bifenilos policlorados (PCB)

En la actualidad, y en virtud de los acuerdos internacionales, no se fabrican más PCB, pero la población aún está expuesta a ellos a través del medio ambiente y los lugares de trabajo. Existen 209 congéneres de PCB con diferentes números de átomos de cloro y nivel de coronación. Debido a las propiedades de los PCB (p. ej., baja conductividad eléctrica, alta conductividad térmica y alta resistencia a la degradación térmica) históricamente se utilizaron en equipos de electricidad como condensadores. Los PCB se han usado en Paraguay en transformadores y otros equipos eléctricos hasta el 2004/5, y hay un proceso de eliminar los PCB de los aceites y los equipos contaminados con PCB (p. ej., los transformadores) en un periodo de tiempo que se extiende hasta el 2018 para completar la operación. A esto se debe que grandes cantidades de equipos y materiales que contienen PCB (con diferentes niveles de PCB) se hallen aún almacenadas aguardando su eliminación final.

Imagen A8-1. Estructura base de los PCB.



Fuente: Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria.

A 12 congéneres de los 209 PCB se los conoce como congéneres PCB similares a la dioxina, debido a que se comportan como dioxinas que demuestran actividad agonística de un receptor aril-hidrocarburo (AhR) en las células. La fuerza tóxica de estos PCB, como las 17 dioxinas y furanos, se expresa en Toxic Equivalent Factors (TEF) / Factores Tóxicos Equivalentes referidos a la más tóxica de las dioxinas/furanos, TCDD (2, 3, 7, 8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin), con un valor TEF de 1,0. Los doce PCB similares a la dioxina y sus TEF están en una lista incluida en la tabla 5 (OMS, 2005) y las concentraciones totales de las combinaciones técnicas se expresan como la suma de la toxicidad de los congéneres PCB individuales, Equivalentes Tóxicos (Toxic Equivalents, TEQ), multiplicando la concentración de cada congénere con su valor TEF.

Tabla A8-1. Factores Tóxicos Equivalentes.

Congéneres	FET
2,3,7,8-TCDD	1
PCB 77: 3,3', 4,4' — tetraclorobifenilo	0,0001
PCB 81: 3,4,4', 5 — pentaclorobifenilo	0,0003
PCB 126: 3,3', 4,4', 5 — pentaclorobifenilo	0,1
PCB 169: 3,3', 4,4', 5,5' — hexaclorobifenilo	0,03
PCB 105: 2,3,3', 4,44' -pentaclorobifenilo	0,00003
PCB 114: 2,3,4,4', 5 -pentaclorobifenilo	0,00003
PCB 118: 2,3,3', 4,4', 5 -hexaclorobifenilo	0,00003
PCB 123: 2', 3,4,4', 5 — pentaclorobifenilo	0,00003
PCB 156: 2,3,3', 4,4', 5 — hexaclorobifenilo	0,00003
PCB 157: 2', 3,3', 4,4', 5 — hexaclorobifenilo	0,00003
PCB 167: 2', 3,4,4', 5,5' — hexaclorobifenilo	0,00003
PCB 189: 2,3,3', 4,4', 5,5' -heptaclorobifenilo	0,00003

Fuente: OMS (2005).

8.2 Mezclas de PCB

Los PCB se han sintetizado como mezclas técnicas de congéneres PCB desde el año 1929 bajo diferentes nombres de marcas tales como Aroclor, Kanechlor, Askarel y muchas otras, cada una con una composición individual diferente de PCB. Dependiendo de las condiciones durante el proceso de síntesis, la proporción de cloro en los productos técnicos varía entre el 21 % y el 68 % de peso. Aunque el contenido de cloro sea el mismo, la composición exacta del congénere de las fórmulas comerciales varía de productor a productor, e incluso de una partida a otra del mismo fabricante. Las mezclas comerciales de PCB contenían impurezas de dibenzofuranos policlorados (PCDF, por sus siglas en inglés), naftalenos policlorados (PCN, por sus siglas en inglés), terfenilos policlorados (PCT, por sus siglas en inglés) y cuarterfenilos policlorados (PCQ, por sus siglas en inglés). La producción global acumulada de PCB se ha estimado en aproximadamente 1,3-1,5 millones de toneladas.

8.3 Dioxinas y furanos

La denominación general de las dioxinas y furanos se aplica a 210 compuestos que tienen estructuras similares denominadas dibenzo-*p*-dioxinas policloradas y dibenzo-*p*-furanos policloradas (PCDD y PCDF, por sus siglas en inglés), de los cuales la 2,3,7,8-TCDD es considerada la más tóxica. Hay 75 PCDD y PCDF 135 diferentes en función del número de átomos de cloro y de la sustitución. Las dioxinas no se fabrican, ya que no tienen fines comerciales, pero podrían generarse pequeñas cantidades como subproductos de la combustión de diversos químicos a temperaturas inferiores a los 950 °C. También se han detectado bajos niveles de dioxinas en el humo de los cigarrillos, la quema de basuras a cielo abierto y las emisiones de los vehículos de motor. Son elementos altamente estables en la naturaleza por lo que se consideran persistentes, al no ser parte de los ciclos biológicos de ninguna especie, y en algunos casos son potencialmente nocivos para la salud, por lo que están clasificados como Compuestos Orgánicos Persistentes (COP) .

Imagen A8-2. Estructura base de las dioxinas y los furanos.



Fuente: Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria.

8.4 Propiedades físico-químicas de las dioxinas, los furanos y los PCB

Los PCB y las dioxinas son lipofílicos y poseen una muy baja solubilidad en agua. Los congéneres de los PCB con niveles más bajos de cloración son más volátiles que aquellos con niveles más altos de cloración, y por ello los congéneres PCB de más baja cloración predominan en el ambiente del aire.

Los investigadores de muchas partes del mundo han revelado que existe una extensa distribución de PCB en el ambiente y que estos se transportan por el aire. Como muchos compuestos organoclorados, muchos de los congéneres son altamente persistentes y acumulativos dentro de la cadena alimenticia. Los PCB son combustibles a altas temperaturas y los productos derivados de la combustión incluyen a los PCDF. La pirolisis de los fluidos dieléctricos que contienen mezclas técnicas de PCB y clorobenzenos puede también resultar en la formación de PCDD.

8.5 Ácidos sulfónicos perfluoroalcanos (PFAS)

Los sulfonatos de perfluoroalquilo o perfluoroalquílicos (PFAS, por sus siglas en inglés) son sustancias químicas que contienen una o más moléculas o grupos de perfluoroalquílicos, $-C_nF_{2n+1}$. Los PFAS se dividen en dos subgrupos: PFAS no poliméricos y PFAS poliméricos.

Dentro del grupo de los PFAS no poliméricos, hay cuatro familias: (i) ácidos perfluoroalquilos (PFAA, por sus siglas en inglés), incluyendo, entre otros, los ácidos carboxílicos perfluoroalquílicos (PFCA, por sus siglas en inglés) y los ácidos sulfónicos perfluoroalcanos (PFSA, por sus siglas en inglés); (ii) compuestos derivados del fluoruro de sulfonilo perfluoroalcano (PASF, por sus siglas en inglés); (iii) compuestos basados en fluorotelómero (FT); y (iv) compuestos basados en per y polifluoroalquilo éter. Dentro del grupo de los PFAS poliméricos, diferenciamos entre (i) fluoropolímeros; (ii) la cadena lateral de polímeros fluorados y (iii) perfluoropoliéteres. Para obtener más información, véase OCDE (2013).

Ácidos carboxílicos perfluorados (PFCA, por sus siglas en inglés): PFAS no poliméricos, «PFAS de cadena larga» con 7 o más carbonos perfluoroalquílicos, tales como los PFOA (ácido perfluorooctanoico, por sus siglas en inglés (con 8 carbonos o PFCA)) y PFNA (ácido perfluorononanoico, por sus siglas en inglés (con 9 carbonos o C9 PFCA)).

En los siguientes capítulos se puede encontrar una descripción de las propiedades de las sustancias de los PFSA:

- **Permanencia:** Los ácidos sulfónicos perfluoroalcanos (PFSA) y los ácidos carboxílicos perfluoroalquílicos (PFCA) tienen alta permanencia en el ambiente. Los PFCA, los PFSA y otros de sus

precursores potenciales son omnipresentes en el ambiente, incluso en regiones remotas. Las cadenas cortas de PFCA y PFSA se transportan generalmente mejor que sus homólogos de cadenas largas, tienden a no permanecer en el suelo y ya han sido detectados en aguas subterráneas.

- **Bioacumulación:** Los PFCA y los PFSA tienden a bioacumularse en los seres vivos, han sido detectados alrededor del mundo en organismos, especialmente en pescados, osos polares y focas. La larga cadena de los PFCA son bioacumulables y pueden biomagnificarse en cadenas de comidas alimentarias terrestres. Varios PFSA y PFCA están presentes por lo general en la sangre de la mayoría de la población humana. Entre ellos, los ácidos perfluorooctanoicos (PFOA) y los ácidos sulfónicos perfluorooctanos (PFOS) son las especies que con más frecuencia se detectan. Tanto los PFOA como los PFOS poseen un alto tiempo de permanencia en la sangre humana de más de 1000 días. Los PFOA y los PFOS también se acumulan en pulmones, hígado y riñones.

Imagen A8-3. Sustancias per y polialquilfluoradas (PFAS).

Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)

Fully or partly fluorinated carbon chain connected to a functional group

Perfluoroalkyl sulfonic acids (PFSA)
 long chain ≥ 6 fully fluorinated C-atoms, e.g. PFOS
 short chain < 6 fully fluorinated C-atoms, e.g. PFBS

$$\text{F}-\underset{\text{F}}{\overset{\text{F}}{\text{C}}}-\left[\underset{\text{F}}{\overset{\text{F}}{\text{C}}} \right]_n-\text{S}(=\text{O})_2\text{O}^-$$

Perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCA), e.g. PFOA
 long-chain ≥ 7 fully fluorinated C-atoms, e.g. PFOA
 short-chain < 7 fully fluorinated C-atoms, e.g. PFBA, PFHxA

Precursors of PFSA and PFCA, e.g.
 Fluorotelomer alcohols (FTOHs), e.g. 8:2 FTOH

$$\text{F}-\underset{\text{F}}{\overset{\text{F}}{\text{C}}}-\left[\underset{\text{F}}{\overset{\text{F}}{\text{C}}} \right]_n-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$$

Fluorinated polymers: Polymers with fluorinated side-chains
Fluoropolymers: Polymers with fluorinated backbone

19.11.2015 3

Fuente: JEU PNUMA / OCHA (2015).

Al ser una variedad alta de compuestos con diferentes características, resulta difícil resumir las propiedades químicas físicas de todos los PFAS. Se puede decir, en principio, lo siguiente:

- **Solubilidad en agua:** A medida que aumenta la longitud de la cadena, disminuye la solubilidad en agua. Eso significa que los PFAS de cadenas cortas son altamente solubles en agua.
- **Adsorción:** Estudios de sedimentos y suelos muestran que no hay retención de PFAS de cadenas cortas en los suelos. Los PFAS de cadenas más largas poseen un potencial más alto de adsorción que los de cadenas cortas.
- **Movilidad ambiental:** Entre todos los medios ambientales, el agua del océano abierto es tal vez el reservorio global más grande de PFCA y PFAS. Las corrientes de agua transportan estos compuestos a zonas remotas, tales como el Ártico. En contraste, muchos precursores, se han detectado con frecuencia en el aire que los transporta y depositados en tierra por causa de las lluvias. Probablemente no existe un depósito ambiental para PFCA y PFAS; el destino a largo

plazo de estas sustancias es su traslado a aguas oceánicas profundas y/o sedimentos profundos (OCDE 2013).

8.6 Información contextual de referencia sobre la espuma para combatir el fuego

Durante la década pasada, varios PFAS fueron reconocidos como altamente persistentes, potencialmente bioacumulativos y tóxicos. Además, se han detectado muchos PFAS a nivel mundial en el medio ambiente, la biota, los humanos y los productos alimenticios.

Un uso principal de los PFAS es su utilización en las espumas para combatir el fuego. Las espumas para combatir el fuego, tales como formadores de películas, repelentes para combustible o espumas como estabilizadores, se utilizan para apagar incendios de petróleo y otros líquidos inflamables. Varios PFCA, PFAS y derivados basados en fluorotelómeros (poliméricos o no-poliméricos) se utilizan en pequeñas cantidades en estas tres espumas para combatir el fuego. De acuerdo con la Coalición de Espumas de Combate de Incendios, los agentes de la AFFF utilizan, principalmente en el sector militar, naves aéreas, balsas de aire, de rescate ARFF, industria petroquímica y plataformas de aceite al igual que naves mercantes 12 (OCDE, 2013).

Por las informaciones obtenidas durante la visita técnica, se sabe que al menos fueron utilizadas para combatir el incendio las espumas Sigma, AFFF AR 3/6-% Tipo 1. Esta espuma para combatir el fuego se utiliza usualmente en el aeropuerto de Asunción. La brigada de lucha contra incendios del aeropuerto estaba brindando su apoyo a la brigada voluntaria de incendios de Paraguay. No hay información disponible sobre si la brigada de incendios de Petrobras, que también prestó su apoyo durante el incidente, utilizó igualmente espuma.

Anexo 9. Vías de exposición

Tabla A9-1. Descripción de vías de exposición. El suelo superficial > planta > animal > los seres humanos.

El suelo superficial > planta > animal > los seres humanos	
Sitio afectado por el incendio	Sitios afectados por el penacho de humo
Peligro a través de	
La contaminación por medio del fuego.	La deposición de la caída de las partículas.
Peligro para	
Contacto con la piel del trabajador.	Contacto con la piel de los niños en parques infantiles, jardines, etc. Contacto con la piel de la población.
	Contacto oral de la población a través de animales y productos animales (por ejemplo, huevos).
La familia de los trabajadores, quienes traen a la casa ropas y zapatos contaminados.	
Inhalación de polvo o cenizas por parte del trabajador.	
Tendencia/evolución	
Los peligros descritos más arriba persisten presumiblemente debido a la alta contaminación del suelo.	El peligro de contacto con la piel disminuye probablemente debido a un cambio de contaminantes en las capas más profundas del suelo.
	El peligro de contacto oral persiste.
	La inhalación de polvo es poco probable debido a que las fuertes lluvias han lavado el polvo en el íterin.
Estrategia de muestreo	
Muestreo de superficie de una manera estructurada; toda la zona, dividida entre el suelo y las cenizas.	El muestreo de superficie de una manera estructurada, por ejemplo, cada 50 metros, por lo menos en parques infantiles. El muestreo de superficie adicional en el lugar no afectado tendrá un valor como antecedente.
Las medidas para interrumpir la vía dependen del análisis de resultados.	
Alto nivel: retirada de la tierra / incineración de la tierra.	
Nivel medio: identificar la zona de protección, o eliminar la tierra y el relleno sanitario en función de los umbrales.	
Nivel bajo: reutilizar dependiendo de los umbrales para la reutilización.	
Programación	
Muestreo de suelos: inmediata y simultáneamente a la eliminación de los transformadores	Inmediatamente
Medir: inmediatamente después de recibir los resultados del análisis.	

Fuente: JEU PNUMA / OCHA (2015).

Tabla A9-2. Descripción de vías de exposición. El suelo (el área de tierra disponible para la raíz) > planta > animal > los seres humanos.

El suelo (el área de tierra disponible para la raíz) > planta > animal > los seres humanos	
Sitio afectado por el incendio	Sitios afectados por el penacho de humo
Peligro a través de	
Transporte a través del agua de lluvia hacia las zonas o capas más profundas del suelo. Probable para contaminantes solubles, posible como transporte convectivo de contaminantes adsorbido a las partículas del suelo. Posible para contaminantes solubles en aceite.	
Peligro para	
Contacto con la piel del trabajador durante las obras de construcción.	Contacto con la piel de los niños en parques infantiles y jardines.
La familia de los trabajadores, quienes traen a la casa ropas y zapatos contaminados.	La población, por vía oral, debido a la acumulación en plantas y animales, o por vía oral a través de la bioacumulación en los animales y los productos alimenticios de origen animal (leche), en el caso de que los animales tengan contacto oral con las raíces.
Tendencia /evolución	
Los peligros aumentan con el transporte del agua de lluvia, que se filtra continuamente.	
Estrategia de muestreo	
Muestreo de perfiles de suelo en forma estructurada, de toda la zona.	El muestreo de perfiles de suelo de una manera estructurada, por ejemplo, cada 50 metros, por lo menos en parques infantiles.
Las medidas para interrumpir la vía dependen del análisis de resultados	
Alto nivel: retirada de la tierra / incineración de la tierra.	
Nivel medio: establecimiento de una zona de protección, o eliminar la tierra y el relleno sanitario en función de los umbrales.	
Nivel bajo: reutilizar dependiendo de los umbrales para la reutilización.	
Programación	
Muestreo de suelos: inmediato y simultáneamente a la eliminación de los transformadores.	Inmediatamente.
Medir: inmediatamente después de recibir los resultados de los análisis.	

Fuente: JEU PNUMA / OCHA (2015).

Tabla A9-3. Descripción de vías de exposición. El suelo > el agua subterránea > los seres humanos.

El suelo > el agua subterránea > los seres humanos	
Sitio afectado por el incendio	Sitios afectados por el penacho de humo
Peligro a través de	
Transporte con agua de lluvia a zonas más profundas del suelo y, posteriormente, a las aguas subterráneas. Probable para contaminantes solubles, posible, pero poco probable como transporte convectivo para contaminantes adsorbidos a las partículas del suelo. Posible, pero poco probable para los contaminantes que se disuelven en aceite. El suelo se describe como arena arcillosa homogénea o arcilla arenosa, ninguna barrera para los contaminantes. El agua subterránea es profunda, pero se describe como vulnerable a la contaminación.	
Peligro para la	
Agua subterránea, destinada a cualquier fin.	Agua potable en general.
Tendencia / evolución	
El peligro aumenta con el transporte de agua de lluvia, que se filtra continuamente.	El peligro aumenta con el transporte de agua de lluvia, que se filtra continuamente
El peligro disminuye con la dilución.	
El peligro aumenta a medida que la contaminación se traslada con el flujo de agua subterránea.	
Estrategia de muestreo	
Evaluación de la cantidad de agua que se filtra a las aguas subterráneas (lixiviado). Modelar un patrón del destino y el comportamiento de los contaminantes en el suelo y en las aguas subterráneas.	
Construcción de pozos de monitoreo de aguas subterráneas situados aguas arriba y aguas abajo, para identificar el área afectada con agua contaminada y para predecir la propagación de contaminantes con el flujo de las aguas subterráneas.	
Toma de muestras de agua con regularidad.	
Las medidas para interrumpir la vía dependen del análisis de resultados	
Eliminación de la fuente.	Eliminación de la fuente.
Programación	
La evaluación inmediata de la cantidad de lixiviados y el modelado de patrones de destino y comportamiento.	Incluido.
Construcción inmediata de pozos de monitoreo de aguas subterráneas. Tener en cuenta otra posible contaminación del área circundante mayor a la hora de decidir el lugar del pozo de monitoreo.	
Muestreo inmediatamente después de la construcción de los pozos de monitoreo; muestreo regular.	

Fuente: JEU PNUMA / OCHA (2015).

Tabla A9-4. Descripción de vías de exposición. El suelo > el aire > los seres humanos.

El suelo > el aire > los seres humanos	
Sitio afectado por el incendio	Sitios afectados por el penacho de humo
Peligro a través de	
Volatilización	
Peligro por	
Inhalación por parte de los trabajadores .	Inhalación por parte de los niños.
	Inhalación por parte de la población.
Tendencia / evolución	
El peligro persiste debido presumiblemente a la alta contaminación del suelo.	Disminución del peligro, probablemente, debido al cambio de los contaminantes en las capas más profundas del suelo.
Estrategia de muestreo	
Muestreo de superficie de una manera estructurada, de toda la zona.	Muestreo de superficie de una manera estructurada, por ejemplo, cada 50 m, por lo menos en parques infantiles, jardines y zonas sensibles. Además, muestreo de superficie en el lugar no afectado por tener un valor de fondo.
Las medidas para interrumpir la vía dependen de análisis de los resultados.	
Retirada de la tierra / incineración de la tierra.	
Nivel medio: identificar una zona de protección o eliminar la suciedad y el relleno sanitario en función de los umbrales.	
Nivel bajo: reutilizar dependiendo de los umbrales para la reutilización.	
Programación	
Muestreo de suelos: inmediata y simultáneamente a la eliminación de los transformadores.	Inmediatamente.
Medir: inmediatamente después de recibir los resultados del análisis.	Medir: inmediatamente después de recibir los resultados del análisis

Fuente: JEU PNUMA / OCHA (2015).

Tabla A9-5. Descripción de vías de exposición. Los suelos > escurrimiento de aguas de superficie > sedimentos.

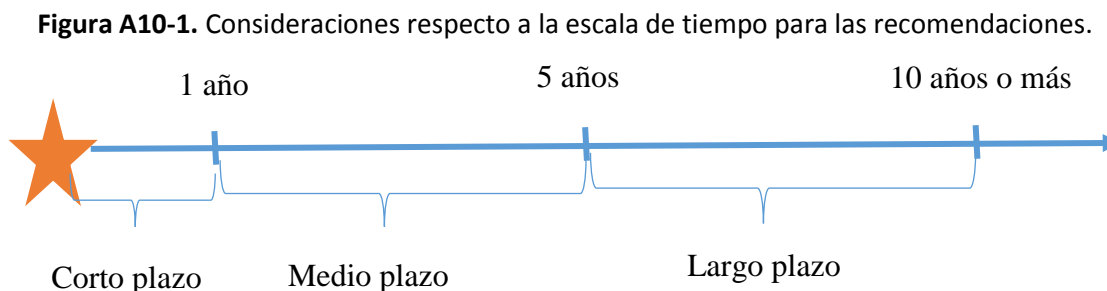
Los suelos > escurrimiento de aguas de superficie > sedimentos	
Sitio afectado por el incendio	Sitios afectados por el penacho de humo
Peligro a través de	
El escurrimiento de agua de lluvia, la deposición de sedimentos fuera de la zona afectada > la contaminación del área no contaminada todavía.	
Peligro por	
Contacto con la piel del trabajador.	Contacto con la piel de niños en parques infantiles y jardines. Contacto con la piel de la población.
La familia de los trabajadores, quienes traen a la casa ropas y zapatos contaminados.	Contacto oral de la población a través de animales y productos animales (por ejemplo, huevos).
Inhalación de polvo o cenizas por parte del trabajador.	
Tendencia / evolución	
El peligro persiste porque presumiblemente hay una alta contaminación del suelo.	
Estrategia de muestreo	
Ninguno	Ninguno
Las medidas para interrumpir la vía dependen de análisis de los resultados.	
Retirar la fuente.	Retirar la fuente.

Fuente: JEU PNUMA / OCHA (2015).

Anexo 10. Recomendaciones

10.1 Impacto del incendio en las instalaciones eléctricas

Las recomendaciones que se brindan en este informe se han clasificado según una escala de tiempo:



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se detallan las recomendaciones que se proponen para ser aplicadas a corto plazo, a fin de proceder al manejo ambientalmente adecuado de equipos, aceites y residuos contaminados con PCB derivados del incendio.

La nomenclatura utilizada para identificar cada una de las recomendaciones realizadas es la siguiente RCP-PCB-N.º, donde:

R	indica recomendación
CP	corto plazo
PCB	bifenilos policlorados
MAF	medio ambiental fuego
MAH	medio ambiental penacho de humo
N.º	número correlativo

10.1.1 Para equipos y aceites

Se considera imprescindible llevar adelante las siguientes recomendaciones:

RCP-PCB-01: Realizar un inventario completo de los equipos siniestrados.

RCP-PCB-02: Definir y llevar adelante la extracción de muestras.

RCP-PCB-03: Clasificar los equipos y aceites según su concentración de PCB.

Se proponen las siguientes directrices generales bajo las cuales se sugiere desarrollar las recomendaciones antes citadas.

RCP-PCB-01: Realizar un inventario completo de los equipos siniestrados.

Es imprescindible que la ANDE proceda a realizar un inventario de los equipos siniestrados a fin de conocer el número exacto de equipos involucrados en el incendio, ratificando o rectificando el valor estimado por la ANDE de 6000 unidades, partiendo del cual se han realizado todos los supuestos de trabajo.

La información que debe recogerse en el inventario de los equipos se identifica aquí:

- Número de serie
- Marca
- Año
- Potencia
- Peso
- Volumen de aceite

En caso que no sea posible contar con la información requerida, esta será estimada por personal especializado, procediéndose, en caso necesario, a la comparación del equipo con otros similares de los que sí se conozca su información básica.

Con esta información será posible ratificar o rectificar los valores medios estimados de pesos de carcasas y líquidos utilizados como supuestos en este documento en ausencia de un inventario detallado.

La ANDE debería desarrollar un sistema de identificación de modo que los equipos inventariados queden claramente identificados mediante una etiqueta resistente a la lluvia.

RCP-PCB-02: Definir y llevar adelante la extracción de muestras.

Paralelamente a la elaboración del inventario debería realizarse una determinación de presencia de PCB en la totalidad de los equipos. Dado que ello puede no resultar posible en función de la cantidad de muestras y las capacidades limitadas de laboratorio, podría optarse por diseñar, a ser posible previamente, un muestreo estadístico con cortes por marca y año, de modo que de los resultados obtenidos en la detección de presencia de PCB en un número acotado de muestras pueda servir para realizar una primera clasificación.

Con el muestreo estadístico así definido, en caso que, en función del corte por marca y por año, se detecte que existe un sesgo de presencia, ese subconjunto deberá ser muestreado al 100-%, mientras que, en caso contrario, podrá optarse por la realización de una muestra compuesta por más de un equipo, pudiéndose proceder a liberar entonces esa partida.

RCP-PCB-03: Clasificar los equipos y aceites como libres o contaminados con PCB.

La primera etapa para realizar la clasificación de equipos es proceder a la determinación de la presencia o ausencia de PCB. En función de los resultados obtenidos durante el muestreo los equipos podrán ser clasificados como libres de PCB o contaminados con PCB.

En caso de que la muestra fuera realizada mediante ensayo cromatográfico o analizador continuo, deberá especificarse el nivel de concentración.

Se indica que podrá utilizarse el kit de campo para la detección de la presencia de cloro, dado que, al tratarse de un ensayo que no requiere procesamiento en laboratorio, su consecución es más rápida. En caso de dar positivo, podrá realizarse, si así se desea, un ensayo cromatográfico a efectos de descartar posibles falsos positivos. Sin embargo, en función del contexto, esto no se considera indispensable.

En el caso de los equipos que no contengan aceite o sea imposible extraerlo incluso mediante ensayos destructivos, y tampoco se cuente con información de placa que permita con una certeza razonable concluir ausencia, el equipo deberá ser gestionado como PCB.

Deberá desarrollarse un sistema de identificación de modo que los equipos analizados queden claramente identificados mediante una etiqueta resistente a la lluvia.

La clasificación se considerará completa cuando los equipos categorizados como libres de PCB y los categorizados como contaminados de PCB, se retiren del sitio y se almacenen separados a fin de proceder a gestiones diferenciadas.

RCP-PCB-04: Gestión de equipos y aceites PCB o contaminados con PCB.

Se recomienda iniciar a la máxima brevedad una convocatoria de licitación internacional para el tratamiento y eliminación final de estos residuos.

Si bien sería óptimo contar con información precisa del inventario que debe someterse a la ejecución de la RCP-PCB-01 y la caracterización de los mismos mediante la ejecución de la RCP-PCB-02 previamente a la definición de todos los aspectos referentes al tratamiento y eliminación final, la aplicación de esas recomendaciones unida a los tiempos requeridos por cualquier proceso de licitación, conspiran contra la rápida solución del problema.

Estimándose que la consecución de los llamados internacionales y la obtención de los permisos específicos requerirán un plazo considerable para su ejecución, seguramente del orden de 1 año o más, se recomienda que se lance la convocatoria de licitación con la máxima brevedad, utilizando las estimaciones que aquí se presentan, y conforme se avance en el proceso de obtención de los datos fehacientes del inventario y la caracterización, los valores inicialmente planteados podrán ser ajustados en el momento de la firma del contrato.

A fin de llevar adelante esta recomendación, esta condición deberá quedar claramente establecida en el pliego de condiciones mediante el establecimiento de un rango de existencias. De ese modo el oferente podría presentar precios diferenciales en función de las cantidades. Las cantidades verificadas finalmente se establecerán durante la firma del contrato.

Se recomienda realizar un estudio específico que permita concluir la mejor manera de gestionar los permisos necesarios para llevar adelante la eliminación de las existencias. Se sugiere analizar las formas que permitan agilizar este proceso.

Si bien se recomienda no limitar las tecnologías, solo requerir a quienes se presenten que den cabal cumplimiento a todas las habilitaciones necesarias a nivel nacional e internacional, parece razonable que el destino de los equipos sea su exportación, dado que el tratamiento in situ podría verse seriamente limitado por el estado de los equipos.

En tal sentido se recomienda exigir a los candidatos que realicen una visita al sitio previamente y que especifiquen mediante un plan de trabajo detallado las distintas acciones que prevén realizar. Se considera indispensable que este plan sea sometido a la consideración de la SEAM previamente a su adjudicación.

Se recomienda que se contrate la gestión integral de los residuos, es decir la realización de todas las actividades que resulten necesarias para la consecución del objetivo, incluyendo las actividades de trasvase, tratamiento, si ese fuera el caso, y despezado de equipos, si se optara por su exportación.

Adicionalmente deberán solicitarse todos los seguros terrestres y marítimos pertinentes, así como un certificado de eliminación final a partir del cual se ejecute el pago de los servicios.

Se recomienda que se establezca una comisión interinstitucional que vele, de acuerdo con la responsabilidad de cada institución, por la ejecución más efectiva y eficiente de este tema.

RCP-PCB-05: Gestión de equipos y aceites libres de PCB.

En el caso de aquellos equipos que no contengan PCB, se recomienda que la SEAM establezca, en función del marco legal aplicable, la gestión que debe aplicarse a estos equipos.

Según las informaciones aportadas por la SEAM, no existen en Paraguay fundiciones autorizadas para procesar chatarra, que tradicionalmente ha sido exportada. Para proceder a realizar esta exportación la SEAM debe emitir un certificado de no peligrosidad.

Deberá considerarse la exposición de estos equipos a dioxinas y furanos, por lo cual se entiende necesaria la realización de un estudio específico para caracterizar el residuo. Ha de tenerse en cuenta que no existe para ello soporte de laboratorio en Paraguay. El laboratorio más cercano capaz de este tipo de análisis se encuentra en Brasil.

10.1.2 Para suelos y arena

La definición del muestreo para determinar concentraciones de PCB en suelos y arena se desarrolla dentro del capítulo correspondiente a los aspectos ambientales (capítulo 5).

RCP-PCB-06: Gestión de suelos y arenas contaminados con PCB.

Se recomienda que, en función de los resultados que se obtengan de los ensayos de suelo y arena, se determine la necesidad o no de realizar un estudio específico a través del cual se determine la mejor manera de gestionar los suelos y arenas contaminados con PCB.

Está claro que la mejor opción sería proceder a la cogestión de estos residuos junto con los aceites contaminados con PCB mediante su incineración en hornos autorizados. Sin embargo, en función de los volúmenes que hay que manejar, ello puede no resultar razonable.

En este contexto, y solo una vez que se disponga de información sobre los volúmenes y concentraciones, podrá determinarse si la exportación de la totalidad para su incineración es viable, o si deberá desarrollarse un estudio más detallado en el cual se analicen otras opciones, tales como, en función de su concentración, la construcción de un relleno de seguridad.

10.1.3 Para equipos de protección personal (EPP)

RCP-PCB-07: Gestión de EPP contaminados con PCB.

Deberá considerarse que los equipos de protección personal utilizados se encuentran contaminados con PCB y, por tanto, resulta recomendable que sean exportados para su incineración en hornos autorizados.

10.1.4 Recomendaciones para reducir el riesgo futuro

A efectos de limitar riesgos futuros resulta imprescindible que se proceda a instrumentar un sistema de gestión ambientalmente adecuado de PCB, con el objetivo que esté operativo a medio plazo.

RMP-PCB-08: Impedir la entrada de PCB al sistema.

Resulta clave prohibir la entrada y/o compra de aceites y equipos que contengan PCB por encima de las 2 ppm. El valor de 2 ppm se considera «no detectable».

Para llevar adelante esta recomendación, se sugiere revisar los pliegos de adquisiciones, la aplicación de declaraciones juradas por parte de los proveedores y el establecimiento de ensayos de recepción de muestras al azar a modo de verificación.

RMP-PCB-09: Dimensionar la situación.

Es indispensable identificar las existencias de transformadores, capacitores y aceites, considerando tanto los que se encuentran almacenados como los que se encuentran operativos en la red. Se recomienda instrumentar ensayos de detección de PCB, a fin de determinar la cantidad de equipos y aceites, y los niveles de concentración.

Partiendo de un universo total del orden de los 80 000 equipos, no resulta razonable pensar en la determinación de PCB en la totalidad de los equipos.

Se recomienda el diseño de un muestreo estadístico que permita identificar las existencias de PCB a través de una muestra representativa de la totalidad.

Una vez chequeados, los equipos deberán ser identificados conforme a las etiquetas de uso internacional en la materia.

La aplicación de esta recomendación permitirá determinar la mejor solución de tratamiento y eliminación final que deba establecerse.

RMP-PCB-10: Elaborar una base de datos.

Se recomienda diseñar una base de datos informática para la información recabada. Resulta necesario que se georreferencie cada equipo a fin que resulte trazable. Esta georreferenciación permitirá establecer las medidas de seguridad necesarias en función de la cercanía de la población y las zonas ambientalmente sensibles.

La base de datos deberá contener tanto información de equipos en servicio (características, lugar, estado y fecha prevista de salida), como información de equipos fuera de servicio (operación, lugar y condiciones de depósito).

La base de datos aportará información relevante a la hora de definir los planes de recambio y permitirá identificar la existencia de equipamiento contaminado en áreas vulnerables, tanto desde el punto de vista ambiental como social. En tal sentido permitirá reducir riesgos empresariales.

RMP-PCB-11: Evitar la contaminación cruzada.

Se recomienda establecer controles de PCB a la entrada y la salida de equipos y aceites en los talleres de mantenimiento, y previamente a cualquier tipo de intervención en un equipo. De esta manera se podrá evitar la contaminación cruzada.

Se recomienda desarrollar los protocolos y procedimientos necesarios.

RMP-PCB-12: Desarrollo de capacidad analítica y entrenamiento de personal.

Se recomienda proceder al desarrollo de la capacidad analítica, no solo de laboratorio, también de campo, dado que, a fin de evitar la contaminación cruzada sin generar retrasos en la gestión por traslado de muestras, puede resultar adecuado el uso de ensayos colorimétricos que determinen la presencia de cloro.

Se recomienda desarrollar los protocolos y procedimientos necesarios.

Esta recomendación incluye imperativamente que se cuente con personal entrenado y formado. El personal asignado a las tareas de manipulación, traslado y almacenamiento de aceites y recipientes (tanques, transformadores y condensadores) que los contengan, deberá contar con la información y formación necesarias sobre los procedimientos que deben emplearse, las protecciones personales que deben usarse y las medidas de primeros auxilios frente a contactos no deseados.

La capacitación debe necesariamente alcanzar los bomberos (incluyendo a los bomberos voluntarios), para el manejo de incendios de este tipo en el futuro. De esta manera se puede reducir su propio riesgo personal y tomar las medidas adecuadas en el momento para reducir la exposición del medio ambiente a la contaminación.

RMP-PCB-13: Investigar la reclasificación.

La reclasificación es un proceso mediante el cual un equipo cambia de categoría, y se basa en normas de la Agencia de Protección del Medio Ambiente. Consiste en:

- Retirar el aceite
- Tratar o eliminar el aceite retirado
- Rellenar con aceite libre de PCB
- Esperar
- Ensayar
- En caso de ser necesario, repetir el proceso

Se cree recomendable que se investiguen las posibilidades de reclasificación, lo que dependerá mayormente del nivel de contaminación. A través de la reclasificación de equipos es posible retornar equipos a la red libres de PCB o enviar equipos libres de PCB a chatarra, reduciendo la cantidad de metales que tiene que exportarse. Este proceso solo resulta viable para equipos que presentan bajos niveles de concentración, mayoritariamente para aquellos de menos de 500 ppm, aunque pueden existir equipos de mayor concentración que merezcan ser considerados.

RMP-PCB-14: Almacenamiento de equipos y aceites.

Resulta determinante contar con uno o más depósitos de seguridad para almacenar de manera segura equipos y aceites. Los depósitos deberán ser dimensionados conforme a las existencias estimadas.

Se recomienda elaborar las pautas a seguir para construir un depósito de seguridad y/o adecuar las instalaciones existentes para que cumplan con ese fin. Se recomienda que estos sitios se encuentren perfectamente identificados y que se dé información al cuerpo de bomberos y otras instituciones que tuvieran que intervenir en caso de accidentes. El acceso a estos depósitos debe estar necesariamente restringido.

Por otra parte los depósitos para los equipos libres de PCB deberán ser tales que sea viable acceder a ellos. Se recomienda que ningún equipo entre en este depósito si no cuenta con un análisis que determine que está libre de PCB.

Evaluar las oportunidades para el desarrollo de un proyecto específico que se ocupe de los residuos peligrosos, y que las autoridades puedan utilizar estas recomendaciones como referencia en el futuro.

RLP-PCB-15: Cooperación internacional.

De acuerdo con las informaciones aportadas, la SEAM se encuentra en proceso de elaboración de un proyecto para acceder a fondos no reembolsables del Fondo para el Medio Ambiente Mundial a través de la ONUDI: este fondo permitirá establecer un sistema de gestión ambientalmente adecuado y eliminar de forma ambientalmente adecuada unas 600 toneladas de equipos y aceites que contengan o estén contaminados con PCB.

Asimismo, como resultado de esta misión, se generó un acuerdo con el BID y el PNUD para crear una mesa de agencias cooperantes con el fin de capitalizar sinergias. Representantes de la SEAM estuvieron presentes en dicha reunión.

10.2 Medio ambiente

Estas son las recomendaciones dadas con el fin de evaluar el riesgo para la salud humana a través del medio ambiente.

El objetivo de las recomendaciones es identificar las fuentes de contaminación, identificar los riesgos para el medio ambiente y la salud humana, e interrumpir la vía.

Las recomendaciones de esta parte del capítulo están divididas entre: recomendaciones para el sitio afectado por el fuego y recomendaciones para el área afectada por el penacho de humo.

10.2.1 Sitios afectados por el incendio

RCP-MAF1: Retirar los transformadores del sitio inmediatamente. Recoger los transformadores en contenedores apropiados con una tapa en la parte superior, separando los transformadores por su contenido de PCB (es decir, separación por tamaño, tipo y antigüedad). Durante la recogida de los transformadores se recomienda utilizar equipos de protección personal adecuados. Deben tomarse las medidas adecuadas para evitar cualquier contaminación adicional de la zona durante la eliminación de los transformadores.

RCP-MAF2: Suelo: tomar muestras de la superficie y de un perfil para evaluar el riesgo para la salud humana través de las diferentes vías de acceso. Arena: tomar muestras de la arena que fue utilizada para recoger los derrames inmediatamente después del incidente. Esta arena se recogió en tambores y montones que todavía está en el lugar (véanse las imágenes 11 y 12).

RCP-MAF3: Cubrir el suelo después de muestrearlo apropiadamente (p. ej., con una lámina de plástico) para evitar propagaciones por lluvia y viento. Los bordes de la cubierta deben solaparse de modo que el agua no se vierta en el área contaminada. En caso de que la zona no sea plana, deben colocarse bombas en las zonas más profundas para drenar el agua de lluvia de la cubierta.

RCP-MAF4: Identificar las áreas contaminadas en función de los análisis. Se puede encontrar una descripción más detallada de los suelos y la toma de muestras de agua en los siguientes capítulos.

RCP-MAF5: Retirarlos tambores con arena contaminada de acuerdo con la concentración de contaminantes.

RCP-MAF6: Tomar medidas apropiadas (p. ej., retirar la contaminación, identificar zona de exclusión y otras medidas de acuerdo con el nivel de contaminación). La cantidad de suelo que deba ser eliminada y la forma en que se deseché dependen del resultado del análisis. Se necesitará la concentración de los diferentes contaminantes de la muestra para compararla con los umbrales disponibles en Paraguay, o en el extranjero, y encontrar las medidas adecuadas para su eliminación. Las medidas para su eliminación son, por ejemplo: la incineración de los suelos altamente contaminados con PCB y dioxinas o furanos (temperaturas > 1200 grados centígrados). El suelo menos contaminado puede ser depositado en un vertedero, en función de los umbrales de reutilización (por ejemplo, en la construcción de calles). Es importante documentar adecuadamente los puntos de muestreo para asegurar que se elimina la cantidad correcta de suelo, ni poco ni demasiado.

RCP-MAF7: Agua: Evaluar la cantidad de lixiviado, modelar el destino y el comportamiento de los contaminantes, construir pozos de monitoreo de agua subterránea y muestrear el agua subterránea regularmente.

10.2.2 Sitios afectados por el penacho de humo

RCP-MAH1: Identificar la contaminación en el área de deposición del penacho de humo. Para identificar el área afectada, se puede utilizar como punto de partida la zona marcada en el mapa N.º 8. Este mapa es un producto de CBVP y se basa en datos meteorológicos. Por supuesto, es necesario evaluar este mapa con más detalle y más tiempo. Puede encontrarse una descripción más detallada de los suelos y la toma de muestras de agua en los siguientes capítulos.

RCP-MAH2. Suelo: muestras de superficie y del perfil para evaluar el riesgo para la salud humana según las diferentes vías de acceso. Tomar muestras de los alrededores para tener una línea de base de la concentración.

RCP-MAH3: Identificar las áreas contaminadas basándose en los análisis.

RCP-MAH4: Tomar las medidas apropiadas (p. ej., retirar la contaminación, identificar zonas de exclusión y otras medidas de acuerdo con el nivel de contaminación).

RCP-MAH5: Construir pozos de monitoreo de agua subterránea dependiendo de los resultados.

RCP-MAF7: Muestrear regularmente el agua subterránea.

Paraguay deberá justificar las razones que ameritan la incorporación de la información sobre el incendio en el próximo informe, de conformidad con el Art. 15 del Convenio de Estocolmo. Se requiere la presentación de estos informes cada 4 años. Para obtener información adicional, consúltese:

<http://chm.pops.int/Countries/Reporting/NationalReports/tabid/3668/Default.aspx>

Para cuantificar las emisiones, se puede utilizar la siguiente herramienta:

<http://chm.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUPOPs/Overview/tabid/372/Default.aspx>

10.3 Identificación de contaminantes y efectos tóxicos sobre la salud. Dioxinas, furanos y PCB similares a las dioxinas

RMP G1: Dar seguimiento al cumplimiento del marco legal en salud ambiental

Consideramos que existen suficientes asideros legales (resoluciones, leyes, normativas y acuerdos internacionales) en materia ambiental que han sido definidos por la SEAM para el trabajo de la ANDE. Es recomendable que se dé seguimiento al cumplimiento de este marco legal en beneficio de un mejor control de los posibles impactos futuros.

RCPSAP1: Obtener información que permita calcular y comparar los niveles en sangre con los niveles laborales de exposición.

RCPSAP2: Analizar un mayor número de congéneres que permitan identificar la fuente de contaminación humana y obtener información sobre los niveles de suelo.

Analizar un mayor número de congéneres que permitan identificar la fuente de contaminación humana y obtener información sobre los niveles de suelo. Esto permitiría caracterizar mejor las fuentes de los PCB y dioxinas y la posible acumulación de estos en los tejidos humanos (sangre, suero, leche materna, etc.) y en el medio ambiente (suelo, aire, agua y sedimentos).

RCPSAP3: Establecer estrategias y protocolos de información, educación y comunicación dirigidos a personas que presenten niveles de PCB en sangre mayores de lo normal, y a la población en general.

Establecer estrategias y protocolos de información, educación y comunicación dirigidos a personas que presenten niveles de PCB en sangre mayores de lo normal, y a la población en general. Esta estrategia debe de contener además recomendaciones o medidas de minimizar la exposición en el caso de que

haya niveles altos en la zona (por ejemplo en el suelo) o desconocimiento de las concentraciones. Información que se requiere, medios de comunicación y educación que se les da a las personas.

RLPSAP4: Desarrollar un plan de muestreo para determinar el grado de exposición a dioxinas y furanos y obtener la línea base de exposición a PCB, dioxinas y furanos.

Desarrollar un plan de muestreo para determinar el grado de exposición a PCB, dioxinas y furanos, y obtener la línea base de exposición a PCB, dioxinas y furanos, ya que la probabilidad de exposición a estos contaminantes es alta y comprometen la salud de la población por su alta toxicidad en pequeñas dosis.

RLPSAP5: Analizar y definir el grado de exposición del personal de primera respuesta y de la población en la zonas más expuestas.

Analizar y definir el grado de exposición del personal de primera respuesta y de funcionarios de la ANDE y de la población en la zonas más expuestas. Dicha información permitirá asesorar sobre los riesgos presentes y futuros. Por ejemplo, es importante obtener información sobre lo que hicieron los bomberos que estuvieron expuestos con su ropa y botas (si los lavaron en su casa podría ocasionar la contaminación de viviendas y la exposición de sus familiares).

RMPSAP6: Definir la línea base comparativa entre la población no expuesta frente a la población expuesta, lo que permitiría contar con niveles base de exposición.

Definir la línea base comparativa entre la población no expuesta frente a la población expuesta, lo que permitiría contar con niveles base y el grado de afectación del personal involucrado en el incendio y los vecinos de las zonas aledañas. Debe incluirse el análisis y definición del grado de exposición del personal de primera respuesta y de la población en las zonas más expuestas.

RMPSAP7: Aplicar métodos de análisis que permitan medir los PCB, los dioxinas y los furanos en el lípido de sangre.

10.4 Salud Ambiental

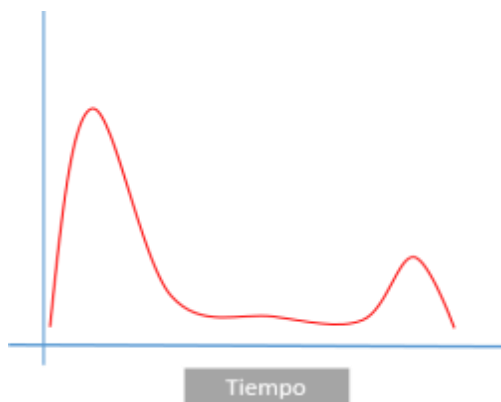
Respecto a las recomendaciones de salud ambiental, estas van en consonancia con las constataciones ambientales y las recomendaciones en salud pública general.

RCP SAP6: Vigilancia pasiva de sospechosos a corto y medio plazo, y de la población expuesta a largo plazo, dentro de las acciones normales de Salud Pública, Atención Primaria en Salud y Salud Ambiental.

Dentro de las recomendaciones al personal expuesto está la de mantener una vigilancia de los considerados expuestos, de la población de riesgo y los casos sospechosos.

Los síntomas de exposición a PCB y en general a COP son raramente de aparición aguda, considerando generalmente su cuadro de aparición en las primeras 4 semanas, pudiendo presentarse un nuevo pico entre las semanas 10 -12 por movilización de los depósitos grasos y hepáticos.

Imagen A10-1. Representación gráfica en función del tiempo de la posible aparición de síntomas por exposición a COP.

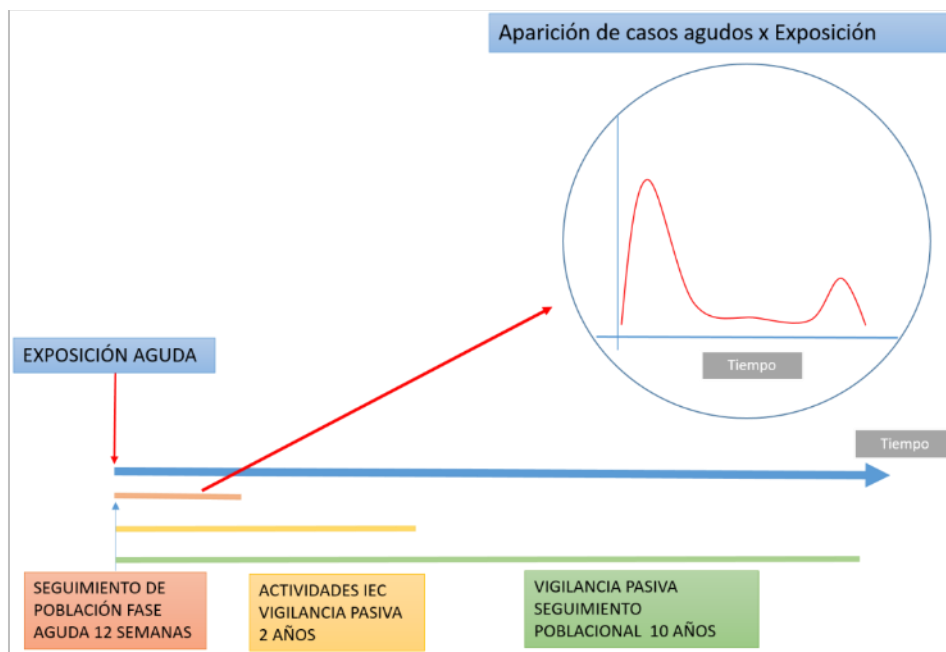


Fuente: IPCS (2003); OMS (2003).

Sin embargo, se han descrito eventos en los cuales, a pesar de la alta exposición a COP de manera aguda o crónica, la población expuesta no desarrolla síntomas ni efectos adversos. Como se dijo anteriormente, la no aparición de casos clínicos agudos no minimiza los riesgos para la población.

Debe elaborarse una propuesta de seguimiento de la población que abarque un periodo inicial de 12 semanas (corto plazo), 2 años (medio plazo) y superior a 10 años (largo plazo).

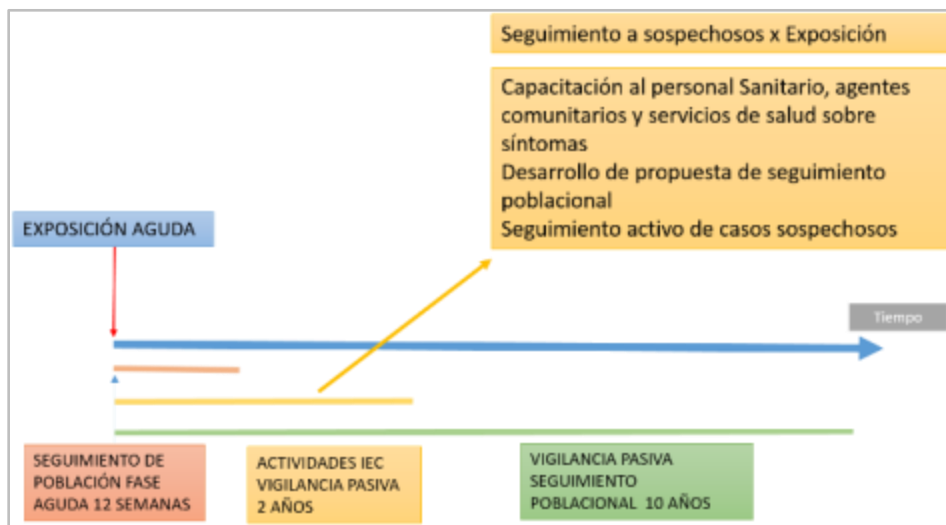
Imagen A10-2. Representación gráfica en función del tiempo de exposición aguda posterior al evento. Seguimiento a expuestos en el corto plazo.



Fuente: Basada en el análisis del grupo técnico interinstitucional (2015).

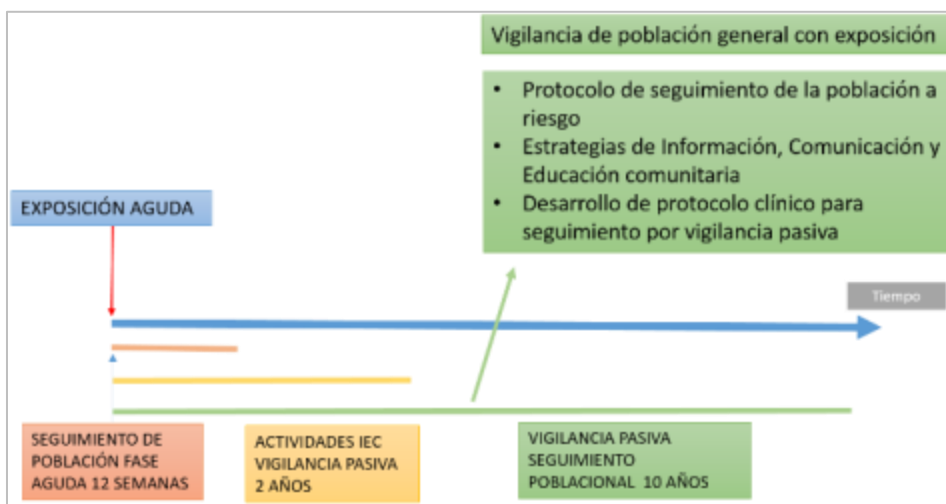
Debido a que la aparición de síntomas en la población depende de factores ambientales, laborales, alimentares, genéticos y de exposición, se recomienda que la población considerada expuesta sea seguida de forma pasiva, manteniendo los programas de prevención y promoción, y fortaleciendo la capacidad técnico-científica, capacitando al personal médico y paramédico en la asociación de síntomas con la exposición y la detección de casos sospechosos.

Imagen A10-3. Representación gráfica en función del tiempo de la exposición aguda posterior al evento. Seguimiento de expuestos a medio plazo.



A largo plazo, se debe atender al manejo de la comunidad y la vigilancia pasiva de la cohorte de expuestos, haciendo un seguimiento de las condiciones generales de salud de la población y verificando los casos considerados sospechosos.

Imagen A10-4. Representación gráfica en función del tiempo de la exposición aguda posterior al evento. Seguimiento de expuestos a largo plazo.



Fuente: Basada en el análisis del grupo técnico interinstitucional (2015).

RCP SAP7: Desarrollo de estrategias de Información, Educación y Comunicación (IEC) en la comunidad y en las instituciones de salud.

Es necesario que se genere información de manejo común por las instituciones para tener criterios comunes de evaluación y de publicación de información a los medios. Debido a la desinformación generada entre la población, se sugiere utilizar estrategias IEC para la comunidad, la población laboral, el personal sanitario y el cuerpo de bomberos.

RCP SAP8: Seguimiento poblacional a través de los sistemas de vigilancia sanitaria.

Se debe reforzar la vigilancia de las enfermedades asociadas a las alteraciones de los ciclos hormonales, las alteraciones dérmicas, de la función renal y hepática, actividades que ya se realizan en el país, pero que deben incluir un control mayor de las poblaciones consideradas expuestas.

RCP SAP9: Mantener las estrategias del país en materia de promoción y prevención sanitaria.

RCP SAP10: Coordinar las acciones de la Secretaria del Medio Ambiente con el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.

Las acciones relacionadas con los convenios internacionales de Basilea, Rotterdam y Estocolmo tienen componentes ambientales y de salud, por lo que es necesario que la relación entre direcciones como la SEAM y la DIGESA estén plenamente coordinadas y compartan su gestión, para facilitar y favorecer la solución de eventos como el actual.

RMP SAP11: Seguimiento a expuestos.

Como se ha planteado, la exposición per se debe ser tenida en cuenta como un factor que incrementa el riesgo y que en algunos casos puede disparar las condiciones para que aparezcan enfermedades relacionadas con la exposición a PCB, dioxinas, furanos y PFOS (problemas de piel, respiratorios, alteraciones hepáticas y reproductivas, y algunos tipos de cáncer).

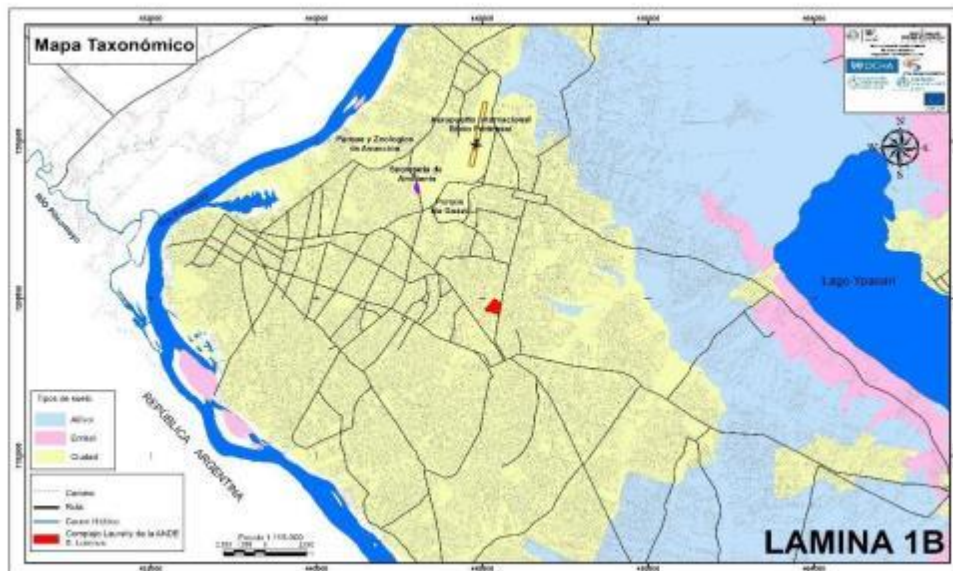
Es necesario que el país adopte estrategias para establecer los protocolos relativos a la toma de muestras biológicas y su transporte desde los lugares de obtención hasta los lugares de análisis y, a su vez, suscribir los convenios necesarios para el análisis a nivel internacional. En este caso, la OPS/OMS cuenta con el apoyo del Centro Colaborador de CETESB en São Paulo (Brasil) para la asesoría técnica en la elaboración de estas guías.

Anexo 11. Láminas y mapas

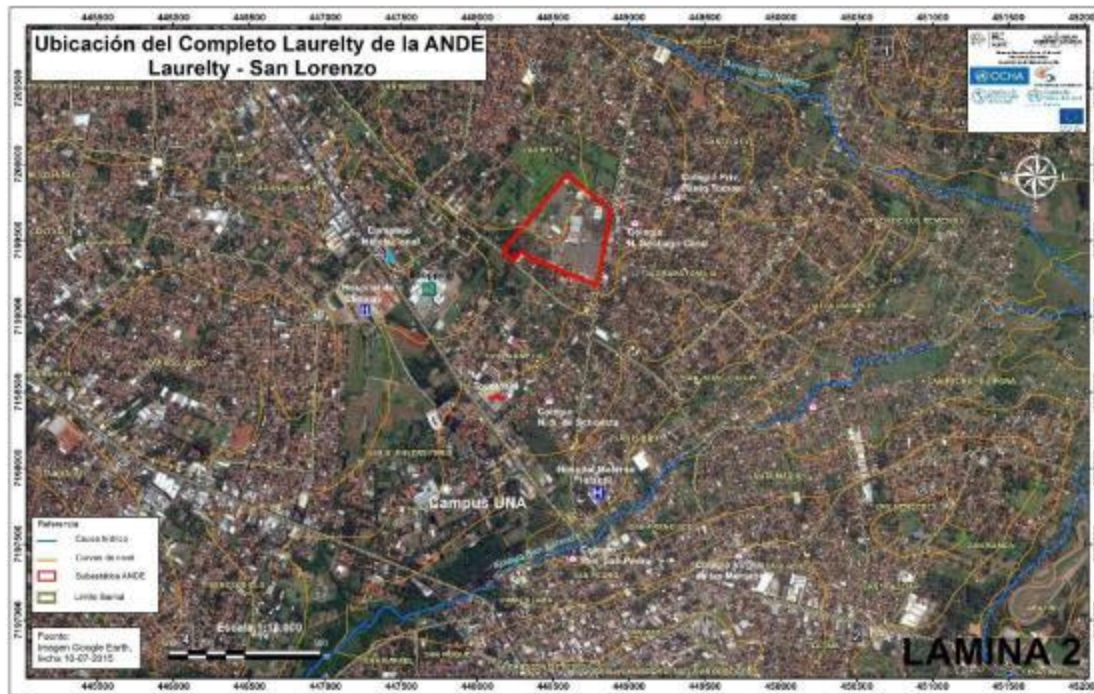
Mapa 1. Mapa de ubicación distrital.



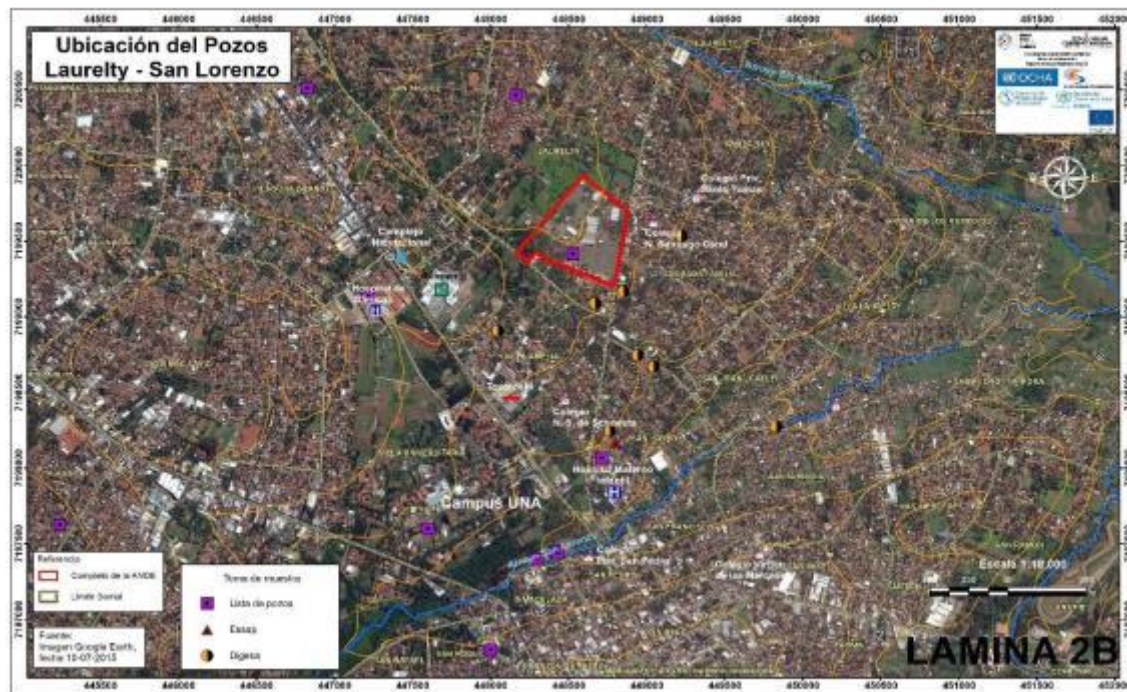
Mapa 1B. Taxonómico del sector.



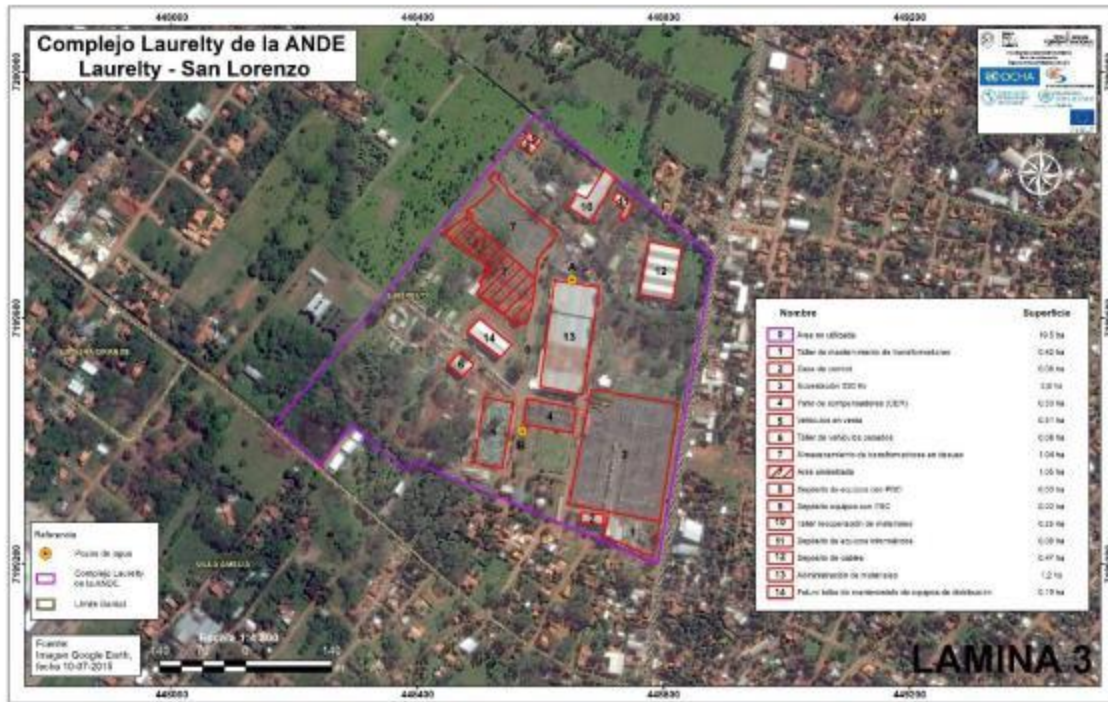
Mapa 2. Ubicación del complejo Laurely de la ANDE.



Mapa 2B. Ubicación de los pozos analizados.



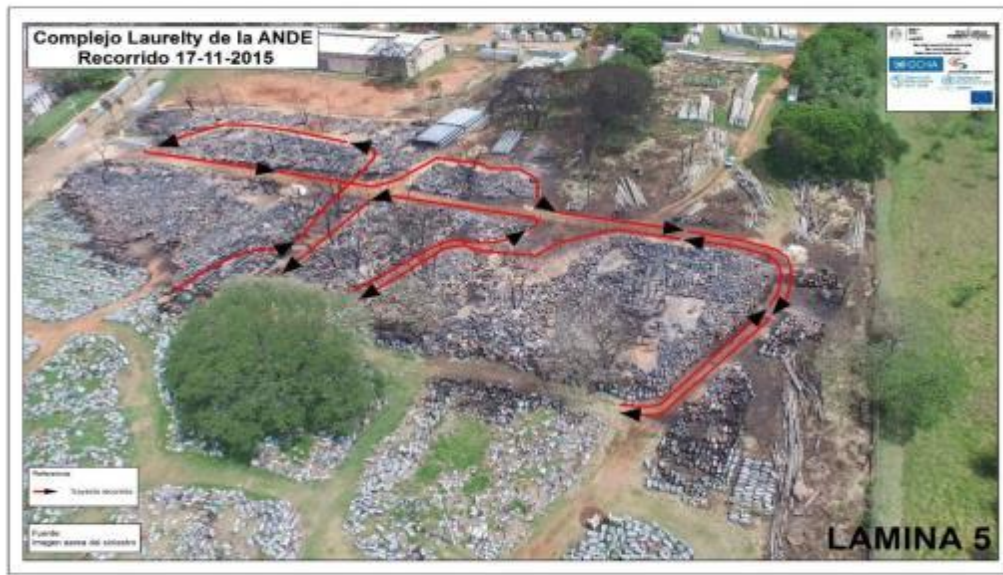
Mapa 3. Planos de las instalaciones de la ANDE (San Lorenzo).



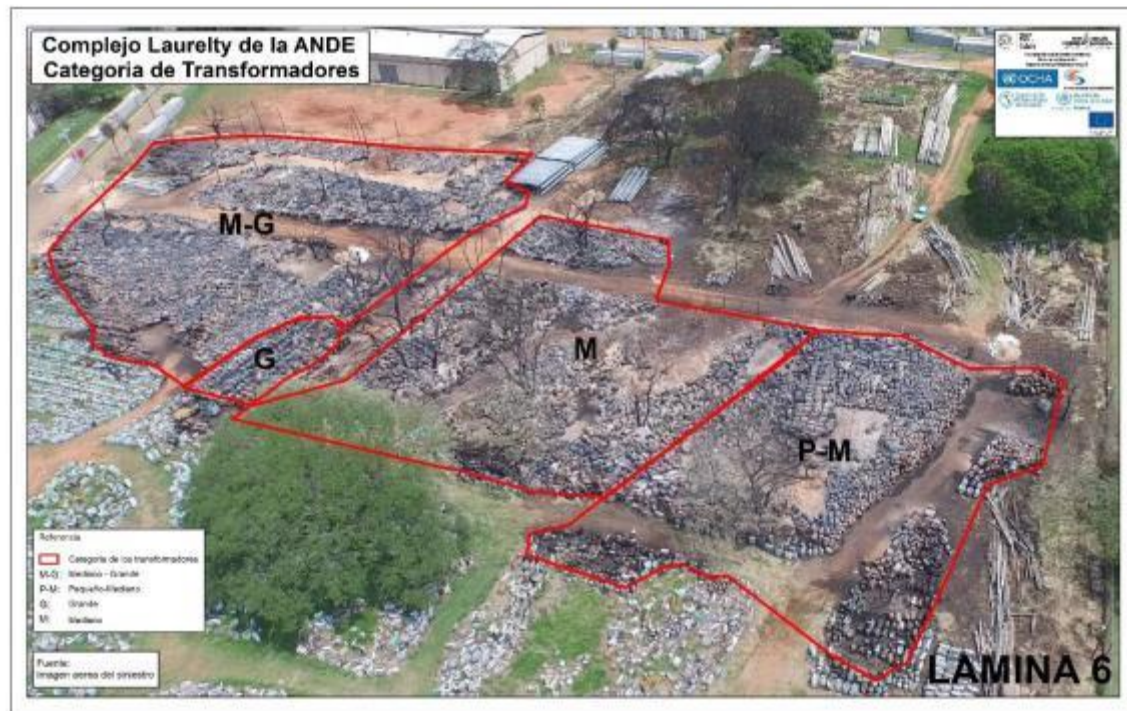
MAPA 4. Vista aérea del área siniestrada (ANDE, San Lorenzo).



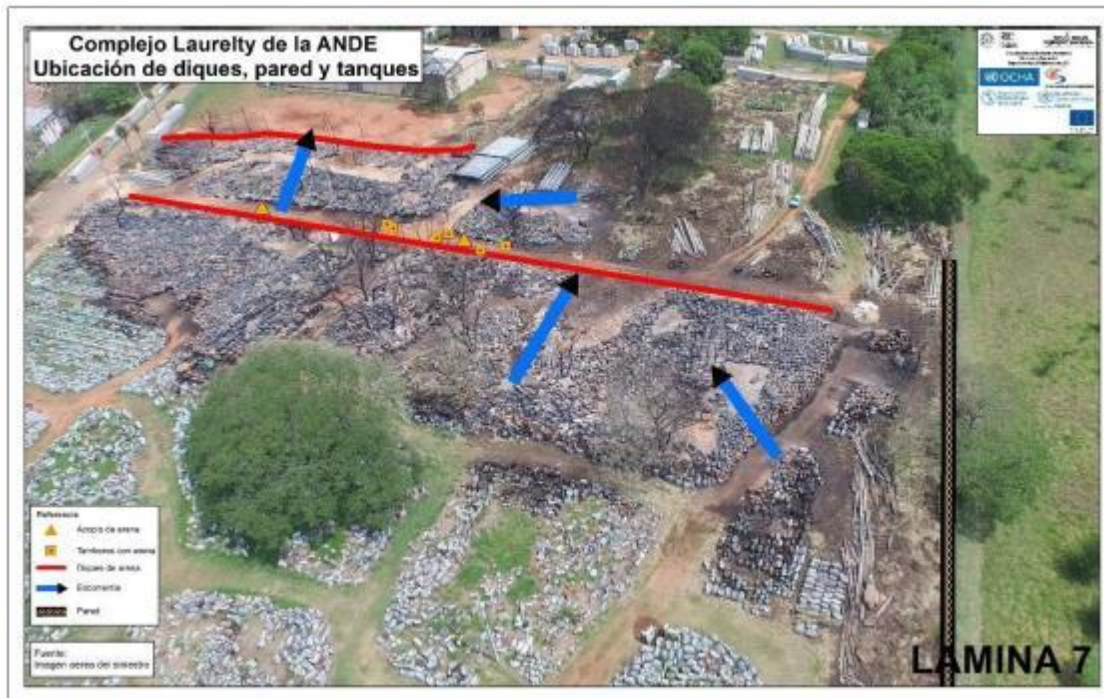
MAPA 5. Recorrido de la inspección visual en el área siniestrada.



MAPA 6. Categorías de los transformadores en el área siniestrada.



MAPA 7. Ubicación de los diques de contención de efluentes.



MAPA 8. Extensión de la columna (penacho) de humo del incidente según cálculos de viento y dispersión.

